



MUSEO TECNOLÓGICO DEL VIDRIO

Rehabilitación de las Cúpulas de la
Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia)

MUSEO TECNOLÓGICO DEL VIDRIO

Rehabilitación de las Cúpulas

de la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia)

MUSEO TECNOLÓGICO DEL VIDRIO

Rehabilitación de las Cúpulas

de la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia)

Edición a cargo de

FRANCISCO MENOR MONASTERIO

ELENA DE MIER TORRECILLA



Edición

FUNDACIÓN ACS

Dirección

FRANCISCO MENOR MONASTERIO

Coordinación

ELENA DE MIER TORRECILLA

Comité científico

JAVIER RAMOS GUALLART
PALOMA PASTOR REY DE VIÑAS
MARIA JESÚS CALLEJO DELGADO
JORGE ARGÜELLES GARCÍA

Revisión de textos

RAFAEL DÍAZ AYALA

Secretaría

MARISOL PÉREZ SÁNCHEZ

Reportaje fotográfico

JOSEMA CUTILLAS

Fuentes documentales

ARCHIVO GENERAL DE PALACIO
ARCHIVO DE LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
ARCHIVO VERESCENCE
BIBLIOTECA DEL MINISTERIO DE DEFENSA
BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA
CALCOGRAFÍA NACIONAL
FUNDACIÓN CENTRO NACIONAL DEL VIDRIO
MUSEO NACIONAL DE ARTES DECORATIVAS
MUSEO NACIONAL DEL PRADO

Impresión

BRIZZOLIS S.A.

D.L.: M-30102-2020

© de la edición: Fundación ACS

© de los textos: sus autores

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista en la ley.

Fundación ACS
Avda. Pío XII, 102
28036 Madrid
www.fundacionacs.com

MUSEO TECNOLÓGICO DEL VIDRIO

Rehabilitación de las Cúpulas de la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia)

Promotor

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE
Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura
Subdirección General de Obras

AMADO CUELLAS PESTAÑA
Subdirector General de Obras

JUAN DE DIOS LEÓN ACOSTA
Técnico Responsable de la Obra

Empresa constructora

GEOCISA | GEOTECNIA Y CIMENTOS
GUZMÁN AUSÍN HERNÁNDEZ
Jefe de Grupo

NATALIA MARTÍNEZ BUENO
Jefe de Obra

JORGE ARGÜELLES GARCÍA
Jefe de Obra

Proyecto y Dirección Facultativa

SERGIO VEGA SÁNCHEZ
Arquitecto Redactor

JUAN FRANCISCO ALAMILLO SANZ
Arquitecto Técnico e Ingeniero de la Edificación

Presentación

La Fundación ACS se complace en presentar este libro en el 250 aniversario de la Real Fábrica de Cristales de La Granja, cumpliendo así su mandato estatutario relativo a la contribución a la promoción y restauración de nuestro patrimonio artístico, colaborando en su difusión y puesta en valor del mismo.

Este volumen, el número 41 de las publicaciones editadas por la Fundación ACS en materia de rehabilitación del patrimonio histórico, recoge la evolución y orígenes de este edificio referente en la historia de nuestra arquitectura industrial, su relación directa con el Real Sitio de La Granja de San Ildefonso en Segovia y la intervención llevada a cabo en la Nave de Hornos y Carquesas que alberga el Museo Tecnológico del Vidrio. Se recupera así no sólo la historia de un edificio único por su estructura y funcionalidad, sino también un patrimonio inmaterial y productivo vinculado a él, como es la técnica artesanal del soplado del vidrio.

Esta edición, resultado de la estrecha colaboración entre la Fundación Centro Nacional del Vidrio y la Fundación ACS, relata el proceso histórico y desarrollo industrial desde la creación del Real Sitio de La Granja de San Ildefonso hasta la actualidad. Se apoya en las investigaciones realizadas por María Jesús Callejo Delgado, Profesora Titular de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (Universidad Politécnica de Madrid) y Académica Numeraria de la Real Academia de Historia y Arte de San Quirce en Segovia; y por Paloma Pastor Rey de Viñas, Directora del Museo Tecnológico del Vidrio de la Fundación Centro Nacional del Vidrio. Profundiza en la intervención realizada de acuerdo al *Proyecto de refuerzo y reparación de las cúpulas de la Real Fábrica de Cristales en La Granja de San Ildefonso (Segovia)* redactado por el equipo dirigido por el Dr. Arquitecto Sergio Vega Sánchez. La Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Cultura del Ministerio de Cultura y Deporte, la Calcografía Nacional, Patrimonio Nacional y su Archivo General de Palacio, han aportado documentación técnica y gráfica de alto interés para la calidad de esta publicación.

La Fundación ACS agradece la colaboración de GEOCISA, filial de Dragados, empresa constructora del Grupo ACS, sin cuyo apoyo no habría sido posible esta edición.

Índice

1. La Granja de San Ildefonso: orígenes, formación y consolidación de un Real Sitio ...	11
María Jesús Callejo Delgado, Profesora Titular de la ETSAM-UPM	
La Edad Media: entre la devoción religiosa y la caza	11
El retiro de Felipe V	13
El segundo reinado de Felipe V	23
Consolidación del plano. Los reinados de Fernando VI y Carlos III	33
2. Las Reales Fábricas de Cristales	39
Paloma Pastor Rey de Viñas, Directora del Museo Tecnológico del Vidrio	
Los inicios (1727-1759)	40
Desarrollo y expansión (1759-1788)	54
Consolidación y primer cierre (1788-1808)	69
Resurgimiento (1815-1833)	75
Arrendamientos (1833-1970)	77
La fábrica hoy: la Fundación Centro Nacional del Vidrio	81
3. Rehabilitación de la Nave de Hornos y Carquesas	93
Geometría de las cúpulas	94
Características constructivas	98
Estado de conservación	103
Intervención	109



1

La Granja de San Ildefonso: orígenes, formación y consolidación de un Real Sitio

María Jesús Callejo Delgado, Profesora Titular de la ETSAM-UPM

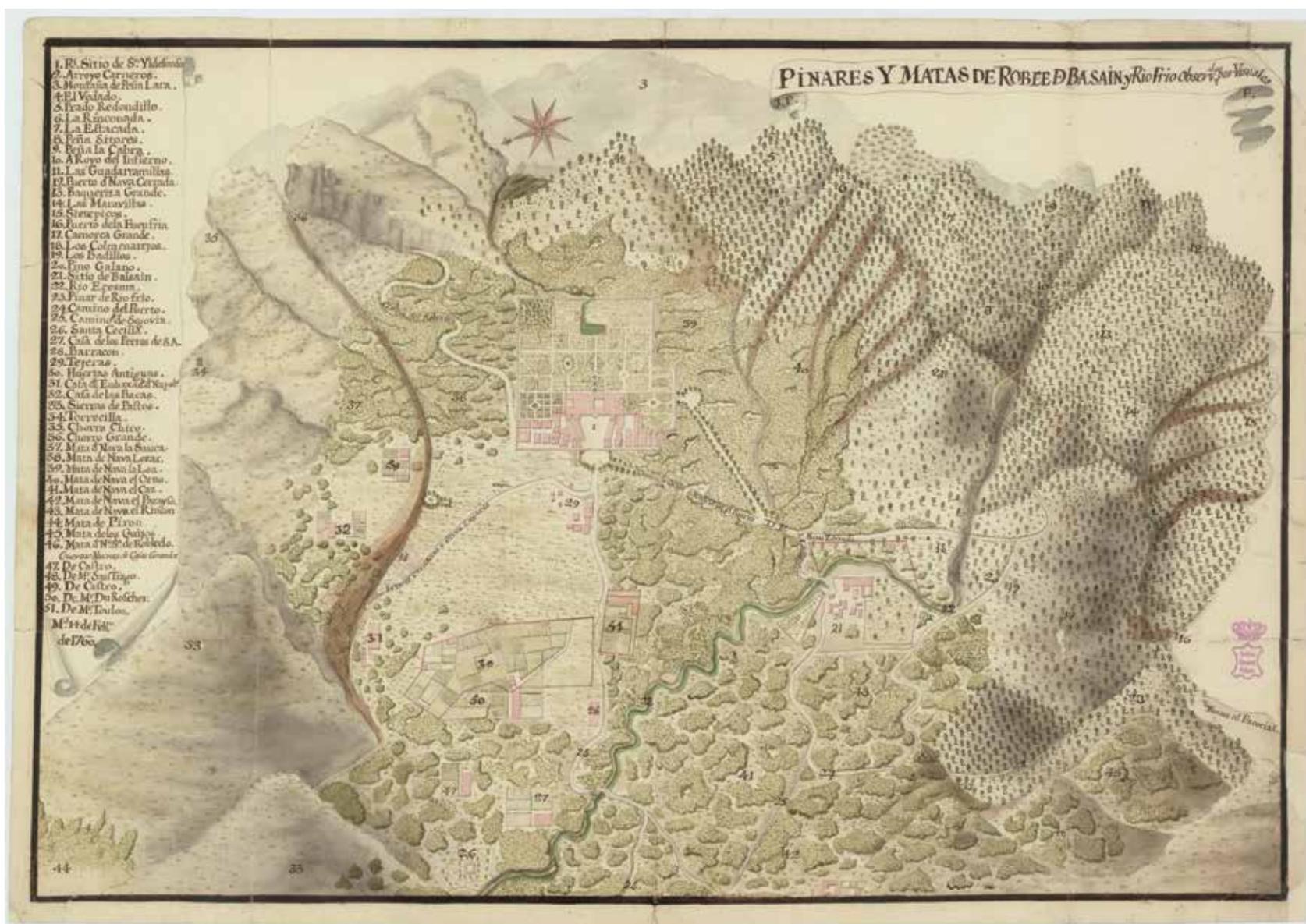
La Edad Media: entre la devoción religiosa y la caza

Los montes de Valsaín, con sus pinares y matas de robles, habían pertenecido a la Ciudad y Tierra de Segovia desde el siglo XII. Como en otros muchos lugares, el fervor religioso surgido tras los siglos convulsos de la Reconquista propició la construcción de ermitas en esos terrenos y sus proximidades. No se conoce cuándo ni quién las mandó construir, sólo sus advocaciones; una de ellas estaba dedicada a San Ildefonso.

El silencio y la paz espiritual de estos lugares se veían frecuentemente alterados por las vocerías de cazadores y monteros que preparaban la caza para el disfrute de los reyes, quienes sintieron una predilección especial por los alrededores de Madrid y Segovia, las dos vertientes de la sierra de Guadarrama. Por ello, en estos parajes se levantaron numerosos “palacetes de caza” o “casas reales”, habilitadas no sólo como residencias temporales, sino también como encerraderos de algunas de las fieras atrapadas con vida. Este fue el origen de la construcción de la Casa del Bosque de Segovia (Valsaín) y la Casa de San Ildefonso.

Se ha venido afirmando que la construcción de la Casa del Bosque de Segovia fue una decisión de Enrique IV (1454-1474). Algunos de sus cronistas han dejado constancia de su afición a la caza y de su afán por levantar grandes y sólidos edificios en los lugares donde cazaba. Sin embargo, aunque impulsó algunas mejoras y ampliaciones, no fue él quien inició este proceso sino sus predecesores. Así, a lo largo de la Edad Media se levantaron varias torres que se fueron uniendo, configurando un edificio de planta cuadrangular. Incluso una de las torres quedó aislada del conjunto principal, posiblemente por iniciativa de Enrique IV.

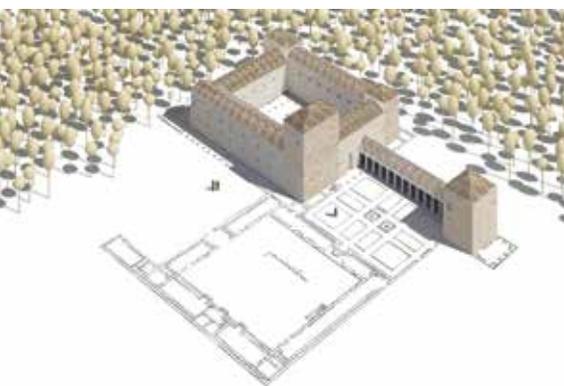
Esta Casa del Bosque fue transformada a lo largo del siglo XVI, y se ha repetido en numerosas ocasiones que el edificio surgido a partir de entonces, el Palacio de Valsaín, fue consecuencia de los nuevos gustos del monarca tras visitar diversos palacios en Europa, llegando a afirmar que era el palacio español más flamenco de la época. Todo ello es cierto en muchos detalles valiosos, pero también lo es que la planta del conjunto, donde se percibe con claridad una peculiar y exótica disposición de sus volúmenes, estuvo condicionada por el edificio medieval: la Casa del Bosque. Felipe II convirtió la “fortaleza” en un palacio o, mejor dicho, en una villa para un príncipe del Renacimiento. Así, se “envolvió” la construcción medieval para ofrecer una imagen renovada, tanto al exterior como al interior.



Poco frecuentes fueron las visitas reales al Palacio de Valsaín durante el siglo xvii. Carlos II, el último de los Austrias, lo hizo en 1686 y se cuenta que, nada más terminar su estancia, el palacio ardió. En ese momento empezaba el declive y ruina de un edificio modélico de la arquitectura española del siglo xvi y, desgraciadamente, casi desaparecido.

Por otro lado, la primitiva ermita de San Ildefonso, situada en las proximidades de Valsaín y sustituida por otra de nueva planta en el mismo lugar a mediados del siglo xviii, es la única de toda la provincia de Segovia dedicada a este santo, nombrado arzobispo de Toledo en el año 657. Tenía planta rectangular, nave única y ábside poligonal orientado al este. Contaba con varias obradas de prados y huertos.

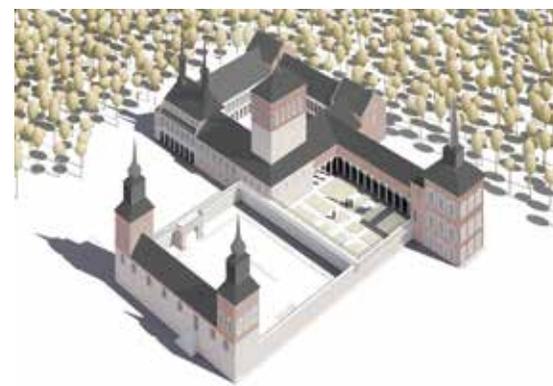
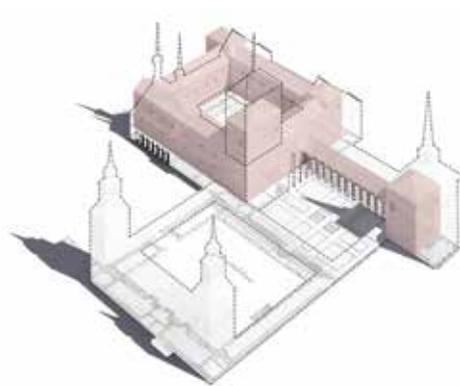
Pinares y matas de robles de Balsain y Riofrío. Archivo General de Palacio, Planos, nº 712.



Restitución hipotética de los volúmenes de la Casa Real del Bosque de Valsaín a finales del siglo xv.

Superposición del palacio a finales del siglo xv y futura envolvente del palacio en el siglo xvi.

El Palacio de Valsaín a finales del siglo xvi. Dibujos de David Marsinyach Ros, arquitecto.



En uno de los terrenos cercanos a dicha ermita, Enrique IV, hacia 1450, levantó la llamada Casa de San Ildefonso para el disfrute de la caza. En un documento de 1467 se cita una torre. Ambas, la Casa Real y la ermita, fueron cedidas por los Reyes Católicos a partir de 1477 a los monjes Jerónimos del monasterio del Parral de Segovia, como lugar de retiro y descanso. Documentación de 1478 demuestra que en esta fecha se convirtió la casa en una “pequeña fortaleza”, por lo que es probable que se añadieran tres torres. Estos datos, el conocimiento sobre el proceso de gestación y ampliación de estas “casas” para la caza en etapas sucesivas a modo de “envoltorios” y otros argumentos, apuntan a que la construcción que habitaron los jerónimos ya contaba con cuatro torres de diferente entidad, unidas en un perímetro cuadrangular, con un patio interior.

El retiro de Felipe V

En el año 1700 moría Carlos II sin descendencia y ese mismo año fue nombrado para ocupar el trono de España Felipe V. Era nieto de Luis XIV y primer Borbón de la monarquía española. Había sido educado en las prácticas de un buen gobernante, recibió una formación intelectual muy completa y se le inculcaron unos principios muy estrictos desde el punto de vista moral y religioso.

Inmediatamente después de la muerte de su primera esposa María Luisa Gabriela de Saboya en febrero de 1714, se pactaba un nuevo matrimonio, esta vez con Isabel de Farnesio, italiana también. Felipe V e Isabel de Farnesio visitaron Valsaín en varias ocasiones. Conocieron entonces la casa, la granja y la ermita de San Ildefonso, todo ello propiedad de los Jerónimos. A comienzos del año 1719 el rey, con un estado de ánimo bastante mermado, pensó en la posibilidad de retirarse de la política a un lugar tranquilo donde poder descansar y “meditar sobre su alma”. Decidió hacerlo en esos edificios y terrenos donde también los monjes se aislaban unos días al año. No se le habían borrado los recuerdos de los jardines que tanto disfrutó en su país natal, Versalles y Marly entre otros, y en este lugar encontró la posibilidad de realizar uno semejante. En el año 1720 los reyes compraron toda la propiedad con sus edificaciones, huertos y tierras.

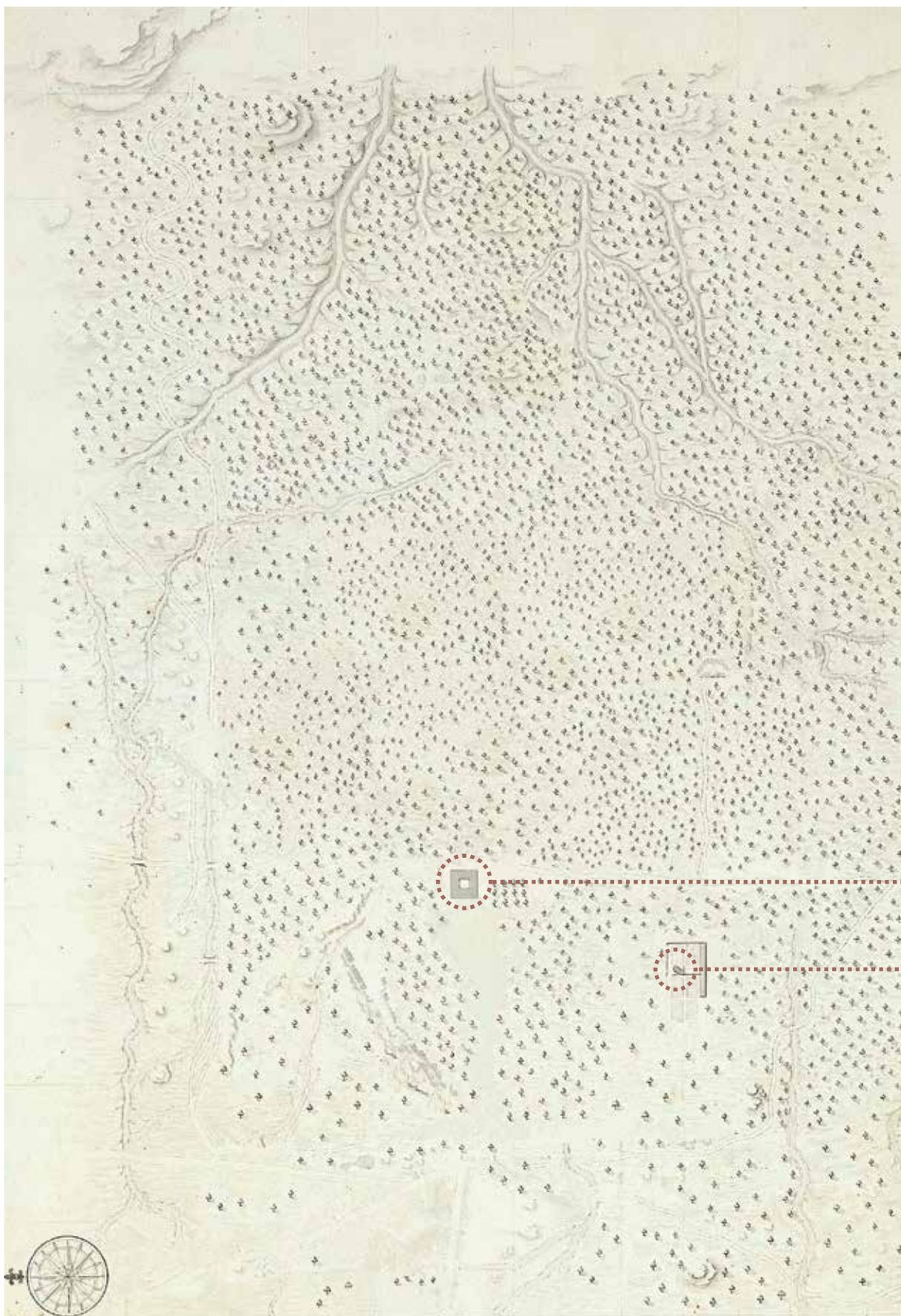


Louis-Michel van Loo, *Felipe V e Isabel de Farnesio*, 1743. Museo Nacional del Prado.

Resulta muy significativo el hecho de que las primeras intenciones del rey, quizás no tanto de la reina, fueran acondicionar la casa de los monjes con pequeñas obras. Estos trabajos fueron encomendados al arquitecto real Teodoro Ardemans. Sin embargo, inmediatamente cambiaron los planes y, aunque se habla de un edificio “nuevo”, el proceso fue semejante al descrito en el Palacio de Valsaín.

Ardemans envuelve las cuatro torres medievales con nuevas estancias; eleva la altura de dichas torres y las remata con los correspondientes chapiteles de pizarra; renueva el patio; proyecta una gran capilla y mantiene en su estado previo las habitaciones que habían ocupado desde el principio en la casa de los monjes, por propio deseo del rey. El resultado fue un palacio de planta cuadrada con cuatro torres que no estaban en las esquinas, sino que emergían aisladas en los pisos superiores, y un patio interior descentrado, ubicado donde el anterior. El eje principal y central, este-oeste, se configuraba a través de las habitaciones de los reyes y la capilla, es decir, el poder político y el religioso unidos y respetuosamente separados. De aspecto tradicional, era un edificio modesto y campestre porque así lo quiso el rey, condicionado por otro anterior. Los jerónimos, quienes mantenían una estrecha relación con los reyes, afirmaron que el mejor regalo era admirar las “mejoras” llevadas a cabo en el edificio.

Las fachadas exteriores de este palacio se revocaron imitando un zócalo de sillería de granito en la parte baja y ladrillo en el resto. El granito se reservó para la portada de ingreso y los marcos de puertas y ventanas. La distribución de los huecos era regular en todo el edificio, excepto en

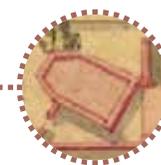
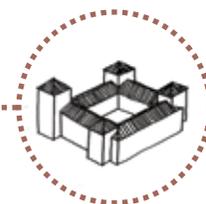


Casa Real y ermita de San Ildefonso en su entorno hacia 1719. Recreación sobre el *Plan general y explicación de los Jardines y Real Sitio de San Yldefonso* de Antonio de Herrera. Dibujo de Aránzazu La Casta Muñoa.

Recreación de la Casa de San Ildefonso a la llegada de Felipe V. Dibujo de Alberto Sanz Hernando.

La ermita de San Ildefonso. Detalle del plano de Fernando Méndez de Rao.

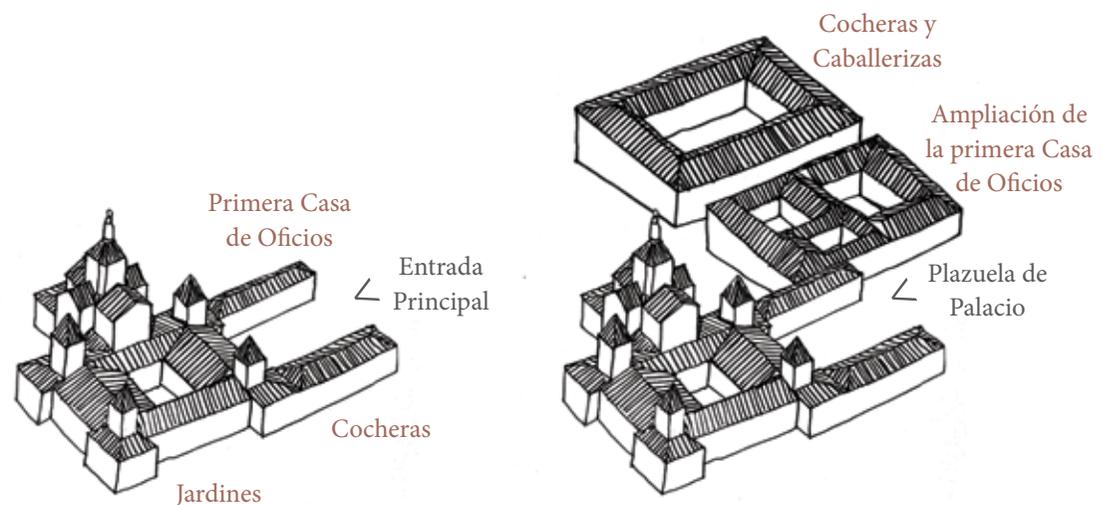
Casa de San Ildefonso



Ermita de San Ildefonso

El Palacio de Teodoro Ardemans en su primera etapa (1720-1721).

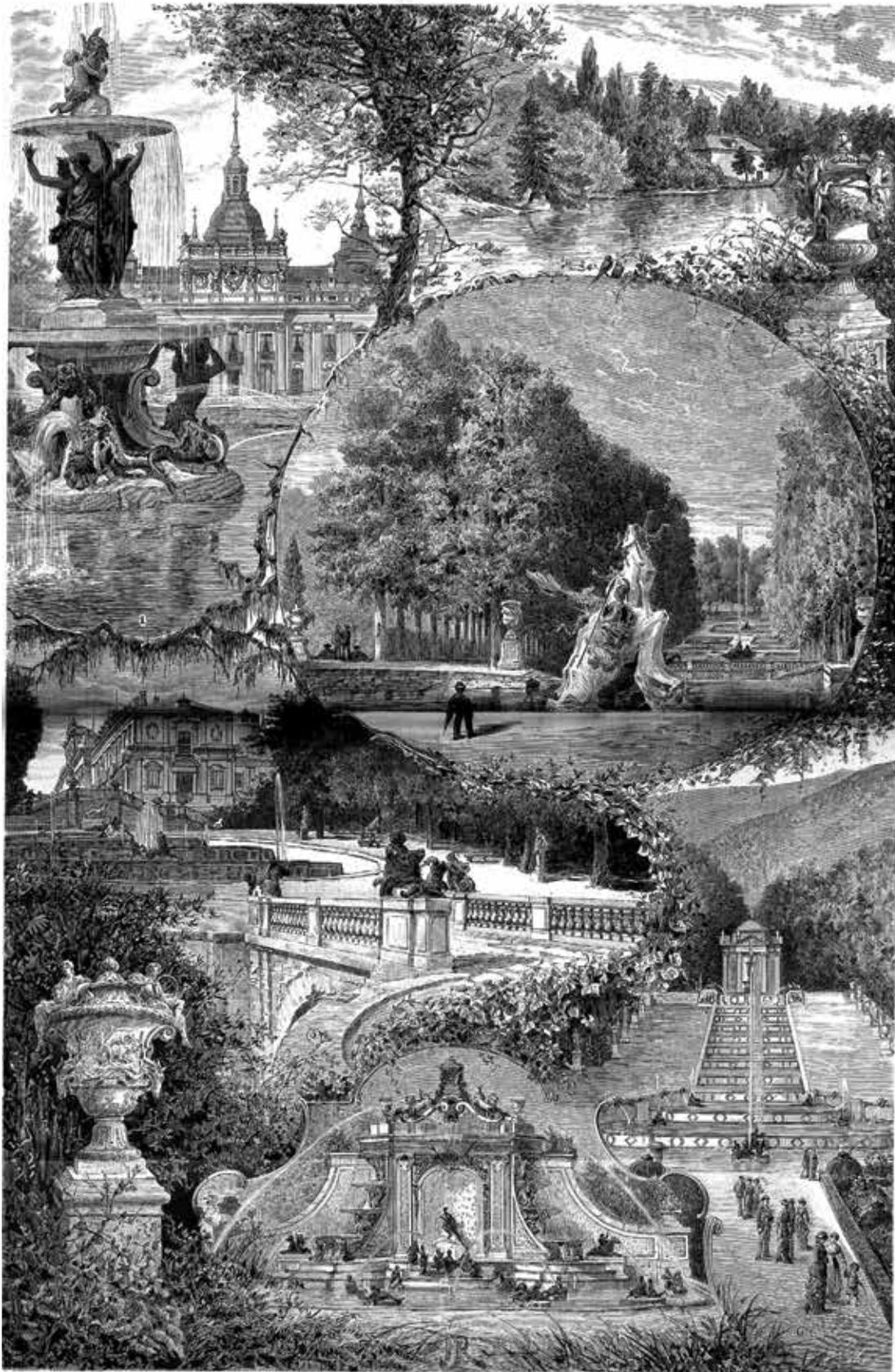
El Palacio de Teodoro Ardemans en su segunda etapa (1721-1723).
Dibujos de Alberto Sanz Hernando.



la fachada oriental a la que se abrían las habitaciones de los reyes, porque se conservó la fábrica antigua. En este cuerpo del palacio, que se abría al jardín, en la planta alta se ubicaba el dormitorio real con una decoración tradicional de azulejos y tapices en las paredes y, en la planta baja, Isabel de Farnesio decoró las habitaciones según su gusto italiano. Una de ellas era el cuarto de la reina, una “fantasía” suya con mármoles y una fuente, probablemente llevada a cabo por el artista romano Procaccini, llegado a la corte en 1720 como pintor. Dicho artista decorará en 1723 otra habitación de este piso bajo con columnas y pilastras de mármol, siguiendo los mismos criterios y gustos italianos.

Cualquiera que haya visitado el Palacio de La Granja se dará cuenta de la singular ubicación de su entrada principal en el lado norte, actual Patio de Coches. Quizás se conservó la orientación de la casa de los monjes. Como en todos los Reales Sitios, además del palacio, eran necesarios otros edificios de servicio, casa de oficios para cocinas y alojamientos, cocheras y caballerizas. En La Granja se situaron frente a esta fachada principal, adosadas al palacio, a modo de alas, delimitando un espacio conocido entonces como “plazuela”. En el ala oeste se encontraba la primera Casa de Oficios unida al palacio a través de dos arcos. En el ala opuesta, al este, se situaron las Cocheras y Caballerizas. No muy alejada se encontraba la Plomería, al servicio del jardín. A partir de 1721, la Casa de Oficios se amplió, y para las Caballerizas se proyectó un edificio con cuatro fachadas, separado de la anterior por una calle estrecha, la actual calle de la Estebanilla. Posteriormente, la primera se convirtió en Casa de Damas, y la segunda en Casa de Canónigos. Este “apéndice” del palacio hacia el oeste fue decisivo para la configuración del espacio urbano que se gestó después: la Plaza de Palacio.

Frente a las habitaciones privadas reales, en la ladera de la montaña que descendía hacia el Palacio, se proyectó un jardín que no ocupaba la superficie definitiva, pero que el rey podía disfrutar desde sus aposentos y recordar los que conoció en Francia. Ninguno de los protagonistas en la formación de este jardín manifestó obstáculo alguno sobre las características del terreno.



SEGOVIA. — REAL SITIO DE SAN ILDEFONSO (LA GRANJA).

1. PUENTE «DE LAS GRACIAS» Y PARTE DE LA FACIADA PRINCIPAL DEL PALACIO.— 2. ESTANQUE LLAMADO EL «MAR DE LA GRANJA».— 3. JARDIN DEL PARTENO DE ANDRÓMEDA.— 4. FUENTE DE ANDRÓMEDA Y «CARRERA DE CABALLOS».— 5. CAMARÁ DE «LA SELVA» Y PALACIO.— 6. CANCHA DE TENIS.— 7. FUENTE LLAMADA «EL BAÑO DE IRANA».— 8. JARDIN DEL PARTENO DE «LA YAMAR».

(Dibujo de B. Rodríguez, en vista de fotografías de L. Gómez.)

Real Sitio de San Ildefonso (La Granja), revista *La Ilustración española y americana*, Número XXVII, 22-07-1880. Biblioteca Nacional de España.

Palacio desde el eje de Anfítrite en los jardines.

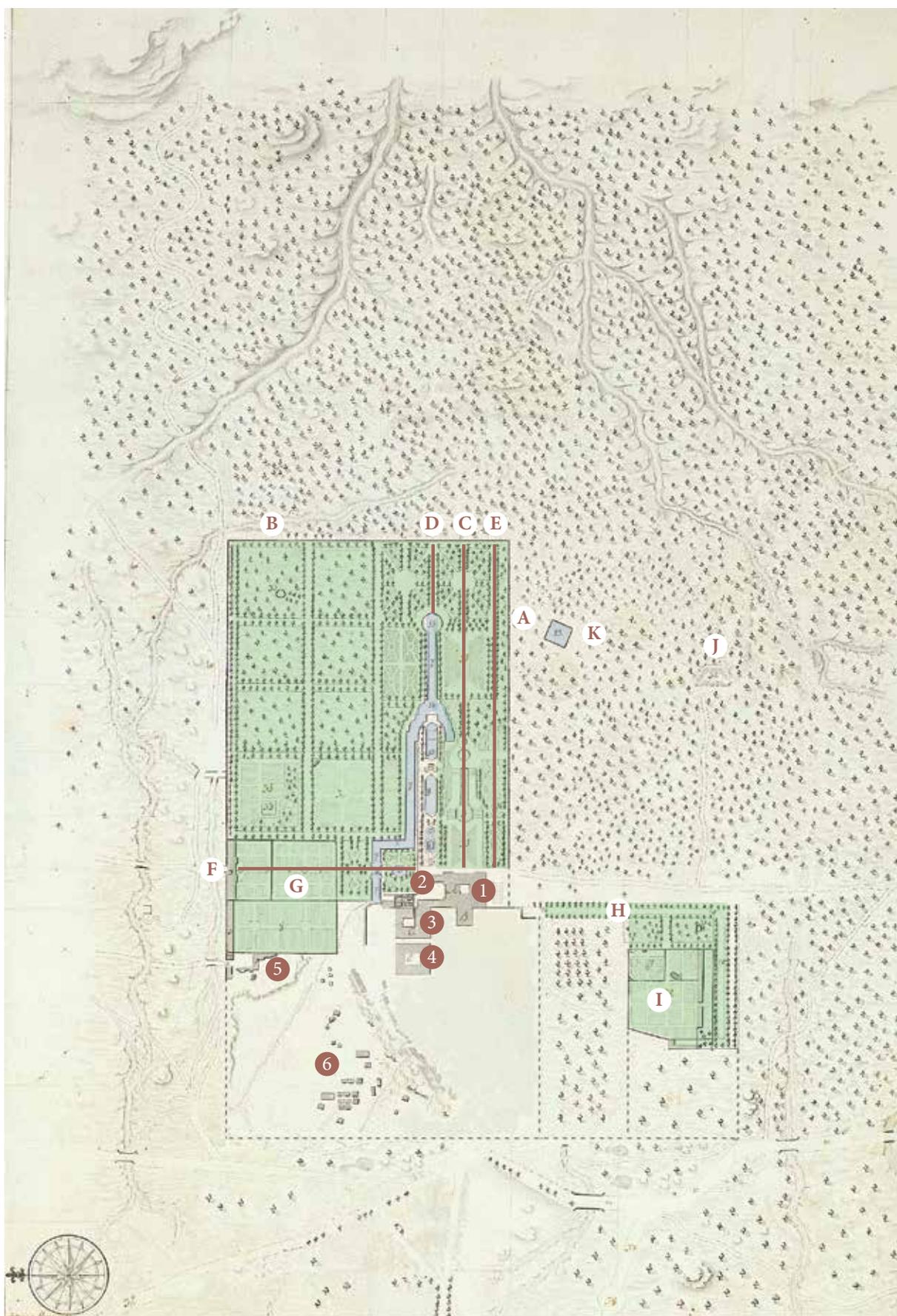


Isabel de Farnesio escribió que, frente a los Jardines de Colorno, donde ella veraneaba en Italia y que describe como un jardín más plano, el de La Granja era más alto y muy distinto a todo lo se había realizado hasta entonces en nuestro país.

Es el único ejemplo en España en el que todo un jardín, y no sólo una parte, se articula siguiendo los principios del modelo barroco francés. Dichos principios habían sido formulados por André Le Nôtre en lugares como Vaux-le-Vicomte, Versailles, Marly y otros. En ellos se dibuja una cuadrícula geométrica integrada por parterres y bosquetes de formas variadas, sometándose a un eje axial dominante que determina un carácter unitario. Dioses y diosas de la antigüedad poblaban estos jardines y bosques, convirtiéndolo en un verdadero paraíso pagano.

Sin embargo, en La Granja los estrictos criterios de este tipo de jardín no se impusieron de forma rigurosa, sino con mayor libertad. Se trataba de una interpretación más innovadora y libre de dichos principios, donde se aplicó un evidente respeto hacia las características naturales del terreno. Igualmente, en La Granja se yuxtaponen diferentes elementos autónomos, frente al carácter unitario de los ejemplos franceses. Cada conjunto se diseñó de forma independiente y se unieron de forma quebrada y yuxtapuesta.

Tras una lectura del plano definitivo de los jardines, se puede entender como un todo y considerar que existía un proyecto inicial de conjunto. Sin embargo, son muchas las evidencias de que los jardines con sus diferentes recintos se diseñaron en momentos distintos, lo que explica la singular yuxtaposición de elementos y composición. Hubo varias fases en su realización, consecuencia a su vez de una serie de circunstancias personales, políticas, artísticas y de sucesivas compras de terreno para ampliar sus dimensiones.



El retiro de Felipe V, 1724.
 Recreación sobre el *Plan general y explicación de los Jardines y Real Sitio de San Ildefonso* de Antonio de Herrera.

Dibujo de Aránzazu La Casta Muñoa.

1. Palacio
 2. Plazuela, después Patio de Coches
 3. Casa de Oficios, después Casa de Damas
 4. Cocheras y Caballerizas, después Casa de Canónigos
 5. Casa del Jardinero Mayor
 6. Barracas
-
- A. Muralla, después calle de la Medianería, límite del Jardín del Retiro hacia el sur
 - B. Límite del Jardín hacia el este, después calle de la Última Línea de Abajo
 - C. Eje de Anfitrite
 - D. Eje de Neptuno y la Ría
 - E. Eje de Eolo
 - F. Eje de Vertumno y Pomona
 - G. Huerta, plantel o potajier
 - H. Juego del Mallo
 - I. Recinto de la ermita de San Ildefonso
 - J. Fuente de la Reina
 - K. Estanque Cuadrado

El Jardín del Retiro de Felipe V no ocupaba toda la superficie actual. La primera compra se realizó en el año 1720. Es fácil imaginar la casa y la ermita rodeadas de terrenos destinados a huertas, prados y arboledas en recintos cerrados e irregulares, entre la espesura de robles y pinares. La construcción de una nueva tapia regularizó su perímetro. Los límites de este Jardín del Retiro pudieron ser, hacia el este la calle de la Última Línea de Abajo, y al sur la calle de la Medianería. Está documentado que en esta última hubo una cerca o tapia denominada “murala”, por tanto, no tendría mucho sentido que se proyectara un jardín más allá de estos límites.

El trazado de este jardín fue realizado por Renato Carlier, arquitecto y jardinero francés nombrado director de las obras en 1721. Había llegado a España para trabajar en los proyectos para el Buen Retiro en 1712. Murió en 1722, un año después de llegar a La Granja, pasando a ocupar el cargo que él había ejercido su compatriota Esteban Boutelou.

En este Jardín del Retiro se crearon tres ejes paralelos que descienden hacia el Palacio, edificio que determina la alineación de los mismos. La denominación que se utiliza para cada uno de estos ejes se ha realizado utilizando el nombre de algunos de los personajes más relevantes de sus fuentes. El central o axial de Anfítrite se hace coincidir con el eje central del Palacio de Ardemans en dirección este-oeste (habitaciones de los reyes y Colegiata). A los lados, demasiado próximos en el plano, pero separados por altos muros de contención que salvan los fuertes desniveles del terreno, los ejes de Eolo y de Neptuno (después Carrera de Caballos). El agua, elemento presente en todos ellos, se impone de forma dominante en el de Neptuno; y lo es también en la Ría, un arroyo canalizado que discurre paralelo al eje de Neptuno, denominado en la época como Río Cascada y al que se une en el estanque de la Media Luna para terminar, a través de un tramo escalonado, en el de Andrómeda. Se trata de tres ejes muy diferentes en cuanto a los elementos utilizados en su composición, siendo el eje de Neptuno el principal, determinado por el ala este de la plazuela del Palacio (después Patio de Coches). Las láminas de agua en estanques escalonados que caracterizan al eje de Neptuno recuerdan lo realizado en Marly, al igual que la Ría o Río Cascada de La Granja rememora la *Rivière* situada detrás de dicho palacete francés. Se asemejan los propósitos, pero el diseño y los elementos compositivos son diferentes. El eje de Eolo no se corresponde con ninguno del Palacio y viene determinado por la búsqueda de una simetría formal con respecto a un elemento central, concepto ligado a este tipo de jardín.

Existe otro eje impuesto por la huerta, plantel o potajier (en francés, potager): una partida reservada y dividida en varios recintos delimitados por cercas. Dicho eje comienza en una escalera monumental que salva el desnivel del terreno en esa zona, continúa en la fuente de la Selva o de Vertumno y Pomona - formada por varias mesetas escalonadas-, el bosque de Nocturnal y se introduce en el plantel para terminar en la Casa de las Flores o invernadero. En el plano, no sobre el terreno, este eje pasa por delante de la fachada del palacio al jardín.

PLANO GENERAL D SAN YLDEFONSO.



Fernando Méndez de Rao, *Plano general de San Yldefonso*, 1734-1737. Biblioteca del Ministerio de Defensa.

En el interior de los estanques y a lo largo del jardín se colocaron numerosos grupos escultóricos, figuras aisladas y jarrones. Renato Frémin y Juan Thierry, escultores llegados de Francia, fueron los creadores de este paraíso pagano, espejo personal de sus moradores, y donde no faltan las referencias alegóricas y religiosas. Abundan los temas acuáticos, fluviales, marinos y niños, entre otros.

La fontanería y los maravillosos y complicados juegos de agua se dejaron en manos de Francisco de Orleáns, también francés. Decía Isabel de Farnesio en 1722, que uno de los aspectos que tenía de bueno este jardín era la abundancia de agua y su calidad, “lo que permitirá que las fuentes estén siempre corriendo”.

De todo el conjunto se desprende un retrato personal e íntimo de los reyes, donde no faltan alusiones al poder pero, ante todo, propio para un lugar que iba a ser un retiro. Isabel de Farnesio se hizo representar bajo la figura mitológica de Anfítrite, la única que podía calmar la ira de su marido Neptuno, aquel dios que reina sobre los mares y los ríos. Éste no era otro que Felipe V, legitimado con la corona y un escudo de armas como el soberano del gran imperio marítimo español y cuyas cualidades se suceden en la fuente de Apolo y la de Andrómeda. Anfítrite quedó representada en lo bajo de la Cascada, y en lo alto las Tres Gracias y el Cenador, éste último una bella arquitectura de jardín con una fuerte carga simbólica.

Fuera de los límites de este Jardín del Retiro, la reina había elegido un manantial cuyas aguas se dirigieron al palacio y que se conocería como la Fuente de la Reina. Es posible también que existiera ya, en un lugar cercano a esta fuente, un estanque que serviría de depósito de agua al servicio de este primer jardín, el estanque cuadrado.

En la compra de la Ermita de San Ildefonso se incluyeron algunos terrenos a su alrededor delimitados por tapias, ya fuera de los límites del Jardín del Retiro. Es probable que se trazara en esta etapa el Juego del Mallo, recorriendo dos de los lados de este recinto.

Durante esta etapa no se pensó en la creación de una ciudad. Todos los edificios necesarios para el retiro se encontraban en el propio palacio y en los edificios citados. Se trataba de un terreno con fuertes desniveles en el que se construyeron las barracas para albergar a los trabajadores, sin tener en cuenta ningún criterio urbanístico.

El segundo reinado de Felipe V

Felipe V había fijado su abdicación para el mes de noviembre de 1723. Finalmente, lo hizo en febrero de 1724, fecha en que fue coronado su hijo Luis I. Como consecuencia de la prematura muerte de éste pocos meses después, volvió a ocupar el trono.



Fachada de la Colegiata hacia la Plaza de Palacio.

Tradicionalmente se dice que estas circunstancias determinaron que el retiro se convirtiera en una residencia cortesana para el verano, con todos los cambios que esto conllevaba. Sin embargo, en el mes de septiembre de 1723 se llevó a cabo una nueva compra de terrenos a la ciudad de Segovia. Exactamente fueron 201 fanegas de tierras para ensanchar los jardines y el palacio, y una fanega para la construcción del depósito de agua. Por lo tanto, antes de la abdicación y la vuelta al trono ya tenía intención de ampliar la residencia. No cabe duda de que la vuelta al trono al año siguiente precipitó los acontecimientos, convirtiéndose en una residencia cortesana y configurándose así un Real Sitio que contaría con un palacio renovado a la italiana, unos jardines ampliados y suntuosos a la francesa, y una ciudad que crecería poco a poco sin un plan previo.

Se realizaron nuevas compras de terreno en 1735 y 1740 que afectaron, sobre todo, a los jardines. En la nueva imagen del palacio y la ampliación de los espacios se impuso el gusto italiano de la reina, que ya contaba con el artista que lo llevaría a cabo: el pintor Andrea Procaccini. Éste hizo venir de Italia a sus dos colaboradores, Sempronio Subissati y Domingo María Sani. La ampliación consistió en incorporar dos alas nuevas que originaron un patio hacia el sur, el Patio de la Herradura. Se trataba de una solución práctica, sencilla y coherente, y que impuso la peculiar planta en H invertida del edificio.

En este palacio Procaccini planteó fachadas distintas en función de su ubicación y entorno, precisamente uno de sus mayores encantos. Se trataba de fragmentos sucesivos tomados de



Patio de Coches. Real Sitio de La Granja.

Fachada a los Jardines del Palacio del Real Sitio de La Granja.

Patio de la Herradura. Real Sitio de La Granja. Acuarelas de Laura Rodríguez Jareño.



aquí y de allá, de tratados y láminas de arquitectura, en fin, pinceladas de un pintor que hace arquitectura. Su estilo se caracterizaba por la utilización de órdenes arquitectónicos superpuestos en dos alturas, y por señalar sus ejes centrales mediante pórticos de columnas que soportaban un gran balcón. En este punto hay que destacar el importante papel en esta materia de Sempronio Subissati, al que se deben también importantes iniciativas y proyectos.

Procaccini envolvió y amplió el edificio con sobrias fachadas frente a lo que en esta etapa iba a ser ya una ciudad. En el centro se construyó la nueva fachada de la Capilla del Palacio, ya elevada a la categoría de Colegiata. Se trataba de un símbolo inequívoco de unos reyes defensores de la religión Católica, pero también del fondo escenográfico y monumental de la perspectiva de la plaza que se abría delante. Su esquema, basado en la utilización del orden gigante, la convexidad del cuerpo central y las torres sobre los laterales, se ha relacionado con la basílica de San Pedro del Vaticano en Roma y algunas iglesias barrocas centroeuropeas, sólo que aquí no es más que una pantalla que simula ser lo que no es: la entrada a un edificio religioso. También enriqueció con nuevos materiales las fachadas del Patio de Coches, introduciendo piedra caliza rosa de Sepúlveda.

Frente a los Jardines se impuso un estilo más alegre y vistoso, aunque el cuerpo central se mantuvo en su estado anterior, pues así lo había querido el monarca para sus habitaciones privadas. Ya había muerto Procaccini, cuando en 1735 llegó el afamado arquitecto italiano Filippo



Juvarra a Madrid. Además de los proyectos para el Palacio Real, se le encargó un proyecto para el tramo central de la fachada a los jardines del Palacio de La Granja. Juvarra ideó una fachada postiza, como se ha denominado en alguna ocasión, porque debían mantenerse en su estado las estancias privadas de los reyes. La muerte de Juvarra en 1736 trajo como consecuencia que el proyecto quedara en manos de su discípulo Sacchetti, éste ya con libertad para derribar la fachada antigua y las habitaciones interiores, aunque el diseño fue similar al original. En este tramo, ejemplo magnífico del barroco cortesano internacional, además del granito utilizado desde los primeros tiempos y la piedra rosa de Sepúlveda, se introduce el mármol blanco en capiteles, basas y escultura decorativa. El diseño arquitectónico iba unido a un programa decorativo muy elaborado que no se llegó a realizar en su totalidad. Los cuerpos superiores de las dos torres de Ardemans que daban a los jardines se desmontaron poco tiempo después.

El nuevo Patio de la Herradura pudo pensarse en un primer momento a imagen y semejanza del Patio de Coches. Durante los años comprendidos entre 1729 y 1733 los reyes estuvieron en Sevilla, desde donde remitieron iniciativas de enriquecimiento del Palacio y los Jardines de La Granja. El rey volvió con el ánimo renovado y ese proceso continuó durante unos años. En el Patio de la Herradura se construyó un corredor o galería que recorría sus tres lados y dos pabellones salientes en su entrada, cerrando parcialmente este lado. Todo ello respondía a una explicación: se había convertido en el Patio de Honor y entrada principal de la familia real a sus habitaciones privadas. El tratamiento de las superficies también varió durante esos años, desde el brillante efectismo barroco sin estridencias en los pabellones, a un lenguaje arquitectónico en el patio inspirado en algunos dibujos del Tratado del Serlio, obra del siglo XVI.

Los espacios interiores de la planta baja frente a los Jardines, dedicados a ensalzar las hazañas y victorias del rey, se decoraron con columnas, pilastras, espejos, molduras de estuco dorado y

Fernando Bambrilla, *Vista de las fuentes llamadas las ocho calles*, Colección de vistas de los Reales Sitios, 1832. Biblioteca Nacional de España.

Fernando Bambrilla, *Vista general del Real Sitio de San Ildefonso tomada desde el Campo Santo*, Colección de vistas de los Reales Sitios, 1832. Biblioteca Nacional de España.

El Patio de la Herradura del Palacio desde el eje de La Fama.
Fotografía de Enrique Ruiz Grisolvo.



pinturas al fresco en las bóvedas. Un repertorio artístico dentro del gusto barroco-rococó que se imponía en los palacios de la época. Contó con una galería, presente en todos los palacios reales, decorada lujosamente para ensalzar el poder y la gloria de la monarquía. En La Granja se llamará galería de las Estatuas y estaba situada en el brazo del Patio de Coches que se abre a los Jardines. En la planta alta, los aposentos privados se trasladaron al ala sureste del Patio de la Herradura, eligiendo la reina una decoración con paneles de laca orientales, pilastras de mármol y pinturas para el dormitorio. Las paredes de otras estancias se decoraron con las colecciones de pintura que habían adquirido los reyes y las bóvedas se pintaron al fresco con temas mitológicos y alegóricos. Bartolomé Rusca y Giacomo Bonavía idearon un complejo programa iconográfico en las bóvedas de ambos pisos.

La compra de terreno realizada en 1723 afectó, sobre todo, al conjunto de las Ocho Calles en los Jardines, cuyo trazado podría adjudicarse a Esteban Boutelou. Quedó desde entonces yuxtapuesto al cuadrante del Jardín del Retiro, derribándose la muralla de la calle de la Medianería. Se unieron los dos cuadrantes formal e iconográficamente, aunque con algunos desajustes.

El esquema radial o en asterisco aplicado a las Ocho Calles, en el que varias calles convergen en una plaza central, alcanzó su máximo desarrollo con las monarquías absolutas, pues simbolizaba la subordinación de todos los elementos a un centro, el soberano. Se había utilizado este esquema en dos bosquetes del eje de Neptuno.



Fuente de los Baños de Diana.
Fotografía de Enrique Ruiz
Grisalvo.

En el centro físico y simbólico de la plaza de las Ocho Calles se ubicaba Mercurio, que traslada a Psiqué al Olimpo para recibir de los dioses el don de la inmortalidad. Mercurio lleva el caduceo, símbolo de la paz, y Psiqué la vasija que debía llevar a Venus y no se resistió a la tentación de abrirla, por lo que entró en un sueño letal. Al igual que ocurrió con varios mitos, éste se cristianizó, convirtiéndose en una alegoría del alma (Psiqué) quien, después de haber pagado sus culpas por apartarse del amor divino, acaba por subir al cielo para gozar eternamente de la presencia de Dios.

A lo largo de la década de 1730 se llevó a cabo un proceso de enriquecimiento de las Ocho Calles. En la plaza central aumentó el tamaño de los estanques de las fuentes situadas en las entrecalles y se construyeron los arcos que cobijan a los dioses.

La construcción del Patio de la Herradura determinó, como era preceptivo, la creación de un eje en los Jardines, el eje de la Fama, yuxtapuesto a las Ocho Calles. La fuente de la Fama se unió a uno de los ejes principales del conjunto de las Ocho Calles en dirección este-oeste, en cuyo diseño pudo intervenir Esteban Marchand, ingeniero militar que llevó a cabo algunas intervenciones puntuales en estos jardines como el Laberinto del Jardín del Retiro.

La calle de Valsaín separa el eje de la Fama de las Ocho Calles, convirtiéndose en otro eje esencial, prolongación a su vez del que discurre por delante de la fachada del Palacio. Al final de la calle, junto a la entrada abierta en la tapia, se ubica la monumental fuente de los Baños de Dia-

na. La diosa es Isabel de Farnesio, rodeada por sus damas y como telón de fondo una refinada arquitectura a modo de gruta, donde se cobija el dios romano Fauno identificado con el dios Pan griego. Fue la última en construirse, se vio afectada también por un proceso de engrandecimiento y enriquecimiento decorativo y la más grandiosa de los jardines. Todo ello ocurría en los primeros años de la década de 1740.

Aunque en esta parte del Jardín también son muy frecuentes los motivos acuáticos, marinos y fluviales, desde el punto de vista alegórico y simbólico, se desarrolló un programa relacionado con las cualidades del rey y hechos concretos de su gobierno, los cuales se utilizaron como modelos de comportamiento para un monarca que aspiraba a ganar la vida eterna.

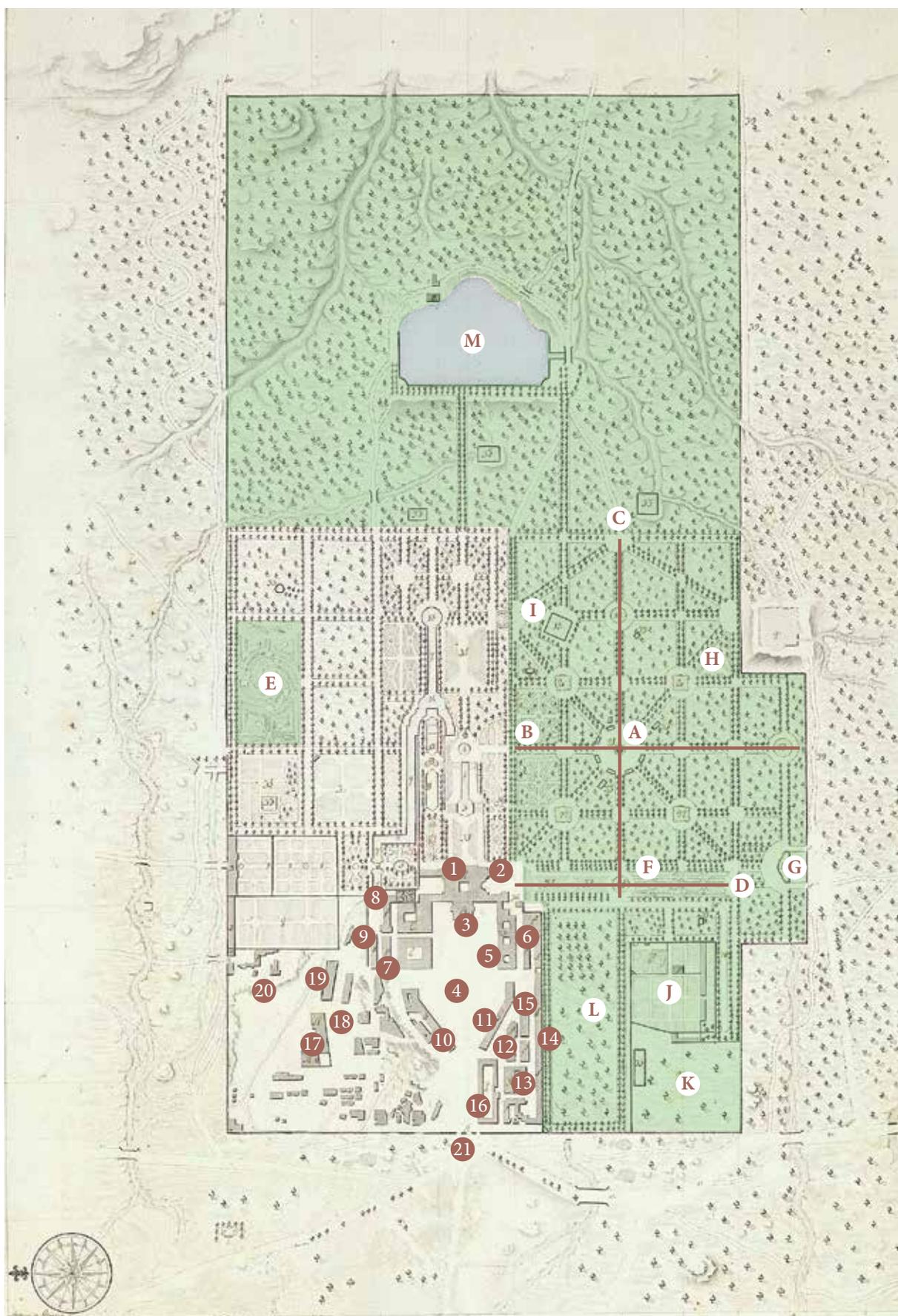
A los escultores Frémin y Thierry les sucedieron Bousseau, Pythois y los hermanos Demandre, de origen francés también pero con un papel secundario, a excepción de Bousseau que sustituyó a Frémin cuando éste volvió a Francia. Thierry lo había hecho anteriormente.

Quedaron dentro del recinto la fuente de la Reina, próxima a la plaza de las Ocho Calles, y aquel estanque cuadrado, cuya forma no se adaptaba a la trama del conjunto.

Muy cerca del eje de la Fama se encuentra la ermita de San Ildefonso y los terrenos circundantes, todo ello delimitado por una cerca. Junto a dicha ermita Isabel de Farnesio había mandado realizar un jardín en 1725, llamado por ello de la Reina o de los Italianos, esto último por la procedencia de su jardinero, el florentino Salvador Lemmi. Se convirtió así en otra de las partidas reservadas, con un jardín privado y otros recintos dedicados al cultivo de fresas, flores y árboles frutales. Isabel de Farnesio podía acceder directamente a la ermita antigua desde su jardín. A partir del año 1742 se constituye la Cofradía de Jardineros con la advocación de San Ildefonso; y la ermita, prácticamente en ruinas, se sustituye por otra de nueva planta para uso de dicha cofradía. Junto a esta partida reservada, se ubicaron la Faisanera y los bosquetes del Mallo.

En el año 1735 se compraron los terrenos que circundan “El Mar”, configurándose una zona conocida más tarde como “El Bosque”. Ese mismo año, en los documentos de archivo, se habla de dos “mares” que se unieron para formar uno, donde los reyes disfrutaban de agradables paseos en góndola. Cinco años después, en 1740, tuvo lugar otra compra de terreno a la ciudad de Segovia, esta vez una considerable superficie de 201 fanegas de tierra. Con ello, a la muerte de Felipe V en 1746 se consolidó el plano de los Jardines del Real Sitio.

Al Palacio siguió la construcción de la Ciudad, a sus pies y separada respetuosamente. Las características del terreno, el encadenamiento de sucesos históricos, la falta de presupuesto (todo lo que llegaba se empleaba en el Palacio y los Jardines), y otras veces el azar, determinaron que en La Granja no existieran grandes proyectos y mucho menos uno de conjunto. La superficie donde se asienta estuvo siempre dividida en dos zonas separadas por un fuerte desnivel del te-



El Real Sitio de San Ildefonso en 1746. Recreación sobre el *Plan general y explicación de los Jardines y Real Sitio de San Yldefonso* de Antonio de Herrera. Dibujo de Aránzazu La Casta Muñoa.

1. Palacio
 2. Patio de la Herradura
 3. Colegiata
 4. Plaza de Palacio
 5. Casa de Oficios Nueva
 6. Casa de Alhajas
 7. Casa de Músicos
 8. Cuartos a la Ría
 9. Casa de Almacenes
 10. Cuartel Viejo, Casa de la Intendencia y Casa de Scotti
 11. Cuartel de Infantería y de Guardias Española y Valona
 12. Taller de Procaccini
 13. Tahona
 14. Cocinas y cocheras de Mallo
 15. Teatro
 16. Caballerizas de la Reina
 17. Hospital o Real Enfermería, Plomería e Iglesia de Ntra. Sra. del Rosario o del Cristo
 18. Plazuela del Hospital
 19. Primera Fábrica de Cristales Planos
 20. Pozo de la Nieve
 21. Puerta de Segovia
-
- A. Plaza de las Ocho Calles
 - B. Eje norte-sur. Calle Larga
 - C. Eje este-oeste
 - D. Eje de la Fama
 - E. Laberinto
 - F. Calle de Valsaín
 - G. Fuente de los Baños de Diana
 - H. Fuente de la Reina
 - I. Estanque Cuadrado
 - J. Partida de la Reina en el recinto de la ermita de San Ildefonso
 - K. Faisanera
 - L. Bosquetes del Mallo
 - M. El Mar

rreno, originando dos recuadros casi iguales llamados desde antiguo Barrio Alto y Barrio Bajo, denominación que también puede aplicarse a la categoría social de las gentes que habitaban en cada uno de ellos.

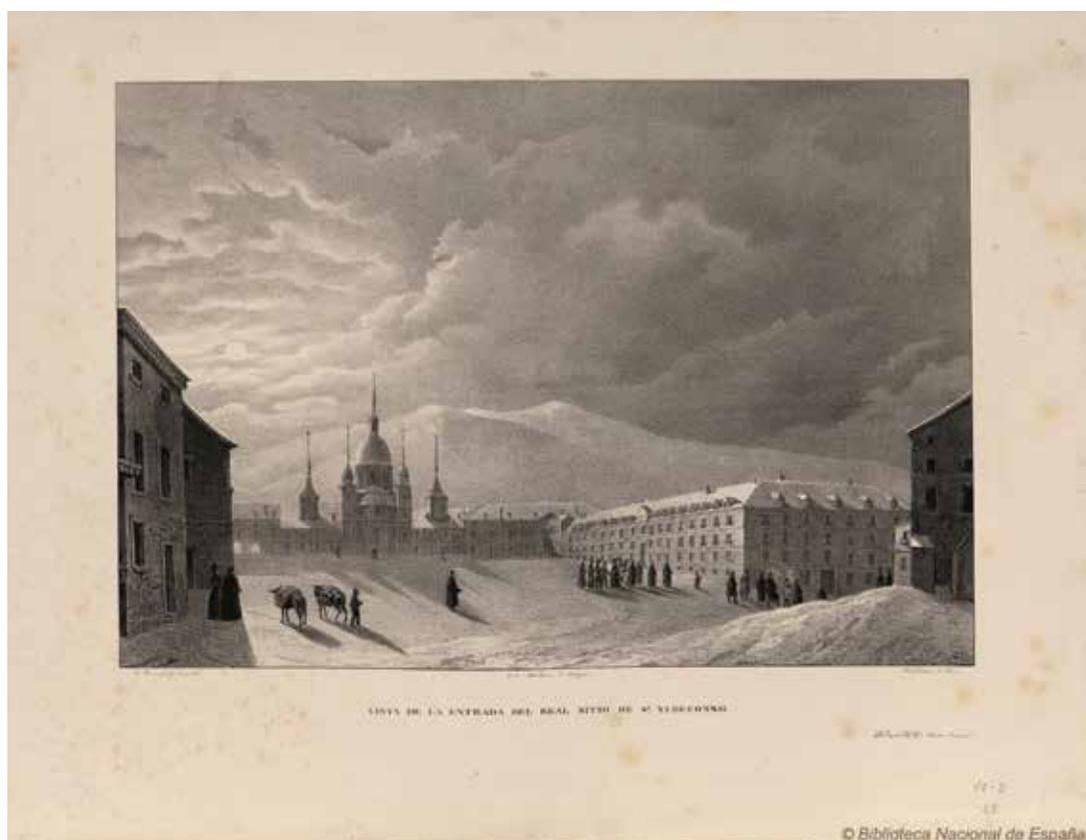
Cuando el rey Felipe V volvió al trono, el desplazamiento de la corte implicaba el de su comitiva y la creación de un aparato administrativo y militar para el control y gobierno del Real Sitio.

En el Barrio Alto y a la sombra del Palacio se empezó a configurar el espacio urbano más importante: la Plaza de Palacio. El tramo más próximo al Palacio se originó por el propio crecimiento de éste y de sus edificios anejos, Casas de Oficios y Caballerizas. La primera Casa de Oficios estuvo situada en el brazo noroeste de aquella “plazuela” de Ardemans. Creció a modo de apéndice perpendicular al palacio, hacia el oeste y, con ella, las Caballerizas. Cuando se amplió el Palacio hacia el sur con el Patio de la Herradura, Procaccini proyectó en 1725 una Casa de Oficios Nueva, unida con el Arco del Infante al ala suroeste de dicho patio. La longitud de esta nueva casa estuvo determinada por los edificios anteriores. Detrás de esta casa se levantó en 1735 la Casa de Alhajas, donde se guardaban los mármoles y otras piezas de valor durante la renovación de las habitaciones del palacio.

Detrás de las primeras Casas de Oficios y de Canónigos, se levantaron otros edificios separados por calles paralelas al eje de la plaza: la Casa de Músicos de la Capilla Real, Cuartos a la Ría y la Casa de Almacenes. La Plaza de Palacio determinó la alineación y orientación de dichas casas y calles, de forma que músicos y canónigos no tenían que pisar la calle para acceder a la Colegiata, ya que lo hacían por pasos elevados.

El tramo siguiente tenía forma trapezoidal. En este caso fue la topografía la que impuso esa forma, pues hacia el norte el terreno desciende considerablemente y obligaba a proyectar los edificios en dirección oblicua. Así ocurrió con el primero en construirse, el Cuartel Viejo, situado en lo alto de dicho desnivel y casi oculto al levantarse después la Casa de la Intendencia, donde se situó el aparato administrativo del Real Sitio a cuya cabeza estaba el Intendente, seguida de la Casa del Marqués de Scotti, italiano y fiel servidor de Isabel de Farnesio. Por simetría, los edificios que se levantaron enfrente, el Cuartel de Infantería y de Guardias Española y Valona, se dispusieron de la misma manera. Detrás estuvo el taller de Procaccini y la Tahona. Adosadas a la tapia de los Jardines se construyeron a partir de 1725 las Cocheras y las Cocinas del Mallo para particulares y, un poco más arriba, el Teatro en 1738, hoy desgraciadamente desaparecido.

Comenzó a configurarse el último tramo, el más alejado del Palacio, una vez construidas las Caballerizas de la Reina en 1738. Todavía no se había consolidado la plaza, pero la nueva fachada de la Colegiata ya era el elemento focal dominante en el eje perspectivo de este espacio urbano, al que ya se podía dar la categoría de Plaza Real. Se accedía a él a través de la Puerta de Segovia, entrada principal del recinto, el cual estaba delimitado por una cerca de contorno regular.



Léon-Auguste Asselineau,
Fernando Brambilla y José de
Madrazo, *Vista de la entrada del
Real Sitio de San Ildefonso*, 1832.
Biblioteca Nacional de España.

El Barrio Bajo estaba ocupado por algunos edificios aislados de cierta entidad, rodeados de barracas de mala calidad y distribuidas arbitrariamente. Debido al gran número de trabajadores fue necesario construir en 1725 un hospital o “real enfermería” con una capilla y un cementerio, de lo que se ocupó Procaccini. Se adosó a la Plomería, que anteriormente estuvo situada próxima a los Jardines. Delante de ambos existía un espacio despejado que habría de convertirse en el centro neurálgico del Barrio Bajo: la Plazuela del Hospital. Entre 1738 y 1740, se edificó, junto al hospital, la Iglesia del Rosario o del Cristo, promovida por la Cofradía de la Virgen del Rosario y de estilo barroco tardío italianizante, siendo el autor del proyecto el italiano Subissati. Muy cerca de esta manzana, hacia el este, se estableció la primera Fábrica de Cristales Planos en 1727. Comenzó siendo un edificio de pequeñas dimensiones, donde un reducido número de vidrieros, dirigidos por Ventura Sit, fabricaban cristales planos para ventanas, coches y espejos. Más arriba y próxima a los Jardines se situó la Casa del Jardinero Mayor y, muy cerca, el Pozo de la Nieve, donde se almacenaba la nieve para conservar los alimentos de la población.

Todos estos edificios jugaron un importantísimo papel en la definición del plano del Barrio Bajo.

Consolidación del plano: Los reinados de Fernando VI y Carlos III

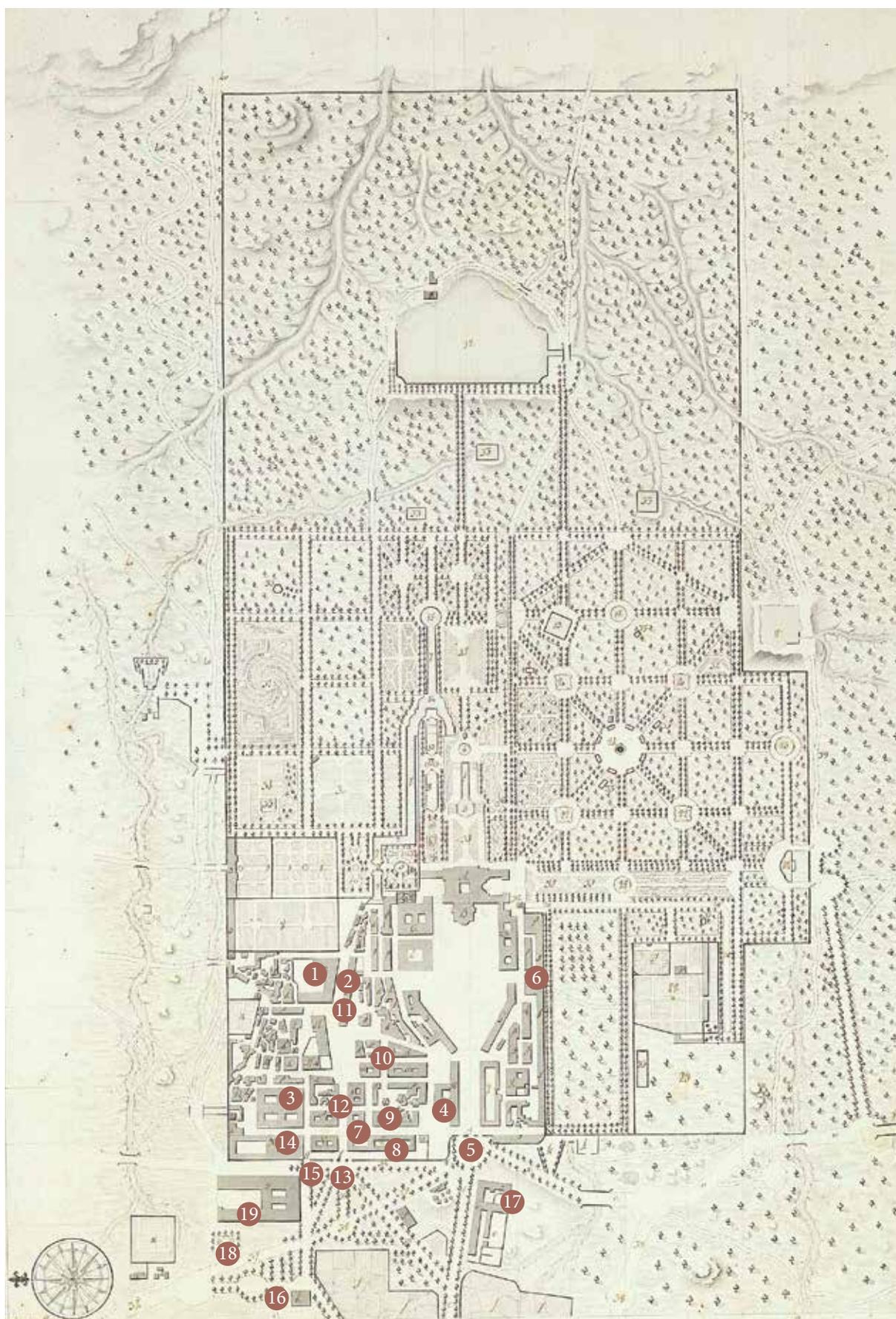
En el Buen Retiro moría Felipe V el 9 de julio de 1746. Le sucedió su hijo Fernando VI, fruto de su primer matrimonio. En su testamento Felipe V dejó a su esposa, Isabel de Farnesio, la posesión del Real Sitio de San Ildefonso y su jurisdicción, así como una considerable renta vitalicia. La reina viuda, con sus hijos menores, se quedó inicialmente en Madrid hasta que al año siguiente el rey la “invitó” a volver a La Granja. Fue en ese momento cuando la Reina inició el proyecto de Riofrío, su gran obra inacabada.

Durante el reinado de Fernando VI (1746-1759) se llevaron a cabo avances muy significativos en la industria del vidrio que afectaron y condicionaron la trama urbana de su entorno. Así, la Fábrica de Cristales Planos se amplió hasta ocupar una gran manzana rectangular de considerables dimensiones, de acuerdo a una mayor demanda de productos y, con ello, aumento de producción. Frente a su fachada principal, al sur, y separadas por una calle, se construyó en 1747 la Casa del Pulimento de Cristales, que originó una manzana estrecha y alargada. A partir del año siguiente, y no lejos de la Fábrica de Cristales Planos, comenzó a levantarse la Fábrica de Cristales Labrados donde empezaron a fabricarse vajillas, objetos de adorno, arañas de cristal, etc, conformando otra gran manzana, casi cuadrada, que determinó la alineación de las calles colindantes.

Durante algunos años, entre las dos fábricas estuvo situado el matadero, que ya se había trasladado a un lugar más apartado en 1752. Es fácil imaginar el insalubre ambiente que se respiraba en esta zona del Barrio Bajo, con los humos de las fábricas y las pestilencias del Matadero, al lado del hospital y el cementerio.

Gran parte del trazado urbano del Barrio Bajo estuvo condicionado por los edificios destinados a la elaboración del vidrio. Así, por ejemplo, para introducir la leña a dichas fábricas se abrió una puerta en la cerca que delimitaba el recinto urbano, denominada Puerta del Horno.

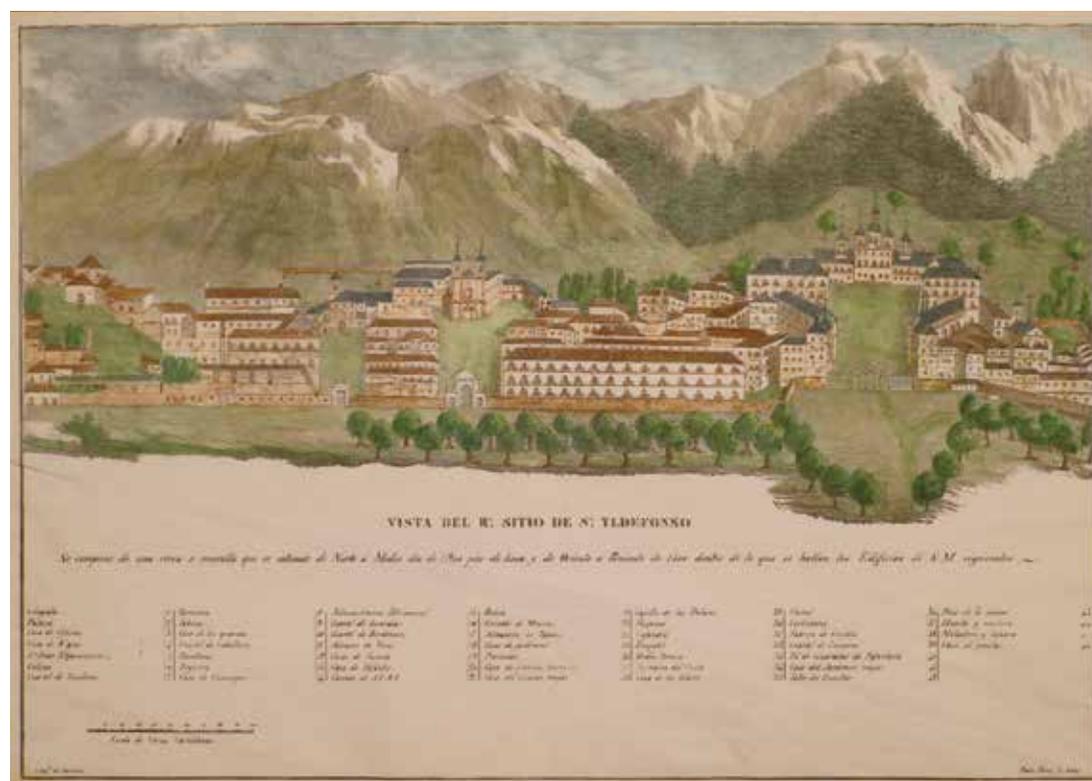
Las reformas del gobierno ilustrado de Carlos III (1759-1788) en materia de urbanismo, arquitectura e higiene, y dirigidas al bien público, mejoraron y consolidaron el plano de la ciudad. En el Barrio Alto se cerró el tramo más alejado de la Plaza de Palacio. Frente a las Caballerizas de la Reina, según proyecto de Juan Esteban, se construyó el Cuartel de Guardias de Corps en 1764, cuya fachada debía guardar estricta simetría con la de las Caballerizas. Se cerró la plaza, como no podía ser de otra manera, con una gran puerta de hierro, llamada Puerta de Segovia, y se hizo confluir un tridente formado por paseos arbolados a una plaza semicircular en el exterior de la puerta.



El Real Sitio de San Ildefonso a finales del reinado de Carlos III, 1789. Recreación sobre el *Plan general y explicación de los Jardines y Real Sitio de San Yldefonso* de Antonio de Herrera. Dibujo de Aránzazu La Casta Muñoa.

1. Fábrica de Cristales Planos
2. Casa del Pulimento de Cristales
3. Fábrica de Cristales Labrados y Entrefinos
4. Cuartel de Guardias de Corps
5. Puerta de Segovia y plaza con tridente al exterior
6. Capilla de San Juan Nepomuceno
7. Calle Nueva o de Infantes
8. Casa de Infantes
9. Casa de Gentiles Hombres de Cámara
10. Plan de la Cuesta de la Pastelería
11. Iglesia de Ntra. Sra. de los Dolores
12. Calle Nueva o de la Reina
13. Puerta de Piedra o de la Reina y plaza y tridente al exterior
14. Cobertizos para la leña
15. Puerta del Horno
16. Hospital Nuevo
17. Parador
18. Fuente del Príncipe
19. Fábrica Nueva de Cristales Planos

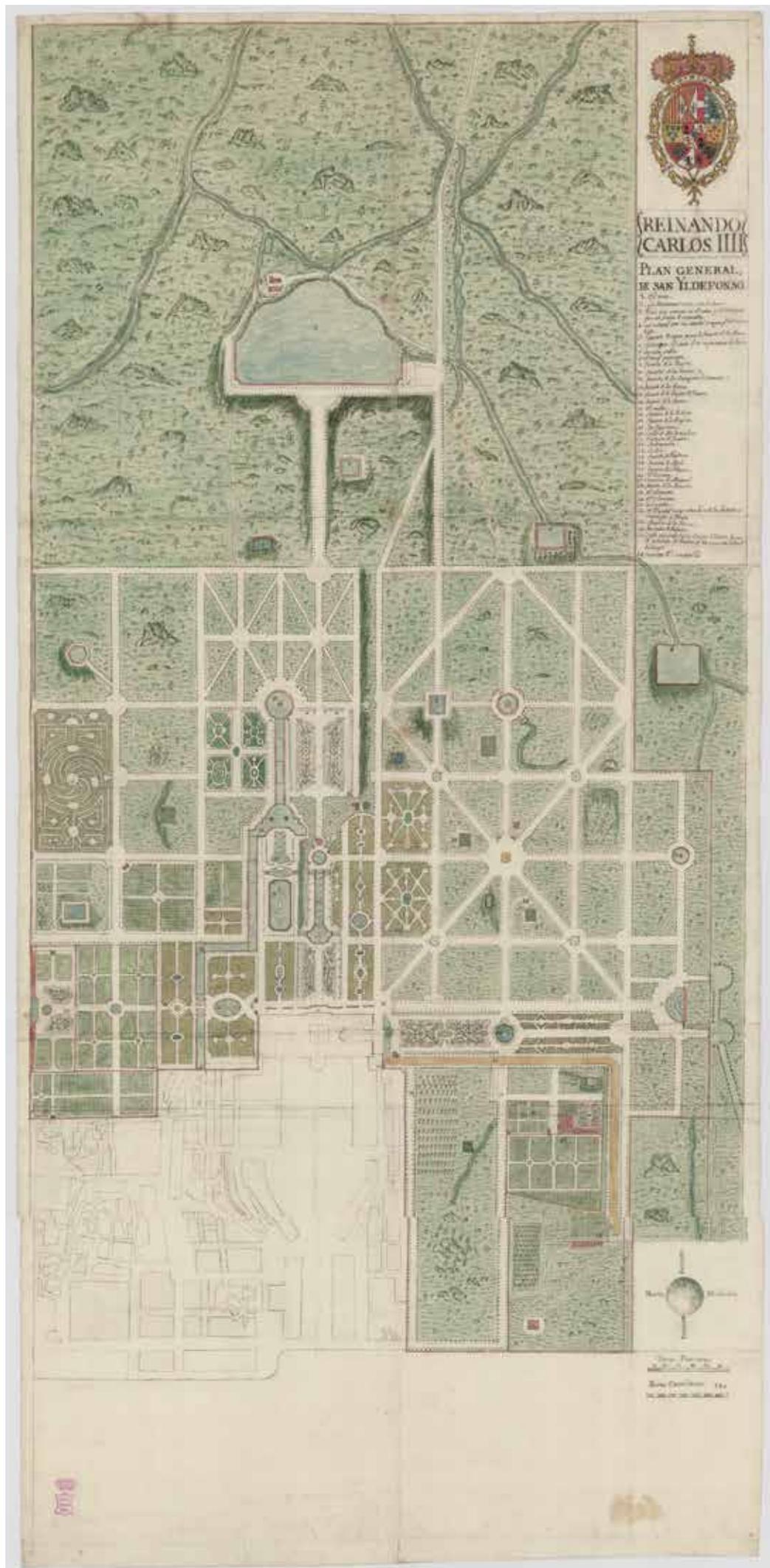
Vista del Real Sitio de San Ildefonso. Pedro Pérez dibujó. Litografía de Hermoso. Propiedad de Pedro Heras Riesgo.



Los cofrades de la Real Congregación de San Juan Nepomuceno, cuya devoción a este santo habían traído los maestros centroeuropeos de la Fábrica de Entrefinos o de Alemanes, consiguieron edificar una capilla junto a la Casa de Alhajas. Otras casas para diferentes cargos políticos conformaron la imagen de esta zona del Barrio Alto.

Debido al desnivel entre los dos barrios, existía una zona de comunicación que no reunía los requisitos mínimos para el tránsito. La primera intervención en dicha zona se llevó a cabo en 1767, alineando la Calle de Infantes y derribando la cerca oeste del recinto urbano para dar cabida a uno de los edificios más importantes del Real Sitio, la Casa Infantes, para alojamiento de los criados de los Infantes D. Gabriel y D. Antonio, dos de los hijos de Carlos III. Concebido como un gran palacio, la Casa de Infantes impuso a la calle un aire noble y señorial. Al otro lado de la calle se levantó la Casa de Gentiles Hombres de Cámara entre los años 1679 y 1774, y el encargado de llevarlo a cabo fue el arquitecto José Díaz Gamones.

La segunda intervención en esta zona de comunicación se realizó a partir de 1787 siguiendo el *Plan de la Cuesta de la Pastelería*, denominación que hacía referencia a una “cuesta” que comunicaba ambos barrios. Por fin coches, carros y personas pudieron transitar con comodidad por las nuevas calles de la Valenciana, del Cristo, de la Scala, de Jardineros y de Embajadores.



*Plan General de San Yldefonso.
Reinando Carlos III. Archivo
General de Palacio, Planos, nº 715.*

En el extremo de la Casa del Pulimento y frente a la Plazuela del Hospital, se construyó la Iglesia de los Dolores en el año 1764, según el proyecto del aparejador Miguel Núñez; a partir de entonces dicha plazuela pasó a llamarse Plaza de los Dolores. Junto a ella, y separadas por una calle, estaba la Casa de la Provisión de la Cebada.

La fachada de dicha Iglesia de los Dolores fue el punto de referencia para la alineación de la Calle Nueva o de la Reina, entre los años 1770 y 1772. Al frente de este proyecto estuvo también José Díaz Gamones. En el arranque de la calle se encontraba la Casa de Infantes y las siguientes manzanas se ocuparon con las casas para los embajadores de Francia y Nápoles. Este eje se consolidó en 1780 con la apertura en la cerca de la Puerta de la Reina y una plaza semicircular en el exterior con tres paseos convergentes en forma de tridente, convirtiéndose en el principal del Barrio Bajo. Este eje seguía la misma orientación este-oeste que el eje de la Plaza de Palacio, y los elementos configuradores eran similares: una plaza semicircular en el exterior con paseos arbolados, una puerta monumental en el arranque, un eje perspectivo y como fondo escenográfico un edificio religioso. A menor escala se repetía el mismo esquema.

A continuación del edificio de la Fábrica de Cristales Labrados, pero separados por una calle prolongación de la de Infantes, se construyó en 1769 bajo la dirección de José Díaz Gamones un edificio (cobertizos) para guardar la leña para las fábricas de cristales. La calle donde se encontraban estos edificios, Fábrica de Cristales Labrados y Cobertizos, se llamó Calle del Horno, a la cual se accedía a través de una puerta discretamente ornamentada, la Puerta del Horno. En el grabado realizado por Pedro Pérez puede comprobarse que se trata de un tercer eje que, junto a los de la Calle de la Reina y la Plaza de Palacio definen la trama urbana del Real Sitio. A continuación de los cobertizos se ubicó la Casa de Postas, abierta a la plaza donde se había trasladado el Matadero.

Fuera del recinto urbano no estaba permitido construir y era donde se ubicaban paseos arbolados y huertas. Sin embargo hubo algunas excepciones cuyo uso explica el proceso. Por ejemplo, por razones de higiene, en la década de 1780 se trasladaron fuera del recinto el Hospital y el Cementerio. No muy lejos de este último y junto al río Cambrones, se levantó la Casa del Pulimento. Este edificio comenzó a construirse en 1762 bajo la dirección de Miguel Núñez, quien por esos años se encargaba también de trazar y edificar la Iglesia de los Dolores. Cerca de la Puerta de Segovia se levantó el Parador.

En el año 1770 se incendió la Fábrica de Cristales Planos. Inmediatamente se puso en marcha un proceso para construir una nueva fábrica fuera del recinto: se eligió un terreno situado entre esos paseos arbolados y próximo a la Fuente del Príncipe, un lugar muy concurrido por los habitantes del sitio. En su diseño y ubicación se impusieron dos principios: que el edificio estuviese en consonancia con el adorno del paseo y la creación de un hito urbano. Así, se levantó un edificio acorde con el ornato exterior, lo suficientemente sólido para solucionar el problema de los incendios y ejemplo destacado de la arquitectura industrial española e internacional, cuyo mérito es justo adjudicar a José Díaz Gamones.



2

Las Reales Fábricas de Cristales

Paloma Pastor Rey de Viñas, Directora del Museo Tecnológico del Vidrio

En un entorno incomparable como es el Real Sitio de San Ildefonso tuvo lugar hace cerca de tres siglos el nacimiento de uno de los proyectos más ambiciosos de la Ilustración, auspiciado por el nuevo rey borbónico al llegar a España: las Reales Fábricas de Cristales.

Felipe V se encontró con un país desindustrializado, dependiente de un mercado de importaciones de productos manufacturados, que tuvo la oportunidad de cambiar mediante la implantación de medidas tendentes a proteger y a fomentar la industria de la nación, con la intención de aumentar los ingresos fiscales del Estado y disminuir el déficit de la balanza comercial. Y para ello, el modelo industrial a seguir fue el francés, en concreto, el que desarrolló Colbert en la Francia del Luis XIV. En definitiva, un compendio de ambiciosas reformas que fueron impulsadas por sus leales ministros y secretarios.

Esta nueva política económica trajo consigo la implantación en España de industrias financiadas por la Corona, tanto de interés estratégico (armamento, barcos, etc.), como de productos especiales (latón, cobre, acero), como industrias dedicadas al mercado (lienzos, sombreros, papel, sedas o paños), o relacionadas con los monopolios del Estado (tabacos o naipes) y, por supuesto, industrias de carácter suntuario (tapices, porcelanas o cristales).

Al contrario de lo que sucedió con la localización de las manufacturas de carácter lujoso, las Reales Fábricas de Cristales se establecieron fuera de Madrid, encadenadas a un Real Sitio y a su Palacio, al que abastecía, y a una rica reserva arbórea que le suministraba suficiente combustible para el funcionamiento de sus hornos. Presentaba una dispersión física de sus edificios, al distribuirse todos ellos en la zona norte del Real Sitio, pero, eso sí, alejados todos ellos del Palacio, para protegerlo de posibles incendios.

El funcionamiento de la industria del vidrio en el Real Sitio, desde su puesta en marcha en 1727, abarca prácticamente hasta el momento actual: una dilatada y apasionante historia que incluye momentos más o menos álgidos, e incluso cortos periodos de paralización de actividad. Por ello se organiza este apartado en seis periodos bien diferenciados: los inicios (1727-1759), coincidentes con las regencias de Felipe V y Fernando VI; desarrollo y expansión (1759-1788) o reinado de Carlos III; consolidación y primer cierre (1788-1808) o reinado de Carlos IV; resurgimiento (1815-1833) o reinado de Fernando VII; arrendamientos (1833-1970) y, por último, la fábrica hoy: La Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Patio de la actual Real Fábrica de Cristales.

Los inicios (1727-1759)

El origen de la Real Fábrica de Cristales está íntimamente ligado al establecimiento del Palacio de San Ildefonso y a la nueva dinastía borbónica que trajo consigo la implantación en España de un nuevo gusto de la mano de Felipe V. El recién proclamado soberano, hijo de Luis I, Gran Delfín de Francia, fue educado en la ostentosa corte versallesca, en una manera de pensar y de comportamiento social que daba una importancia inusitada al lujo y a la apariencia, como reflejo del poder absoluto. Se valió de instrumentos de poder y ostentación, como el cristal, en forma de grandes espejos, símbolo de boato y riqueza debido a su elevado valor y dificultades técnicas que, combinados con las arañas de luces, aportaban a los interiores de las estancias confort y juegos lumínicos de gran escenografía. Reflejaban y multiplicaban las imágenes, ampliaban los espacios y la claridad de las oscuras estancias, perforaban y aligeraban los gruesos muros, y reflejaban el paisaje. Es por ello que los gabinetes de espejos se ponen de moda en este momento, al ser utilizados por reyes y nobles para recibir a los invitados más ilustres. No existía mayor símbolo de suntuosidad que el que ofrecían los espejos de medidas extraordinarias, donde la corte podía mirarse y admirarse de los pies a la cabeza, en todo su esplendor, con sus ricas joyas y atuendos.

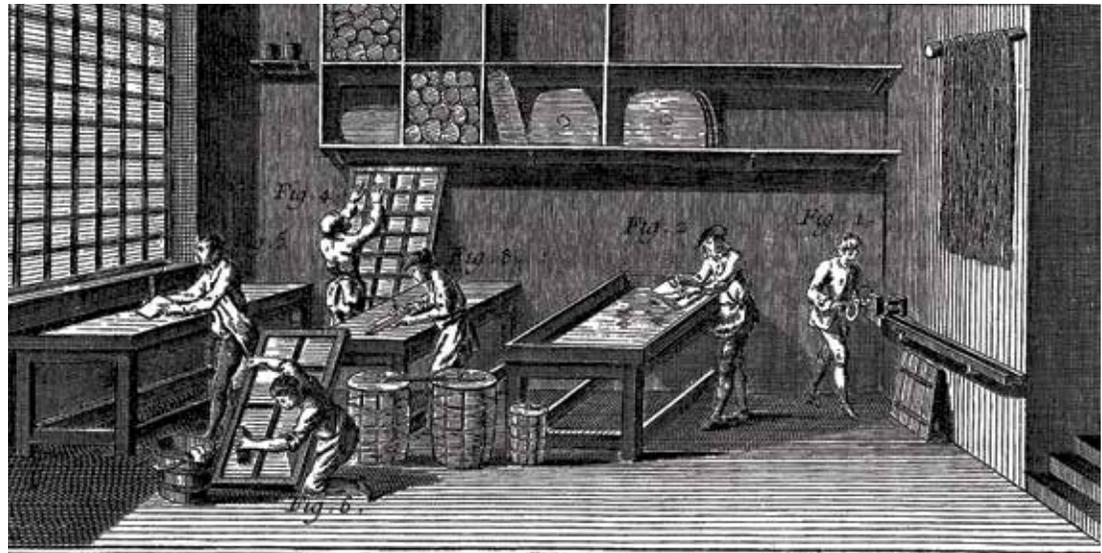
El joven rey conocía muy bien los salones de espejos, como el del palacio de Versalles y otros palacios franceses. Por tanto, no dudó en adquirir grandes espejos venecianos y franceses de elevado valor para hermostrar las estancias de sus palacios.

La nueva etiqueta imponía un nuevo ritual en la mesa: cada cual debía utilizar su propia copa, plato, cubierto e incluso su servilleta. El paladar además se enriqueció con la nueva cocina francesa e italiana, y la variedad de alimentos y bebidas derivó en la obligación de diversificar las tipologías de los recipientes, donde el buen gusto inundaba todos los detalles, tanto de la mesa como del conjunto del comedor, y donde la escenografía y ostentación del banquete eran muy importantes.

Esta estricta etiqueta obligó a diversificar el tipo de recipientes del servicio de mesa y adecuarlos al nuevo gusto imperante. Aunque la demanda de estos suntuosos objetos se reducía lógicamente a las clases sociales más altas, al carecer las fábricas españolas de estos nuevos diseños, resultó forzoso importarlos de otras ciudades europeas como París, Venecia o la región de Bohemia, más avanzadas en las técnicas del vidrio y más acordes con la nueva etiqueta de la alta sociedad que partía de las mesas reales y que era seguida por la nobleza, e imitada por la burguesía¹.

Siempre siguiendo la doctrina de su padre, Luis de Francia (1661-1711), y del ministro francés de finanzas, Juan Bautista Colbert, el nuevo rey decidió impulsar el tejido industrial de la nación, concediendo privilegios y exenciones tributarias a empresarios emprendedores que quisieran arriesgarse a establecer fábricas de vidrio en España. Pero lamentablemente estas

Proceso de instalación de vidrieras en las ventanas. *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert.



industrias antes o después terminaron cerrando como consecuencia de la escasez del abastecimiento de leñas y otros materiales, pero sobre todo debido a la fuerte competencia que ejercían comerciantes extranjeros que vendían vidrios en la península con precios muy baratos y competitivos.

Algunos vidrieros procedentes de estas fábricas arruinadas se trasladaron al Real Sitio de San Ildefonso en busca de trabajo, concretamente Ventura Sit y sus colaboradores, que, una vez cerrada la fábrica de vidrios de Nuevo Baztán, próxima a Madrid y propiedad del marqués de Goyeneche, deciden instalarse en San Ildefonso.

La Fábrica de Vidrios Planos de Ventura Sit²

Fue en 1727 cuando el catalán Ventura Sit llegó a San Ildefonso acompañado de un puñado de vidrieros y sus familias. Su presencia no fue casual, ni tampoco que se construyera su horno bajo un pequeño cobertizo, mandado construir por Andrea Procaccini con el beneplácito del Sr. Secretario de Estado D. Joseph de Patiño. Ventura Sit era sabedor de la demanda que tenía el palacio de vidrios planos para el cerramiento de sus ventanas, y máxime cuando Felipe V, a la muerte de su hijo Luis I en 1724, se vio obligado a regresar al trono, convirtiendo el Palacio de San Ildefonso en su residencia privada, con nuevas estancias y edificios adyacentes.

Paralelamente a la ampliación del palacio, el pequeño horno de Ventura Sit fue creciendo con nuevos hornos, templadores, leñeras y almacenes, hasta convertirse en una verdadera fábrica de vidrios planos que abastecería de ventanas y espejos, no solo al Palacio de San Ildefonso, sino también a los palacios de Madrid y de los Reales Sitios.

En 1735 llegaron 26 espejos de extraordinarias medidas procedentes de la Real Fábrica de Saint Gobain para adornar el gabinete de espejos del Palacio de La Granja. El rey quedó verdaderamente sorprendido de sus dimensiones. El extraordinario valor de estos ejemplares y el elevado riesgo de roturas que suponía su transporte a tan larga distancia fueron razones suficientes para que el soberano se decantara a fabricar estos ejemplares en España, lo que le obligó a invertir en la fábrica de Ventura Sit.

Al mismo tiempo, el rey ordenó quitar todos los vidrios de las ventanas y puertas de sus palacios, sustituyéndolos por otros de mayor tamaño para aportar más intensidad de luz a sus interiores: “Que se quiten las vidrieras que hoy hay, por ser de vidrios y cristales pequeños y que en su lugar se pongan cristales más grandes al tope”³.

Las aspiraciones de Felipe V coincidieron con las de su familia francesa unos años antes: establecer una manufactura de cristales acorde a las exigencias de la nueva sociedad europea, donde pudieran fabricarse no solo espejos y vidrios planos de gran tamaño, sino también todo tipo de recipientes de exquisita calidad, sin necesidad de recurrir a las costosas importaciones. Este camino exigió invertir en maquinaria, materias primas, herramientas y en mano de obra especializada, y el modelo a seguir fue la Real Fábrica de Saint Gobain, cerca de París. Durante los distintos reinados borbónicos, se invirtieron cuantiosas sumas destinadas a estos fines, sin embargo, los resultados no correspondieron a los esfuerzos llevados a cabo.

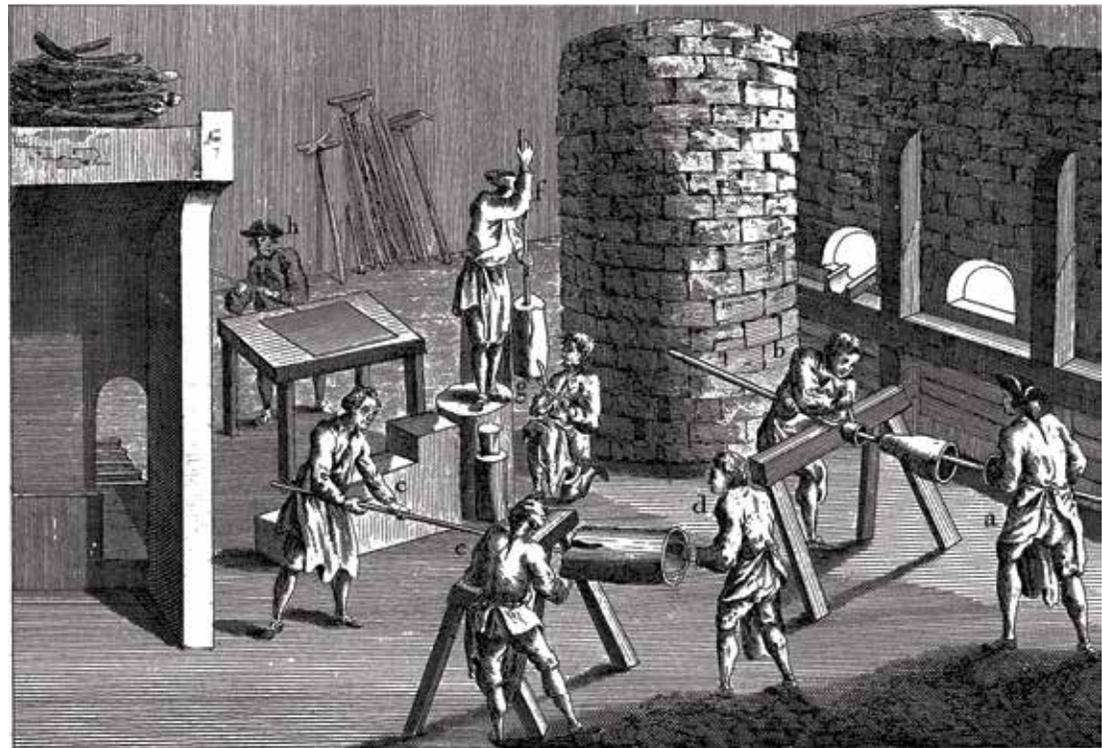
- La fabricación de lunas y espejos

Ventura Sit fabricaba el vidrio plano por el procedimiento de soplado en cilindros que luego abría en caliente, una técnica compleja con muchas limitaciones, con la que resultaba imposible alcanzar las dimensiones deseadas. Sit sabía muy bien que la única manera de conseguir aumentar las dimensiones de las lunas era por el procedimiento de colado sobre mesa de bronce, un método de origen francés que conocía perfectamente al haberlo utilizado en la antigua fábrica de Nuevo Baztán, junto a sus compañeros franceses provenientes de la arruinada fábrica de La Pommeraye, propiedad de un antiguo director y desertor de la fábrica de Saint Gobain.

Inicialmente las lunas de Sit no excedían de 34 × 26 pulgadas (91,8 × 70,2 cm), por tanto, el reto era enorme. Por ello, pidió ampliar la fábrica con un nuevo horno de mayor capacidad, la construcción de nuevos templadores, la ampliación de los cobertizos para secar la leña, una máquina de pulimento y, lo más importante, una nueva mesa para hacer los vaciados, pero de mayores dimensiones que la anterior.

El proceso de elaboración de un espejo comenzaba con el vaciado de la luna por el procedimiento de colado sobre una mesa de bronce⁴. Una vez formada se llevaba a las salas de raspado y pulido para ser desbastada por sus dos caras y, finalmente, a la sala de azogado donde se deslizaba la luna sobre una hoja de estaño impregnada de mercurio, completándose así el proceso de amalgamación⁵.

Proceso de fabricación del vidrio plano con caña, sistema veneciano.
L'Encyclopédie de Diderot y
D'Alembert.

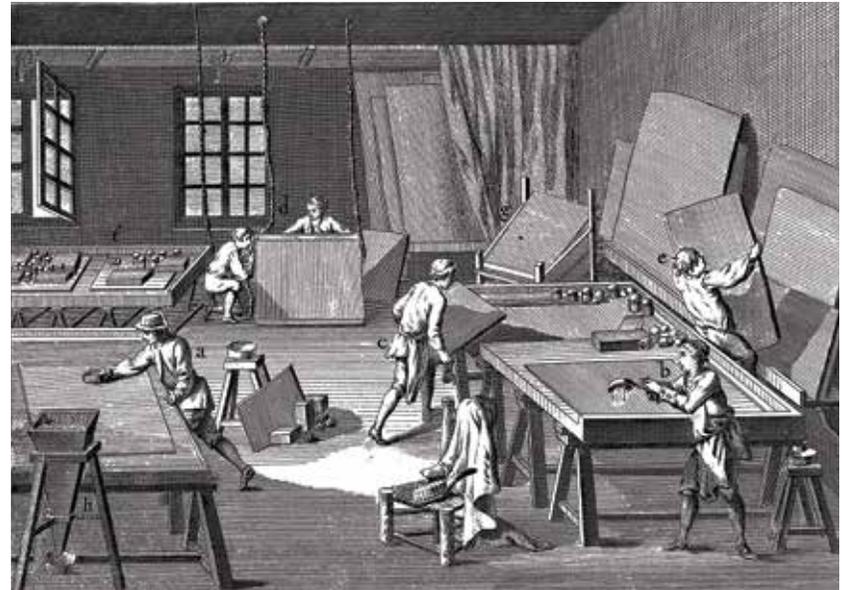
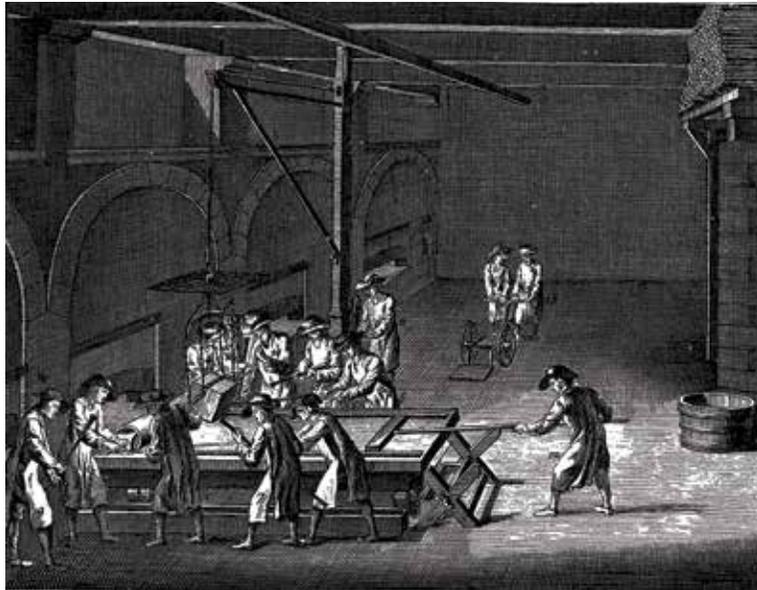


Cuanto más grande era la luna, más compleja y difícil era la ejecución. Además los vidrios planos destinados a espejos debían guardar siempre unas proporciones preestablecidas, la anchura debía tener al menos dos terceras partes de su altura. De lo contrario, no eran servibles.

Sin embargo, Sit tuvo numerosas dificultades técnicas para conseguir fabricar lunas suficientemente translúcidas y que no se rompieran en el recocido o en el raspado y pulido, así como para eliminar los pequeños bullones (burbujas) o partículas sólidas sin fundir que presentaban. Para perfeccionar la calidad de los vidrios, se entablaron debates sobre materias primas, calidades de barrillas, etc., pero no sirvió de mucho. En 1751 el Secretario de Estado Carvajal y Lancaster decidió finalmente enviar a San Ildefonso a un visitador, Carlos de Vargas, que después de varios ensayos consiguió mejorar la calidad de los vidrios de Sit.

Sit sabía vaciar las lunas de vidrio, incluso de gran tamaño, pero no tenía suficientes conocimientos como para batir las hojas de estaño, ni azogar las grandes lunas. Por ello, las lunas de vidrio se trasladaron a Madrid para ser azogadas por los comerciantes Fernando de la Peña y Santiago Altolaguirre, con buenos resultados en 1745.

Superado el problema inicial de los defectos de los vidrios, siguiendo las directrices de Sit, Alejandro Gargollo funde en 1737 una primera mesa de bronce de 8 pies franceses de longitud (259,84 cm), por 5,5 pies de anchura (178,64 cm) y dos pulgadas de grosor (5,4 cm). Pocos años después, el mismo maestro Gargollo fundió en 1744 otra mesa de bronce, que llegaba a alcan-



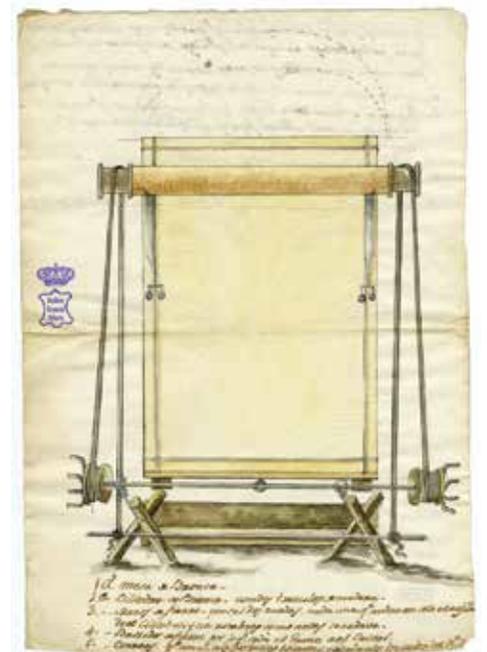
zar 120 pulgadas francesas de largo (324 cm) por 70 de ancho (189 cm), por lo que se colocaron ruedas para facilitar su desplazamiento. Una vez colada sobre la mesa y fría, había que raspar la luna y pulirla por sus dos caras con arenas y esmeriles cada vez más finos, mezclados siempre con agua que actuaban como abrasivo. Cuanto más bruñida y pulida la luna, mejor reflejaba el espejo las imágenes. Estas labores de desbastado resultaban costosísimas al exigir muchos trabajadores y horas de trabajo, por lo que para agilizar estos procesos y abaratar costes se buscaron en París y Venecia nuevos diseños de mesas de desbastado e instrucciones para su manejo.

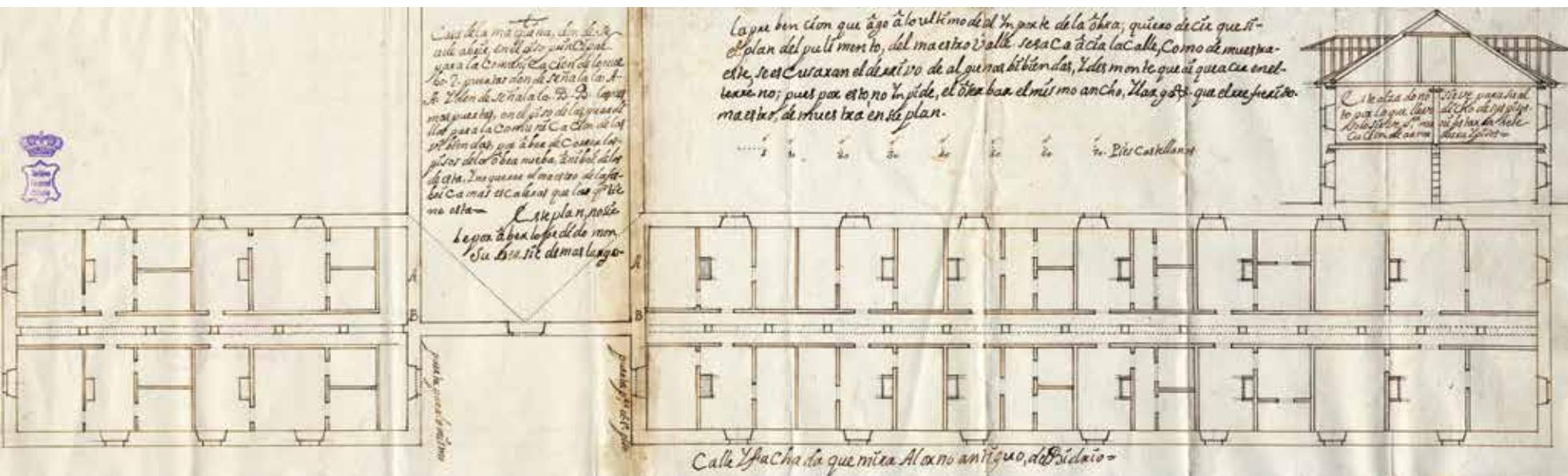
Para aligerar estos procesos de desbastado, Ventura Sit y el albañil Pedro Frontvilla construyen una máquina hidráulica en 1743 alimentada con las aguas provenientes del depósito o Mar que abastecía las fuentes del palacio. Con capacidad para mover hasta 16 bancos de pulimento, este ingenio fue instalado frente a la fábrica de planos, detrás de la Iglesia de Ntra. Sra. de los Dolores del Real Sitio, en el interior de una pequeña casa.

Al aumentar la producción de vidrios planos fue necesario incorporar nuevos bancos de raspamiento y pulimento manuales y, por tanto, construir un nuevo edificio a ambos lados de la casa de la máquina, de planta muy alargada. Organizado en tres niveles, en el bajo se ubicaron los bancos de raspamiento, en el nivel principal los bancos de pulimento y en las buhardillas las viviendas de los operarios. El Archivo General de Palacio conserva un plano de 1747, donde se proyectó ampliar estos espacios avanzando los muros de fachada, idea finalmente rechazada por el maestro Sit al considerar que se estrechaba la calle y, con ello, se reducía la intensidad de luz para las operaciones de desbastado⁶.

Proceso de fabricación del vidrio plano mediante la técnica francesa de colado o vaciado sobre mesa de bronce. *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert.

Azogado de espejos. *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert.





Planta y alzado del edificio de pulimento y raspamiento. ¿Joseph de la Calle?, 1747. Archivo General de Palacio, Planos, nº 1022.

Debido a la irregularidad hídrica del Real Sitio, principalmente en verano, Alonso Garzón construye en 1754 una nueva máquina con seis bancos de pulimento y activada por caballerizas.

El espionaje industrial⁷

Las aspiraciones del rey eran tan ambiciosas que los vidrios debían, al menos, igualar e incluso superar la calidad de otras fábricas europeas. Y esto no se podía conseguir sino a base de especialistas extranjeros, porque en España no los había con suficiente habilidad y destreza. De la misma manera que la Real Fábrica de Cristales de Saint Gobain sedujo a vidrieros venecianos para que pasaran a trabajar a su fábrica, en La Granja se vieron obligados a hacer lo mismo. Bajo las directrices de la Corona, ministros, emisarios, agentes, embajadores, comerciantes e incluso militares se pusieron manos a la obra, a la búsqueda y captura de hábiles vidrieros, una tarea que debía realizarse en la más estricta confidencialidad, debido al proteccionismo que los países europeos ejercían frente a estos tráfugas, especialmente los vidrieros procedentes de Venecia y Francia, pues los vidrieros procedentes de Bohemia y Alemania tenían plena libertad de movimiento.

Gracias a eficientes gestiones diplomáticas, sopladores, grabadores, talladores, azogadores, compositores, ingenieros hidráulicos, maquinistas, batidores de hojas, expertos en óptica y engarces fueron buscados en las principales fábricas europeas, principalmente de Venecia, Francia, Alemania, Bohemia, Inglaterra e Irlanda.

Dibujo de la mesa de bronce para vaciar cristales planos. Época de Ventura Sit. Archivo General de Palacio, Planos, nº 3720.

Con la llegada de los distintos especialistas, se procedió inmediatamente a la búsqueda de materias primas de calidad, la construcción de hornos, moldes, herramientas, almacenes, leñeras, edificios y, paralelamente, se nombraron cargos y redactaron los reglamentos administrativos y laborales de la Real Fábrica. Se establecieron, en definitiva, las bases del funcionamiento de la fábrica, haciéndose realidad el proyecto reformista del monarca a mediados del siglo XVIII.

- Especialistas franceses

Ante los consecutivos fracasos durante la regencia de Felipe V, con la llegada de Fernando VI se produjo un cambio de estrategia en la política exterior y, en lugar de embajadores, fueron comerciantes e incluso militares los encargados de llevar a cabo la tarea de reclutar los especialistas. Así, Antonio Berger, un astuto comerciante francés y de total confianza al ser cuñado del pintor de cámara Luis Van Loo, que solía ir a París con cierta asiduidad para resolver sus asuntos de negocios, no levantaría ningún tipo de sospecha. Berger viajó a la fábrica de cristal de Saint Gobain y contactó con un hábil soplador, Dionisio Sibert, y con un maestro compositor, *Monsieur* Boudein, convenciéndoles para trabajar en España a cambio de grandes beneficios económicos. Al cabo de unos meses llegaron desde París también a San Ildefonso los azogadores y fabricantes de anteojos y estuches, Bautista Marie, Diego Naygeon, así como un batidor de estaño, Pedro Ballot, y un grabador hamburgués, Carlos Munier, todos ellos por mediación de Antonio Berger.

Pocos meses más tarde no tardaron en llegar más especialistas a San Ildefonso, unos por mediación de Berger y otros recomendados por los vidrieros recién llegados, como los franceses Claudio Seigne y Francisco Haly, procedentes de la fábrica de vidrios y loza de Never (Francia).

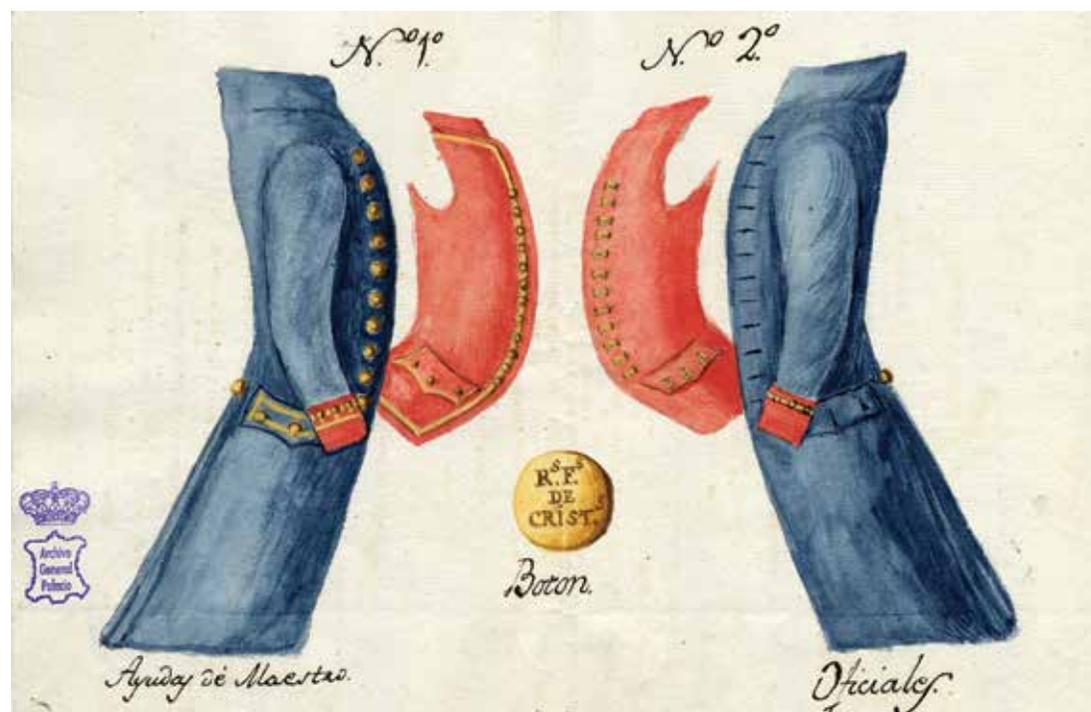
Se buscaron al mismo tiempo jóvenes vidrieros españoles que pudieran aprender con rapidez las técnicas al lado de los vidrieros franceses recién llegados, procedentes sobre todo de los centros vidrieros de Cataluña, Cadalso, Recuenco y Vindel. Como recompensa a su intensa labor, Antonio Berger fue nombrado director de la fábrica.

- Especialistas bohemios y alemanes

Frente al proteccionismo que existía con los vidrieros venecianos y franceses, quienes tenían prohibido salir del país bajo pena de prisión, los vidrieros bohemios y alemanes tenían plena libertad de movimiento, teniendo por costumbre desplazarse por Centroeuropa en busca de leña o materias primas como la potasa. Su capacidad de adaptación pudo ser uno de los factores desencadenantes del gran éxodo de vidrieros originarios de estas fábricas diseminadas por Centroeuropa durante el siglo XVIII.

Al ubicarse estos hornos bohemios itinerantes fuera de las poblaciones, surgió la necesidad de recurrir para la venta de sus productos a comerciantes o intermediarios, primero con carácter individual y, más tarde, de manera asociada formando verdaderas compañías perfectamen-

Uniformes solicitados por los Ayudantes de Maestros y Oficiales, 1800. Archivo General de Palacio, Planos, nº 5400.



te organizadas. Además de vender vidrio bohemio, estas compañías realizaban informes del mercado con el fin de adaptar la oferta a la demanda de los distintos países. Solo así se puede entender cómo una sola familia de vidrieros, los Eder, originarios de Baviera, pudieran emigrar buscando mejores condiciones de trabajo en Portugal, Suecia y Noruega, para terminar asentándose en San Ildefonso⁸.

Entre sus pertenencias traían consigo moldes, tornos y herramientas de trabajo, además de muestras de vidrio de lo que hacían. Al poco tiempo, llegaron otros artífices bohemios y alemanes, como fue el caso de la familia Brun o Brum, acompañados por Juan Enrique Moller, y Juan Enrique Grosky, entre otros. Todos ellos trabajaron bajo la dirección del maestro Joseph Eder.

La familia Eder fue muy bien acogida en San Ildefonso, el director de la fábrica Joseph de Galiano estaba diariamente pendiente de que no les faltara de nada: materiales, alojamiento, herramientas de trabajo, etc., pues era prioritario ver en vivo las primeras muestras de sus trabajos para comprobar así el grado de maestría. Fue tal la expectación que suscitó la familia que todos los empleados se arremolinaron para verles trabajar por primera vez. Una carta del director Galiano, del 5 de febrero de 1751, dirigida a Carvajal y Láncaster decía así:

...“es tanta la gente que concurre para verlos a trabajar que embarazan y por mas ordenes que he dado son tan insolentes que si no es a palos me parece no se ha de lograr”...⁹

La familia Eder incorporó novedades en el diseño y en la calidad de los vidrios, además de nuevos moldes. Tanto las técnicas de trabajo en los hornos como su instrumental, utillaje y composiciones vítreas distaban mucho de los sistemas de trabajo de los artífices españoles o franceses. Utilizaban hornos y cañas de menor tamaño y en la composición de los vidrios empleaban como fundente la potasa, a la manera del vidrio de Bohemia, lo que resultaba un tipo de vidrio muy resistente a los golpes y más económico, de excelente calidad y bajo coste, al no requerir el empleo de minio.

Durante los primeros meses los Eder se dedicaron a ensayar diferentes composiciones con las nuevas materias primas, primero con cenizas de sarmiento y roble, y luego con cenizas de pino, como se hacía en Bohemia. Sus ensayos en un principio no fueron los esperados, hasta que la mujer de Eder quedó encargada de refinar el salitre en bruto, bajo la asignación de 4 reales de vellón diarios.

Además de sus sueldos, los artífices contaban con exenciones tributarias, vivienda, médico, cirujano y fármacos gratuitos, llegando en algunos casos a jubilaciones y viudedades, privilegios que sobrecargaban los gastos generales de la manufactura, así como incentivos económicos para estimular el aprendizaje y la pericia de los artífices, como ayudas de costa, aumentos salariales e incluso nombramientos honoríficos. Todos estos privilegios y prebendas que lastraron la viabilidad de la fábrica siguieron el modelo organizativo que tenía la fábrica de Saint Gobain.

Todos estos especialistas que llegaron al Real Sitio procedentes de Europa convirtieron este pequeño lugar en una especie de Torre de Babel. No hay que olvidar que junto a la tecnología, también trajeron sus familias, sus costumbres, sus tradiciones, sus idiomas, etc., raíces que aún hoy perviven en el municipio.

Los edificios de San Ildefonso: las Fábrica de Planos, Labrados y Entrefinos¹⁰

Resueltos los problemas de mano de obra especializada, se procedió a estudiar un proyecto arquitectónico para ubicar las distintas fábricas, siendo condición imprescindible el abastecimiento de bosques coníferos. Los alcaldes de las distintas villas del otro lado de la sierra de Guadarrama, lindante con Madrid, comentaban que sus pinares se hallaban muy dañados debido al elevado consumo de pinos de las fábricas de Madrid y alrededores. Por este motivo, y por aprovechar los edificios existentes en San Ildefonso, se decide finalmente mantener la ubicación de estas fábricas en el Real Sitio de San Ildefonso. Además este lugar reunía una serie de condiciones idóneas para establecer una manufactura de vidrio de esta índole: independencia del Real Sitio a todo juez y jurisdicción, precios de los alimentos más baratos, buen clima y suficiente abasto de leña en las proximidades al abundar bosques de coníferas propiedad de la Corona. También existían en los alrededores reservas areneras de buena calidad, material imprescindible para la composición de los vidrios, e incluso agua y espacio suficientes. A ello

se sumó la proximidad de la corte de Madrid, lo que garantizaba un seguro y próspero mercado para los productos. El Palacio de La Granja, además, continuaba necesitando el abastecimiento de vidrios planos para sus ventanas, y vidrios huecos y de adorno para sus distintas estancias.

Las fábricas de San Ildefonso se ubicaron definitivamente en el interior del Real Sitio, siempre alejadas del Palacio, y supusieron un importante episodio en la actividad industrial de España. La Granja se convirtió en un conjunto arquitectónico y urbanístico con fines industriales que se aproximaba a otros modelos que se establecieron en otros Reales Sitios, como fue el caso de San Fernando de Henares¹¹.

A grandes rasgos, en todos estos edificios existieron una serie de elementos coincidentes: plantas rectangulares, patios en su interior, entradas principales orientadas siempre al mediodía, donde se ubicaban los hornos de fundición y, junto a ellos, los hornos secundarios o templadores, y salas adyacentes para el almacenamiento de materias primas. Mantenían siempre una organización interna racional y funcional. La actividad del horno obligaba a tener acceso directo al patio, donde se descargaban y oreaban las leñas y también al cuarto de composiciones. Por otro lado, el almacén de tierra greda debía estar intercomunicado con la tahona de moler barri-lla y con el almacén de morteros. Los almacenes y cobertizos de leña se situaban alrededor del patio, que facilitaba además el desplazamiento de operarios y el acarreo de las materias primas.

El aspecto exterior de estas construcciones se ajustaba a un estilo arquitectónico sobrio y des-ornamentado, con una secuencia de ventanas y puertas separadas por impostas. Para su en-noblecimiento solía encaramarse en el cuerpo central de las fachadas principales un escudo, símbolo de la monarquía borbónica, que no solo rompía con la falta de ornamentación, sino que también servía como elemento distintivo del patrocinio regio.

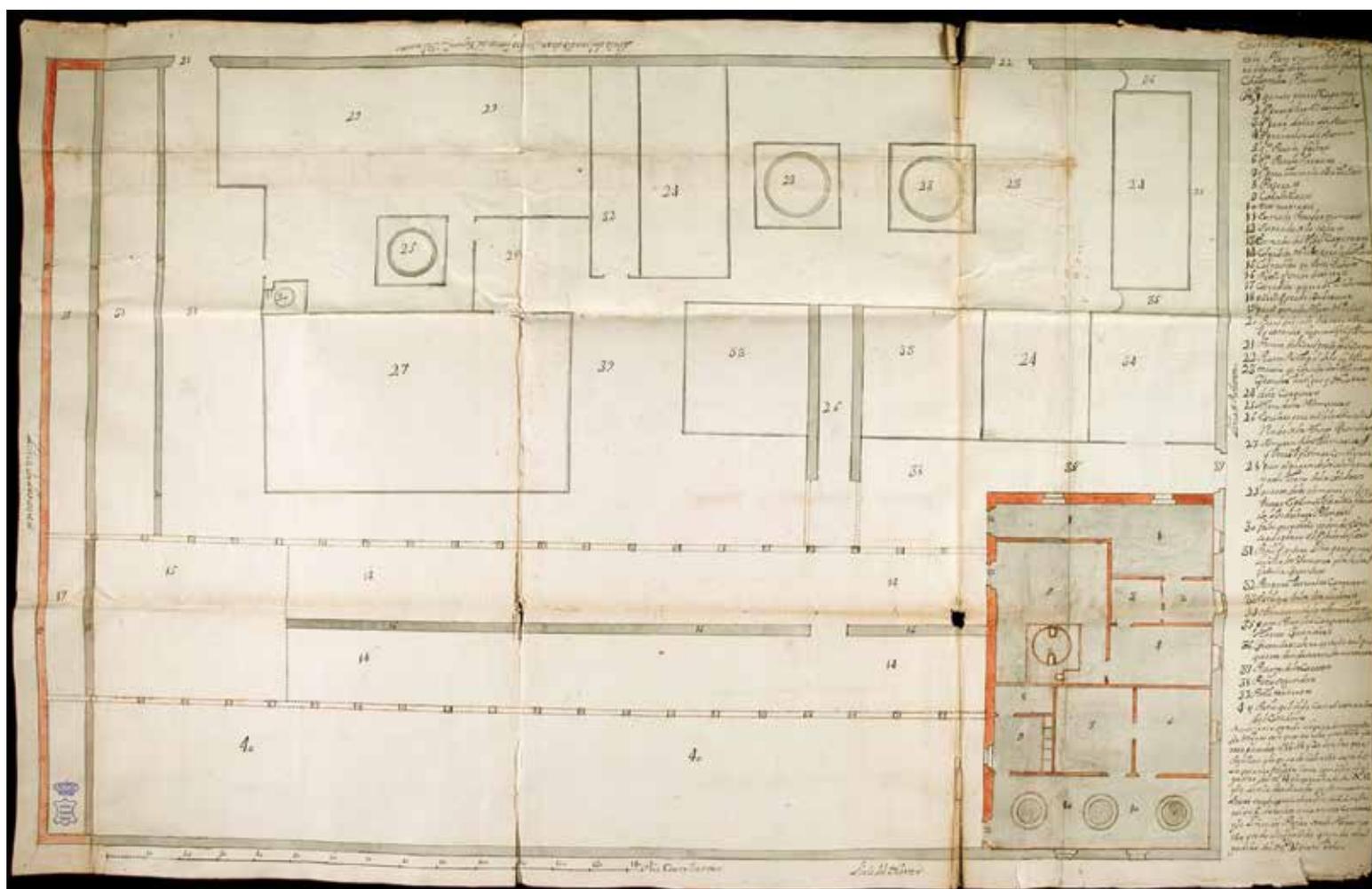
En las zonas de buhardillas se ubicaban las viviendas de los operarios y, sobre los almacenes y oficinas, las viviendas de los altos cargos administrativos y laborales¹².

La producción de las Reales Fábricas durante sus inicios

- La Fábrica de Planos o de Españoles

La Fábrica de Vidrios Planos se ubicó en el edificio de la Calandria, en la antigua fábrica de pla-nos, y en frente se instalaron, como se ha comentado antes, las salas de raspamiento y pulimen-to, es decir, tras la Iglesia de la Virgen de los Dolores. En esta fábrica se producían, además de espejos, vidrios planos para cerramientos, tanto de edificios como de coches, tribunas, urnas, relojes, cuadros, navíos, estampas e incluso muebles con estanterías.

Durante estos primeros años, Ventura Sit produjo en esta fábrica los vidrios planos para las puertas y ventanas del Palacio Nuevo de Madrid, de Aranjuez y del Buen Retiro, para las urnas de las Iglesias del Rosario y Virgen de los Dolores del Real Sitio de San Ildefonso, además de



las lunas de los espejos de las chimeneas del gabinete del Palacio de Aranjuez y del salón de las ocho columnas del Palacio de San Ildefonso. También destacó en la producción un sol gigante para decorar el escenario del Real Coliseo del Buen Retiro, de una ópera de Farinelli.

La representación más antigua que se conoce de la Fábrica de Planos es un diseño de 1751 con motivo de su ampliación para cobijar temporalmente las fábricas de labrados y de entrefinos, con la llegada de los maestros franceses y alemanes.

- La Fábrica de Labrados o de Franceses

La Fábrica de Labrados o de Franceses fue donde se fabricaron todo tipo de objetos del servicio de mesa (vasos, copas, fuentes, especieros, saleros, vinagreras, jarras, garrafillas, etc.), objetos de adorno, iluminación (arañas de 4 a 16 luces, candeleros, globos para faroles, fanales para bujías), además de objetos ópticos (lentes para microscopios o anteojos, carlotas, cámaras obscuras, cajones catóptricos), e incluso tubos o barómetros, entre otros.

Fábrica antigua de Cristales Planos, S.F., 1751. Archivo General de Palacio, Planos, nº 4332.

En este dibujo puede advertirse la situación de los hornos y el resto de dependencias. Con una disposición rectangular, el plano está orientado hacia el mediodía, lugar donde se encuentran las principales dependencias fabriles, es decir, los hornos y templadores (o arcas de recocido), instalándose el resto de estancias secundarias al otro lado (patios y cobertizos de leña). Esta ampliación y nueva distribución de hornos produjo un cierto desorden y falta de equilibrio y simetría.

Araña con flores, con cadenetas añadidas. Colección particular.

Vaso de faltriquera, con filigranas encarnadas y blancas retorcidas, mediados del siglo XVIII. Época de Dionisio Sibert. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Vaso expansionado con filigranas encarnadas y blancas retorcidas, mediados del siglo XVIII. Época de Dionisio Sibert. Museo Nacional de Artes Decorativas, nº inv. 00861.



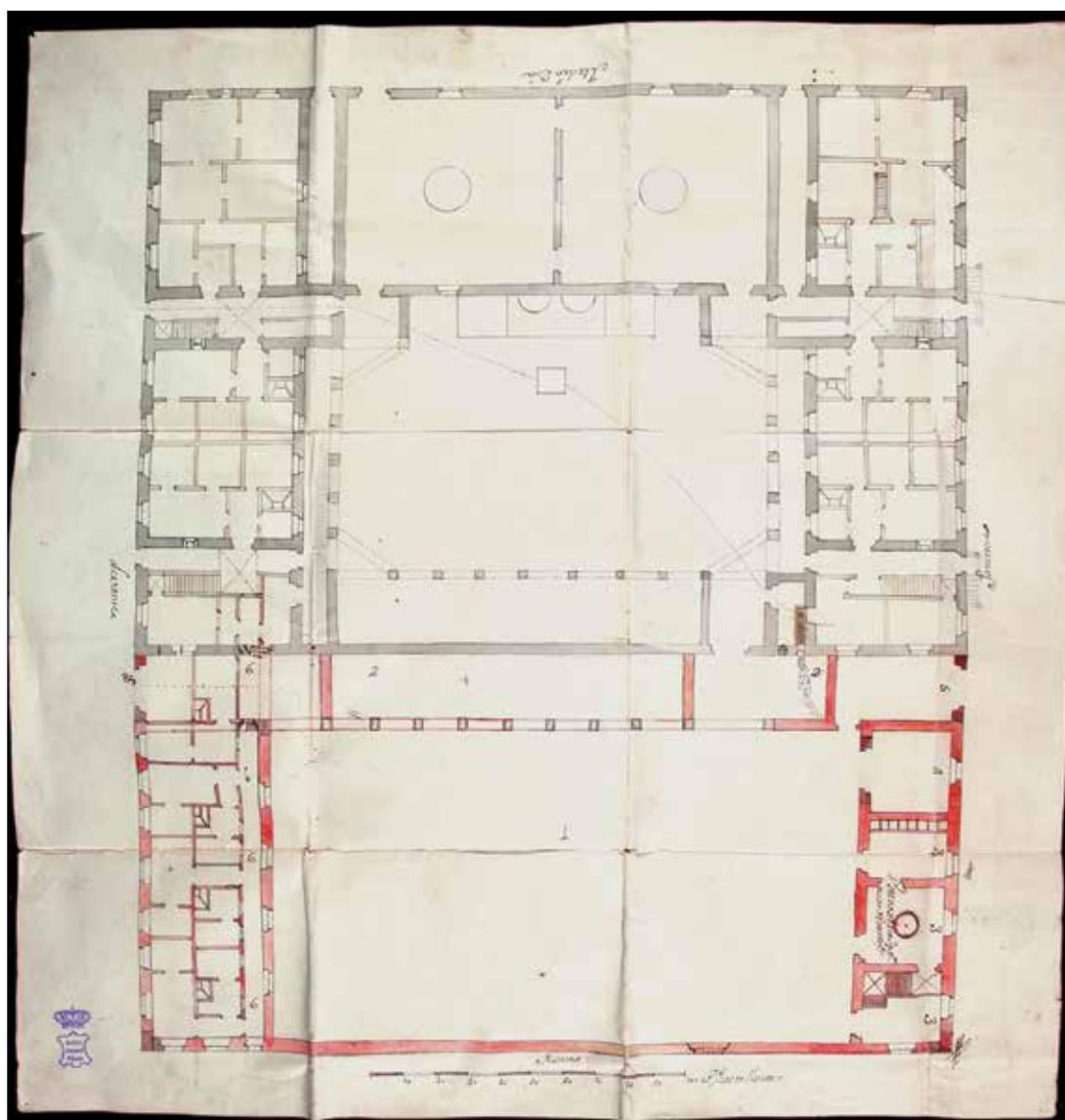
El maestro francés Dionisio Sibert, nada más llegar a San Ildefonso, renovó los diseños de los moldes junto al dibujante de los jardines del Palacio Real de San Ildefonso, el francés Pierre Lafayette. Estos fueron fabricados primero en yeso y, posteriormente, en hierro colado, fundidos todos ellos por el fundidor de Valsaín, Julián Melgar, y el de Aranjuez, Francisco Vidal.

Además de estos moldes realizados en el Real Sitio, se compraron otros muchos en París e incluso se adquirieron otras piezas más de cristal en los comercios de Madrid y de Venecia, de forma que pudiera ampliarse el catálogo¹³.

Para mostrar su pericia, la primera obra que fabricó Sibert fue una araña de 12 luces de cristal incoloro, cuajada de almendras, con la corona real sostenida por leones, que tenía una pesada armadura de hierro, todo ello al gusto de la reina Isabel de Farnesio y al estilo antiguo de las arañas del Palacio del Buen Retiro, donde iba a ser instalada.

Escasas son las obras que se pueden atribuir al maestro Sibert. Según la documentación, fue la única persona que sabía fabricar el “vidrio encarnado”, una composición que mantuvo en estricto secreto, negándose a trasmitirla a sus oficiales, a excepción de a sus propios hijos. Este hecho permite atribuirle un conjunto de vasos decorados con hilos embebidos o filigranas de color “blanco de leche”, combinados con otros “encarnados”, lisos o retorcidos, así como otras piezas de vidrio azul cobalto, decoradas con hilos “blanco de leche” aplicados y enrollados sobre los depósitos, principalmente de vasos y jarras. Piezas todas ellas de clara influencia veneciana y de estilo afín al gusto barroco del momento, pero que quedó en desuso durante el reinado de Carlos III.

En cuanto a las arañas de este periodo, se recargan de colgantes florales, en ocasiones de colores, a la manera de Venecia.



Plano de la Fábrica de Cristales
Labrados, S.F., 1749. Archivo
General de Palacio, Planos, nº 1405.

Esta producción, que se ubicó inicialmente en la fábrica de vidrios planos, fue ubicada finalmente al noroeste del Real Sitio, en la entonces calle del Horno y actualmente calle Padre Claret. Aunque se desconocen los planos originales diseñados por el arquitecto Manuel del Valle, se conoce cómo era la planta baja de esta Fábrica de Labrados gracias al proyecto de 1749 para asentar en la parte norte de su recinto una fábrica de minio, proyecto que nunca se llevó a cabo.

El edificio era rectangular, en torno a un patio central. Su estructura de nueva planta presentaba cierto equilibrio y simetría en sus proporciones. La entrada principal se orientaba al mediodía, zona en la que se aglutinaban las estancias fabriles de mayor importancia. El eje central lo conformaban los dos hornos y los dos patios interiores con sus cobertizos de leña, estando rodeado el conjunto en sus lados este y oeste por dos pisos de viviendas para los empleados y

otras dependencias. El edificio tenía en la parte superior de su puerta de acceso un escudo con las armas reales, pintado en lienzo sobre tabla, bajo un pequeño tejadillo de hoja de lata que lo protegía de la lluvia.

- La Fábrica de Entrefinos o de Alemanes

En la Fábrica de Alemanes o de Entrefinos (haciendo alusión a la calidad de sus vidrios) se fabricó tanto vidrio plano (generalmente de reducidas dimensiones, destinado al cerramiento de ventanas, urnas, cuadros o coches), como una gran variedad de recipientes de vidrio hueco, de gran aceptación entre el público por su gran resistencia a los golpes (vasos entrefinos tronco-cónicos, frascos, garrafillas, faroles y botellas). La resistencia de estas composiciones las hacían aptas para la fabricación de frascos de la Real Cava, faroles para la iluminación de Madrid o vidrieras para los navíos de guerra, muy demandados en esos momentos.

Al igual que Sibert, Joseph Eder quiso mostrar entonces su habilidad en su primera pieza al ejecutar una enorme araña azogada de 36 luces que causó un gran impacto a todos. Los vidrieros alemanes aportaron una gran variedad de moldes y diseños bohemios a la fábrica.

Durante esos años se fabricaron vidrios planos o vidrieras, siempre por soplado, destinados principalmente a los navíos de la armada y a las ventanas y puertas del Palacio Nuevo de Madrid.

Aunque no se conservan los planos originales, se sabe que la Fábrica de Entrefinos o de Alemanes fue construida en el mismo recinto, próxima a la Fábrica de Labrados.

Los Almacenes Generales de Madrid

En 1747 se estableció el denominado Almacén General de Madrid, que dio cobijo con el tiempo a los obradores de grabado, tallado y dorado, además de las salas de azogue, batida de hojas de estaño, óptica, engarces y almacén de ventas. Los almacenes se ubicaron inicialmente en la casa del Venerable Oratorio de San Felipe Neri, en la plazuela del Ángel y, tres años más tarde, se trasladaron a la Carrera de San Francisco. Tres fueron las principales razones por las que se establecieron estos almacenes generales en Madrid: la mayor demanda de objetos suntuarios en esta ciudad, la escasez de espacio en el Real Sitio y la disminución del valor de las piezas que pudieran romperse durante el transporte por los difíciles caminos que mediaban entre San Ildefonso y Madrid, pues no era igual la pérdida de piezas sin decorar o azogar que la de piezas más elaboradas. Por las mismas razones, la fábrica de Saint Gobain tenía también los obradores de azogado en la ciudad de París.

En la sala de óptica todos los instrumentos y herramientas se importaron de París, y en ella se fabricaba toda suerte de anteojos para narices, cristales cóncavos con guarniciones de conchas,



Frasca tallada de vidrio entrefino, de mediados del siglo XVIII. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

carlotas, cristales para larga vista, cristales convexos para vista cansada y cataratas, microscopios, tubos, barómetros, cajones ópticos, máquinas eléctricas, arcas catóptricas, telescopios, etc.

En la sala de azogado se azogaron toda clase de vidrios planos destinados a las chimeneas del Palacio de Aranjuez, al cuarto de las Ocho Columnas del Palacio de San Ildefonso, además de dos espejos más para el Gabinete de la Reina.

En cuanto a los obradores de grabado y talla, se establecieron ambas salas primero en San Ildefonso, en 1747, bajo el grabador bohemio Wences Guba y, poco después, en los Almacenes Generales de Madrid, bajo el grabador Carlos Munier. Para acceder a estas salas era condición imprescindible saber dibujar y pasar una oposición o examen de dibujo en la Real Academia de San Fernando.

Desarrollo y expansión (1759-1788)

Tras el fallecimiento del Secretario de Estado Joseph de Carvajal y Láncaster en 1754, y con el nuevo reinado de Carlos III, se abrió una nueva etapa en la manufactura: se separó de la Secretaría de Estado y pasó a depender de la Secretaría de Hacienda, creándose un nuevo cargo de Superintendente General, que atendía a todas las manufacturas reales de la Nación.

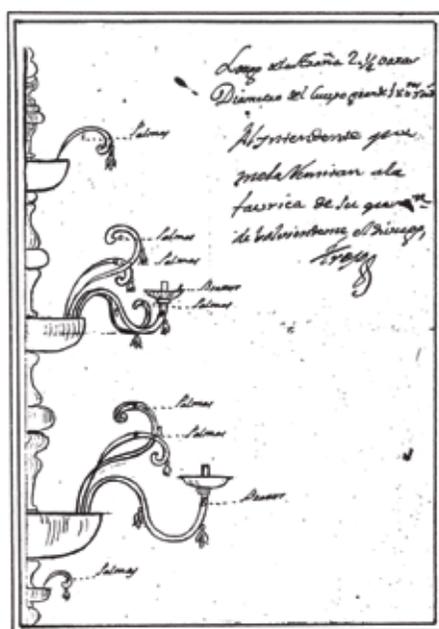
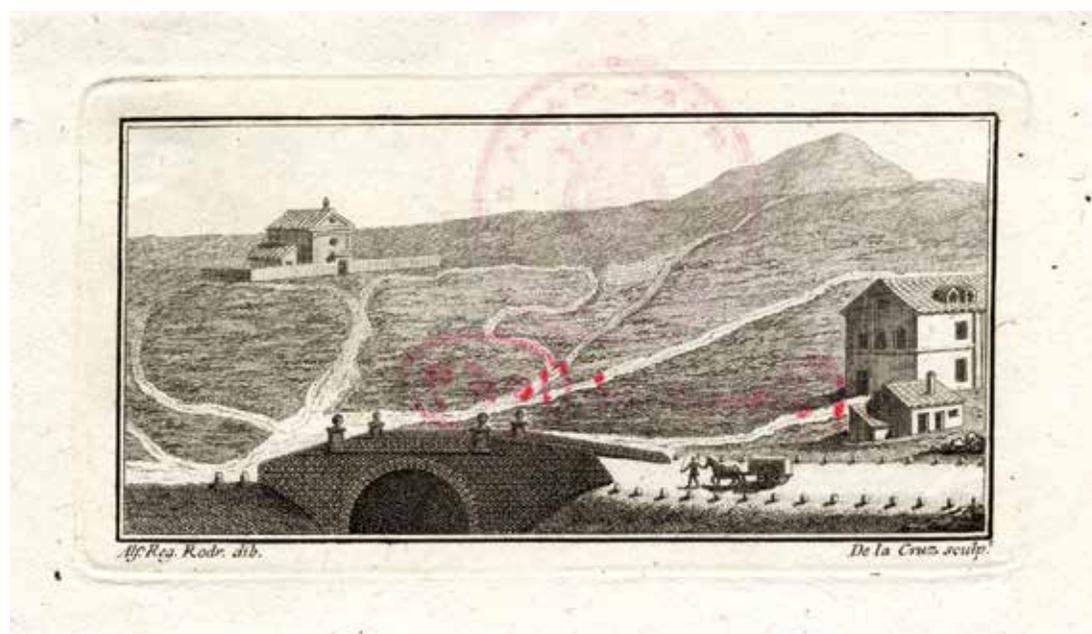
Antonio Berger¹⁴ terminó así su mandato y se nombraron dos directores, uno en San Ildefonso, Agustín Sáenz de Zenzano, y otro en Madrid, Bernardo Ward. Como gran reformista, liberal y afín con las ideas promovidas por el tratadista José de Campillo, el irlandés Bernardo Ward intentó implantar en las Reales Fábricas un nuevo sistema productivo en consonancia con sus ideas liberalizadoras plasmadas en su obra cumbre *Proyecto Económico* de 1779¹⁵.

Ward intentó rentabilizar la producción y, para ello, implantó junto con Agustín Sáenz de Zenzano una serie de medidas encaminadas a reducir en lo posible el volumen de gastos: recortó gradualmente los sueldos de los operarios, abolió plazas vacantes y otorgó gratificaciones a los más adelantados. Para aumentar los ingresos buscó nuevos mercados, tanto nacionales (ofertando facilidades y descuentos a los compradores al por mayor) como internacionales (colonias americanas). Intentó adaptar la oferta a la demanda existente y rebajar los precios tarifales de los productos. Como estrategia de mercado, mandó imprimir estas tarifas con descuentos que difundió entre los corregidores de los distintos reinos de España, informando al público de estas ventajas. Para reactivar el consumo de estos géneros, consiguió en 1762 la concesión a la manufactura del privilegio de venta exclusiva en Madrid y en San Ildefonso y en 20 leguas a sus alrededores. La corte quedó además obligada a adquirir para las Casas Reales y Caballerizas todos los vidrios y cristales de la Real Fábrica.



Araña en la Real Capilla Palafox de la Catedral del Burgo de Osma (Soria). Periodo Barroco. Regalo de Carlos III al Obispo del Burgo de Osma. Album / Oronoz.

Alfonso Regalado Rodríguez,
 Vista panorámica del camino
 que conduce al cementerio, 1785.
 A la derecha del puente se ve la
 casa de la máquina hidráulica de
 pulimento. Archivo General de
 Palacio, Planos, nº 1069.

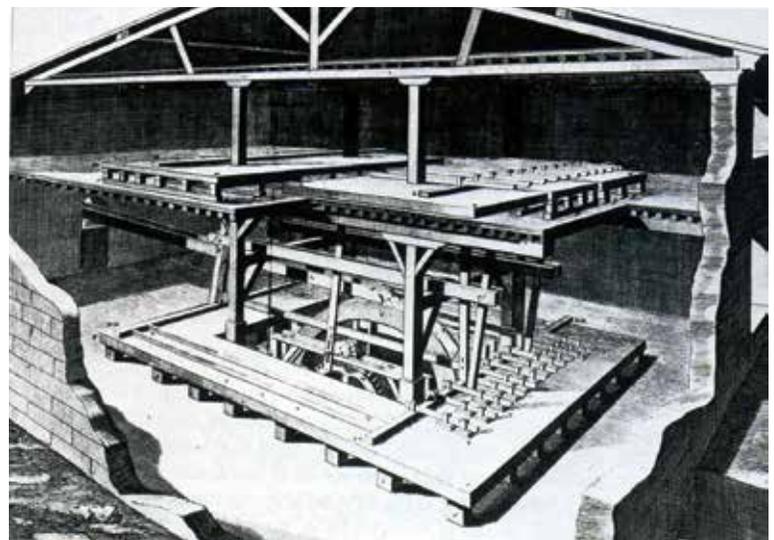
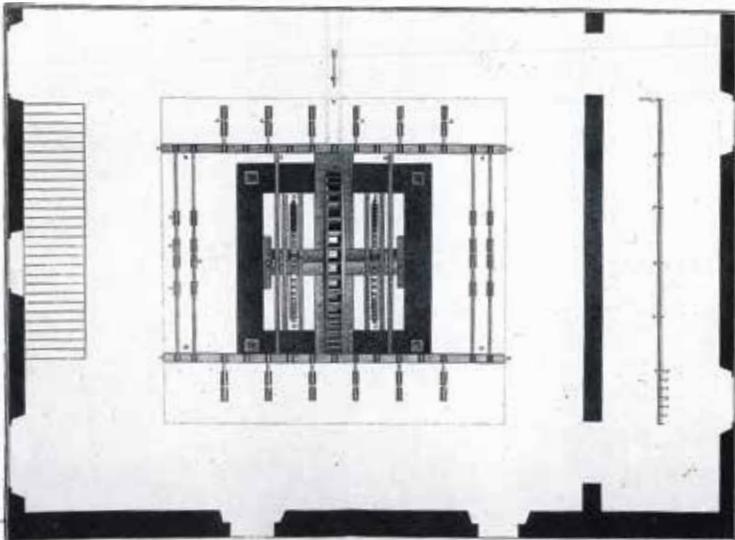
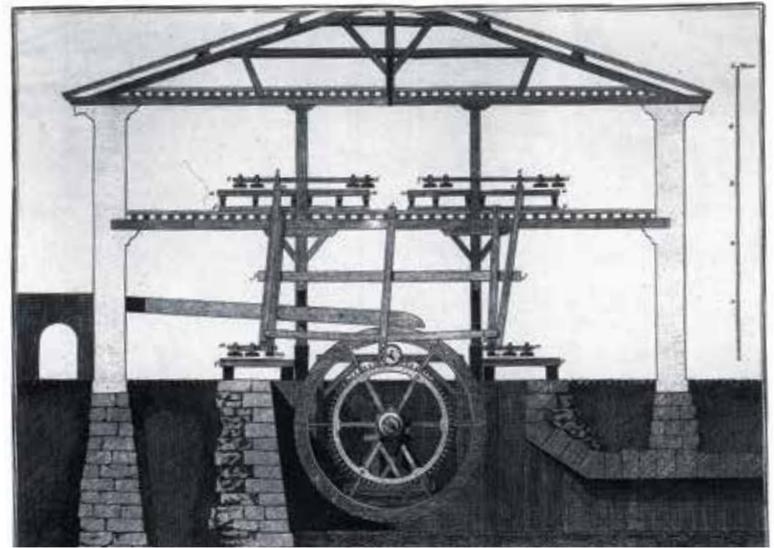
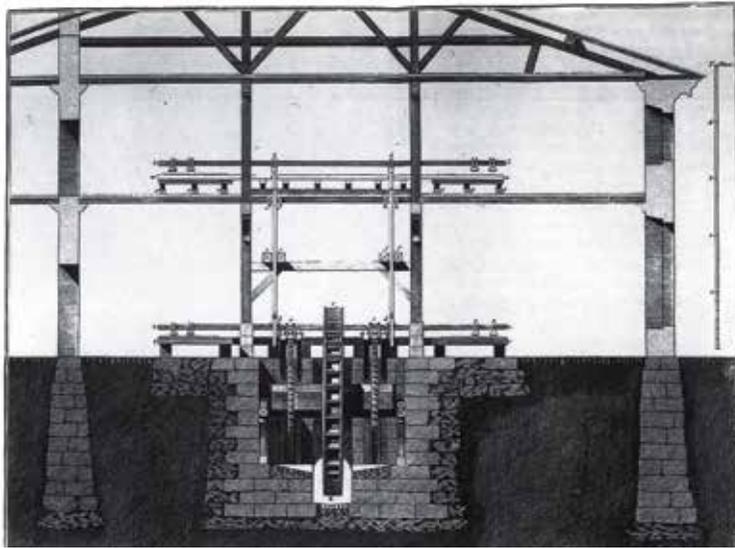


Diseño de araña encargada a
 la Real Fábrica para decorar el
 Coliseo del Real Sitio de Aranjuez,
 1787. Archivo General de Palacio,
 Fábrica de Cristales, caja 739.

Todas estas medidas promovidas por Bernardo Ward y apoyadas por Zenzano dieron muy pronto esperanzadores resultados y originaron un fuerte incremento de la producción y un aumento de ventas. Sin embargo, estos esfuerzos no fueron suficientes y los ingresos nunca llegaron a cubrir los elevados costes de su producción.

Máquina hidráulica de pulimento de John Dowling¹⁶

Como buen estratega, Bernardo Ward apostó por reducir los costes de manufacturación en ciertos procesos, como en el desbastado de los vidrios planos. Se trataba de un trabajo lento y tedioso, que exigía la labor de medio centenar de empleados durante horas, y la única manera de reducir estos costes era empleando máquinas hidráulicas. Recomendó a su compatriota e ingeniero hidráulico John Dowling al Ministro de Hacienda, marqués de Esquilache, quien inmediatamente apoyó su idea. Dowling llegó a San Ildefonso en 1761 con la misión de construir una máquina hidráulica de pulir vidrio plano para espejos, con movimiento doble, directo y circular, que pudiera accionar hasta 100 pulidores a un mismo tiempo, repartidos en dos niveles, algo verdaderamente revolucionario para la época. Según palabras de Bernardo Ward, “la brillante actuación de Dowling llevada a cabo en los batanes e ingenios de la Real Fábrica de Paños de Guadalajara y Brihuega” le auguraban un más que seguro éxito en esta nueva máquina¹⁷. Tras examinar Dowling el terreno donde se había previsto ubicar y comprobar que el arroyo Cambrones contaba con caudal suficiente, decidió construir la nueva máquina a orillas de este arroyo, en la ladera del cementerio del Real Sitio. El maestro de obras, Antonio Niño, llevó a cabo la obra de la casa, presa y máquina¹⁸, y Miguel Núñez, aparejador del Real Sitio,



quedó encargado de examinar la solidez del edificio. Un dibujo de Alfonso Regalado Rodríguez de 1785 señala el lugar exacto donde se ubicó esta máquina, junto al puente del arroyo Cambrones¹⁹. En la actualidad se conservan únicamente los muros del edificio donde se alojó este ingenio.

La nueva máquina de Dowling ahorró tiempo y salarios, pues el trabajo de cada pulidor equivalía a la labor de dos hombres, resultando tan ventajosa que Juan Dowling fue nombrado, en 1763, ingeniero hidráulico de las fábricas del reino²⁰. Cargo que le obligó a viajar constantemente poniendo a punto las máquinas y molinos de las distintas Reales Fábricas²¹. Aunque seguía atendiendo la máquina del pulimento de San Ildefonso, Dowling contaba con entera libertad para ausentarse para atender estos encargos. Se convirtió además en la persona de

Perfil lateral, frontal, planta y perspectiva de la máquina del pulimento de John Dowling. *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert.

confianza del mismísimo Ministro de Hacienda, Miguel de Muzquiz, recibiendo sus órdenes directamente por vía ministerial, sin pasar por manos de la dirección de las Reales Fábricas²². Todas estas concesiones o libertades despertaron, como era de esperar, los recelos de los distintos directivos de la Real Fábrica al verse desfavorecidos, y en algunos casos, desplazados de sus funciones.

Por ello, entre la documentación de la fábrica existen cartas de descrédito en su contra, como el balance comparativo de gastos que hizo el contador Diego Navarro en 1764, sobre los gastos que causaba la máquina. Dowling se defendía comentando “que la máquina del pulimento... va a la mayor perfección... no me fío nada de las cuentas de esta. Y probaré a V.E. que la rotura de cristales es más con lo que han pulido de mano aquí este invierno...”²³.

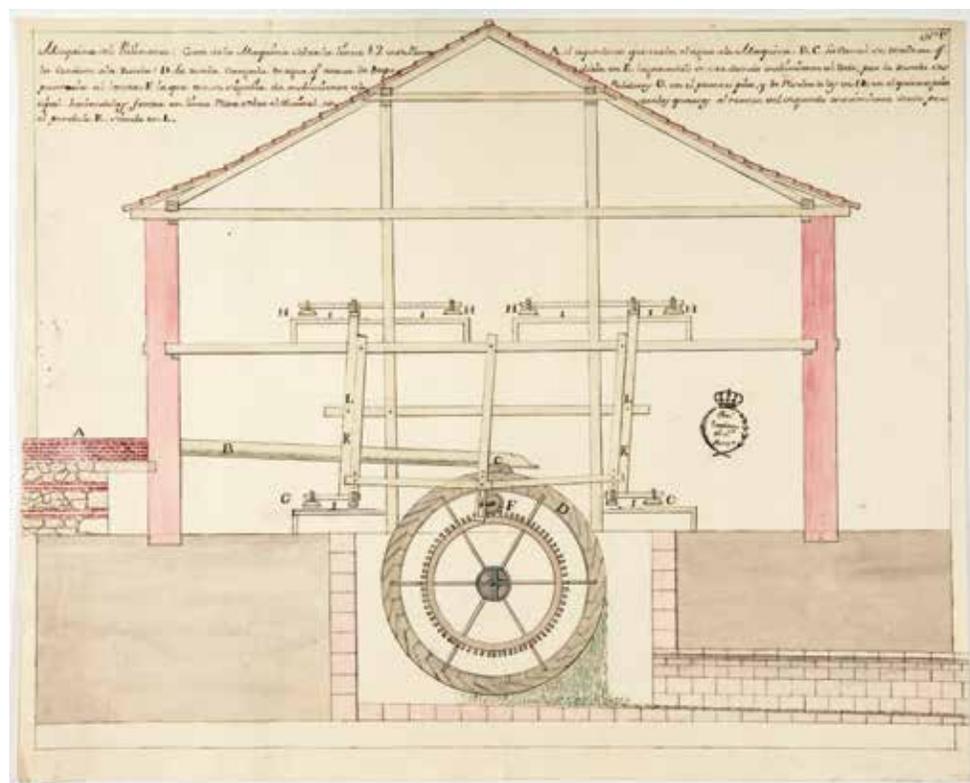
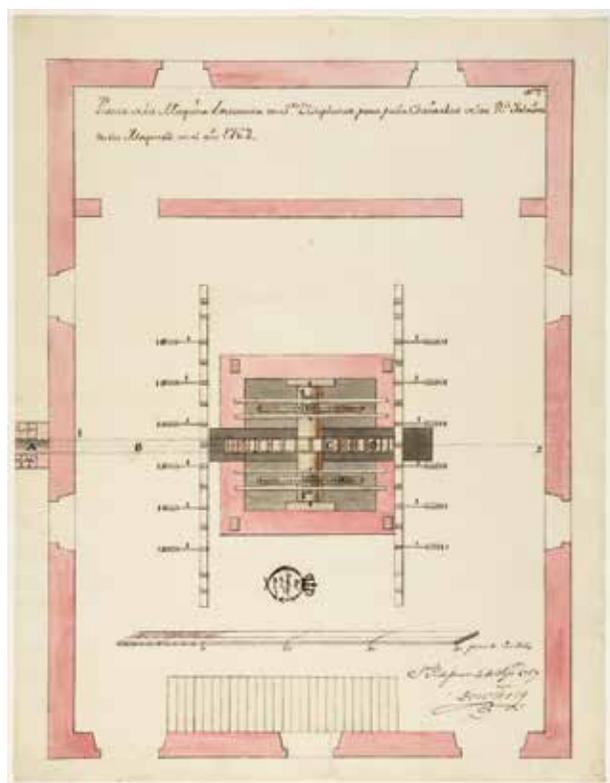
Otros de sus detractores fueron los pulidores manuales que, al ver peligrar sus puestos de trabajo, rompían intencionadamente -según palabras de Dowling- algunas lunas para sembrar dudas acerca de su eficacia. Independientemente de sus numerosos detractores, su resultado final fue excelente, y prueba de ello es que los enciclopedistas franceses la tomaran como referencia, mostrando sus alzados y plantas con todo tipo de detalles, como un novedoso ingenio para la época, merecedor de su difusión.

Como recompensa a su encomiable labor, el marqués de Grimaldi envió un memorial a la Academia de San Fernando de Madrid con varios proyectos de obras diseñados por él, con el fin de proponerle como Académico de Mérito por la arquitectura hidráulica y matemáticas. Fue nombrado Académico en la Junta Ordinaria del 5 de octubre de 1766. Entre estos dibujos existen varios relativos a esta Casa del Pulimento firmados por Dowling²⁴.

Estas máquinas hidráulicas se utilizaban para pulir o raspar lunas de espejos de reducidas dimensiones, pues las lunas de mayor tamaño se desbastaban siempre a mano, debido al elevado riesgo de roturas. Otro inconveniente de estas máquinas era su inactividad durante los largos periodos estivales de sequías, así como su mayor consumo de yeso y arenas en comparación con el trabajo manual²⁵.

Encargos de Sabatini para el Palacio Nuevo y Reales Sitios

Como resultado de las medidas implantadas por Ward como director de la fábrica, se incrementó la demanda de productos. En este sentido, el Arquitecto Mayor Francisco Sabatini encargó en 1764 un buen número de vidrios planos para las ventanas y los espejos, además de varias arañas, para el Palacio Nuevo de Madrid. Se trató de un pedido de difícil ejecución debido a la gran dimensión de los espejos, lo que supuso un verdadero reto para la fábrica. Se fabricaron además otros muchos destinados a amueblar el Palacio y Casa de Vacas de Aranjuez, el Palacio del Pardo y otros Reales Sitios.



También se demandaron otros muchos vidrios destinados a los coches de las Reales Caballerizas, además de frascos y botellas para el consumo de la Real Cava, y un gran número de faroles para iluminar las calles de la corte de Madrid²⁶.

Para abordar todos estos compromisos fue imprescindible ampliar y reformar los edificios de las distintas fábricas e incorporar nuevas carquesas, cobertizos para leña y hornos. Pero, sobre todo, se hizo necesario perfeccionar la calidad de los vidrios en general, y en particular los vidrios planos, destinados a los espejos.

De no ser por la reducción tan significativa de especialistas durante la década de 1750, esta situación se habría resuelto sin dificultad. Pero el devenir de los acontecimientos no les fue favorable: los tres maestros de las fábricas, Sit, Sibert y Eder, fallecen, los maestros azogadores Marié y Naygeon regresan a París por cese de sus contratos en 1753, un brote epidémico asola San Ildefonso durante el invierno de 1764, como consecuencia de la escasez de alimentos tuvieron lugar en 1766 las revueltas de Pasquines y con ello el destierro de nueve operarios de la fábrica de planos (entre ellos, uno de los más hábiles, Juan Vel). A esto se sumó la partida, por distintas razones, de un buen número de grabadores y talladores: el destierro de Carlos Munier en 1750, la expulsión de Juan Bautista Nini a mediados de los 50, así como de la familia Guba en 1756 y Juan Eder en 1761.

John Dowling, *Planta de la máquina ejecutada en San Ildefonso para pulir cristales de las Reales Fábricas de Su Magestad en el año 1762*. Archivo de la Calcografía Nacional, nº A-5236.

John Dowling, *Máquina del pulimento: corte de la máquina sobre la línea 1.2. de su planta*. Archivo de la Calcografía Nacional, nº A-5239.

El incendio de la antigua Fábrica de Planos

Demasiados cambios de responsabilidades en las distintas fábricas y obradores en un momento delicado, cuando las fábricas habían adquirido el compromiso de abastecer de forma exclusiva de vidrios y cristales a los palacios y al público de Madrid, conllevaron innumerables reformas de estructuras y refractarios. En estas circunstancias de premura y precipitación, se produjo en un momento de descuido un devastador incendio en las cubiertas de madera de la Fábrica de Planos, en la noche del 28 de septiembre de 1770. La rápida intervención de los empleados y vecinos contuvo su propagación. El aparejador del Real Sitio, José Díaz (firmaba como Joseph Díaz), examinó los daños y comentó que las zonas más afectadas fueron la techumbre de madera, las paredes del horno de fundición y las carquesas de la fábrica, así como la casa del maestro de la fábrica contigua. Se salvaron del fuego la mesa de bronce de vaciados, los almacenes de barrilla, el horno de fundición (salvo las cubetas de su interior), el horno y almacén de la frita, las dos tahonas con la caballeriza y caballerías, la fragua, la carpintería, el cobertizo de leña, los templadores de las cubetas, además de otros cuartos y oficinas. El edificio de raspamiento, ubicado enfrente de la fábrica, también se salvó. Según su parecer, el fuego fue fortuito y pudo haberse originado en alguna de las nuevas carquesas o atizaderos, o por algún resto de astillas o virutas encendidas con las que se calentaba la mesa de bronce, antes de vaciarse el vidrio.

El director Zenzano narró los hechos con estas palabras:

“A las dos de la mañana de este día se prendió fuego a la fábrica de planos con tal voracidad que en pocos minutos ardieron todas las maderas del techo de la plaza del horno y el de las carquesas, de donde se comunicó a la casa del maestro Eder y no obstante que incontinentemente acudí y se tomaron las más activas providencias... no fue posible atajar tan voraces llamas, pero si con la más felicidad y a costa de mucho trabajo y cortaduras no se comunicase a los cobertizos de la leña, a la carpintería y demás oficinas, que todo se ha libertado sin que persona alguna se desgraciase...”²⁷

Para que los trabajos de vaciados de la fábrica no quedaran paralizados, el aparejador se comprometió a realizar una obra provisional, de carácter urgente, construyendo sobre el horno y carquesas incendiadas un cobertizo de madera para protegerlos de las lluvias, mientras se llevaba a cabo una nueva fábrica de planos, extramuros del Real Sitio para evitar más riesgos. El 13 de noviembre de 1770 ya se habían terminado las reformas del cobertizo nuevo y reconstruido el horno. Por tanto, podían comenzarse ya los trabajos de vaciados en la fábrica. Como medida de seguridad, Dowling instaló dos pequeñas bombas de agua portátiles que refrescaban las maderas del nuevo cobertizo de madera.

Sin embargo, estas medidas no fueron suficientes, dado que el número de encargos no cesaba y el horno reformado de vidrios planos debía reservarse para vaciados. Por este motivo se decidió instalar, próximo a la fábrica de entrefinos, un nuevo horno, que pasó a denominarse



Salón del Trono del Palacio Real de Madrid. Sus doce espejos trumeau, con sus copetes, fueron vaciados por Juan Vel y azogados por Miguel Gutiérrez Quadra y Joseph Villanueva en 1771. Danita Delimont / Alamy Foto de stock.

Fábrica Segunda de Entrefinos. Simón Brum, ayudante del maestro de Joseph Eder hijo, fue nombrado maestro de este nuevo horno. Para su funcionamiento fue necesario incorporar operarios, y no hubo más remedio que admitir a los desterrados de las revueltas del 1766, en especial, a Juan Vel, hijo del maestro Esteban Vel, que prometía grandes avances.

Una vez reformada la antigua Fábrica de Planos incendiada, se reiniciaron los vaciados en sus hornos a finales del mes de diciembre de 1771. Juan Vel, ayudante del maestro Eder, logra por fin vaciar las 12 lunas de medidas extraordinarias destinadas al Salón de Audiencias o del Trono del Palacio Nuevo de Madrid, que tenían la extraordinaria altura de 109 y anchura de 64 pulgadas francesas ($294,3 \times 172,9$ cm), con copetes de 25×64 pulgadas francesas ($67,5 \times 172,8$ cm). Dos años más tarde, Juan Vel vació las lunas del Salón de Gasparini y del Comedor del Rey del mismo palacio, así como otras 17 lunas más destinadas al Palacio de Caserta de Nápoles. Todas ellas fueron azogadas por Miguel Gutiérrez Quadra y Joseph Villanueva.

En 1772, Joseph Solís, antiguo guarda almacén y pagador de la fábrica, ocupó el cargo de director o veedor. En el nuevo mandato de Solís, se mantuvieron los recortes salariales y de cargos, defendidos por Ward y Zenzano. Implantó además el trabajo a destajo ofreciendo gratificaciones salariales de acuerdo a la cantidad de género fabricado, y no a su calidad. También implantó oposiciones duras y fatigosas de un mes de duración en la Fábrica de Planos. Si a esto se suma que en 1770 fue anulado el privilegio exclusivo de venta de cristales en las 20 leguas alrededor de San Ildefonso, excepto en Madrid, este cúmulo de circunstancias provocó un desmesurado género almacenado, anticuado e invendible que había que vender a las colonias americanas.

Remesas de géneros a América²⁸

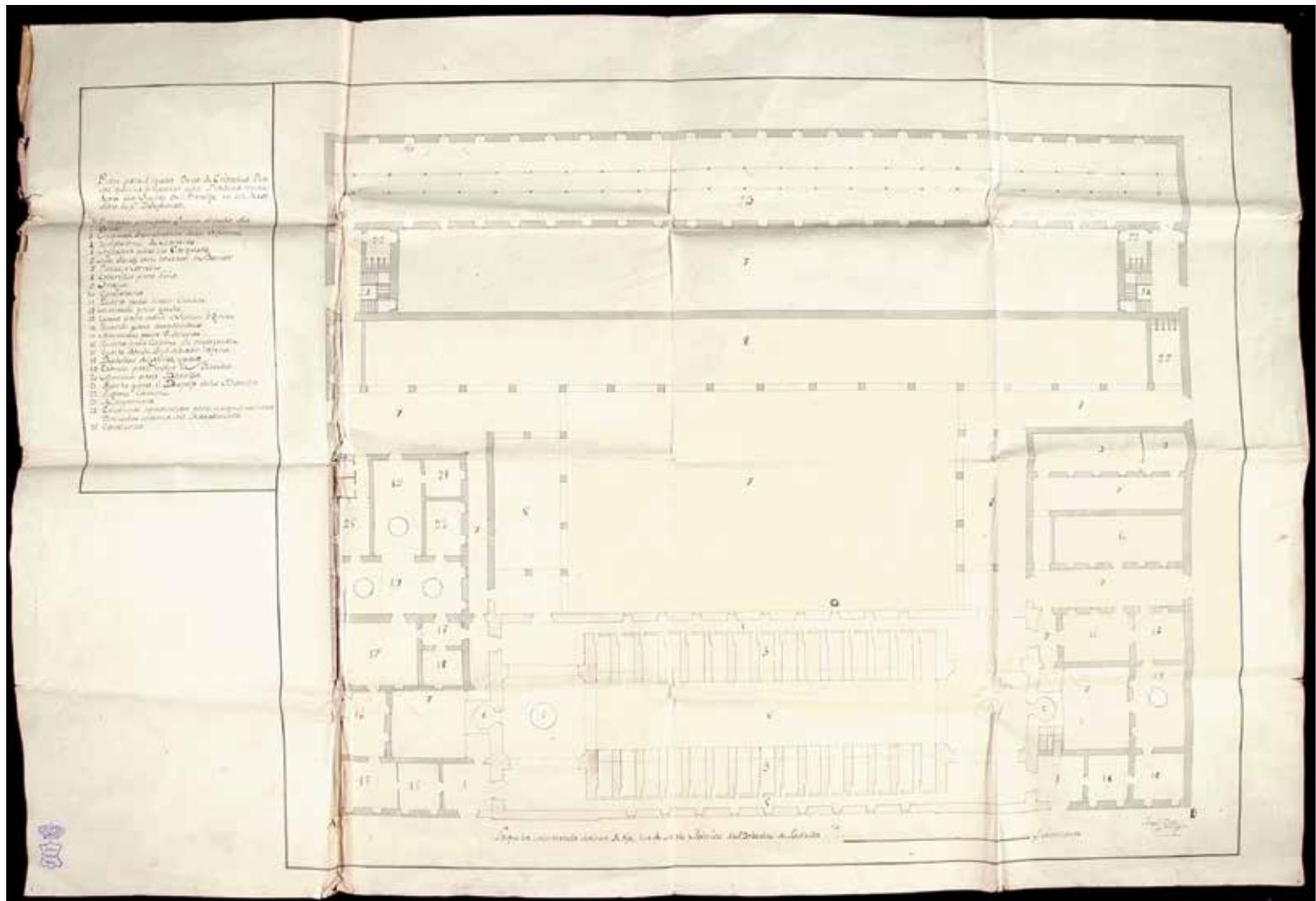
Como solución para liberar este stock de los almacenes, se decidió enviar en varias ocasiones remesas de género a América. La primera de ellas, en 1756, fue dirigida a Perú por mediación del comerciante afincado en Cádiz Miguel de Uztariz y Errea, que se comprometió por seis años a adquirir todo el género estocado de la Real Fábrica.

Una segunda remesa fue remitida a México, pasando por Veracruz y La Habana, en 1760, a través de la Junta General de Comercio y Moneda y a cargo de Joseph García Pinto, oficial primero de la contaduría. Sumaba un total de 1.387 cajones, con 365.611 piezas de vidrio y cristal, valoradas en 1.024.317 reales y 9 maravedís.

La tercera remesa fue destinada a Perú, al puerto de Callao, por mediación de Miguel de Uztariz, Hermanos y Compañía. El 19 de febrero de 1770 partió del puerto de Cádiz el navío de Nuestra Señora del Buen Consejo y San Leopoldo, conocido como el “Oriflama”, junto con otros dos navíos, el “Ventura” y el “Aquiles”, propiedad de la misma compañía. El primero portaba un total de 1.478 cajones de cristales, el “Ventura” 127 y el “Aquiles” 133. En total, unas 400.000 piezas de vidrio y cristal, valorados en 1.300.000 rs. de vellón. Según la documentación, las inclemencias del tiempo hicieron naufragar el “Oriflama” el 27 de julio de 1770, antes de llegar a su destino, en la desembocadura del río Huenchullami. Todo se perdió, incluida la tripulación. Nunca más se supo de este navío hasta hace unos veinte años, cuando la empresa buscadora de tesoros Oriflama S.A. afirmó haber encontrado los restos del navío bajo un banco de arena en la playa de la Trinchera, municipio de Curepto, a unos 250 kilómetros al sur de Santiago, oculto bajo unos nueve metros de profundidad. Se trata de un hallazgo de extraordinaria relevancia, no solo por el gran número de piezas que transportaba el navío, sino también por la fecha de cuando tuvo lugar el naufragio, en 1770. Su excavación y estudio de las piezas ayudarían a datar y atribuir un gran número de nuevas tipologías producidas en la Real Fábrica, hasta ahora desconocidas o de dudosa atribución.

La nueva Fábrica de Planos, extramuros del Real Sitio

Mientras se reconstruía el horno antiguo, el rey ordenó la construcción de una nueva Fábrica de Planos. Mandó que el aparejador del Real Sitio José Díaz, junto con Dowling, estudiara la mejor ubicación. Se barajaron varios emplazamientos diferentes: en las proximidades de la máquina del pulimento del arroyo Cambrones, en Valsain aprovechando los restos del palacio, se valoró también reutilizar la fábrica incendiada e, incluso, en las inmediaciones de la Fuente del Príncipe, por haber allí espacio suficiente. Las tres primeras opciones fueron descartadas debido al elevado coste que supondría construir la fábrica en estos lugares.



Finalmente el rey decidió ubicar la fábrica en las inmediaciones de la Fuente del Príncipe, en su actual ubicación, “porque se consigue la comodidad de los dependientes, no hay que hacer viviendas para todos ni Ermita, se proveen de víveres del Sitio y se evita el raspamiento y almacenes y que se aumente el porte de la leña”²⁹. Además, extramuros del Real Sitio, se reducía el peligro en el caso de incendio de propagación a las casas colindantes del pueblo.

El rey Carlos III mandó al aparejador José Díaz diseñar “el plano de la fábrica y la descripción del sitio con sus vecindades... de suerte que en cualquiera contingencia se evite la comunicación del fuego que puede producirse en el nuevo edificio...” y “...con bóvedas sobre los hornos con regulación de su coste”³⁰.

Plano de la nueva Fábrica de Cristales Planos. José Díaz, octubre de 1770. Archivo General de Palacio, Planos, nº 1014.

Vista actual de la Fábrica de Cristales Planos.



El plano y la tasación de las obras fueron presentadas por el aparejador al Secretario de Hacienda, Miguel de Muzquiz, el 20 de noviembre de 1770 y fueron tasadas en 2.258.098 reales (incluyendo el coste de dos hornos, carquesas, templadores y nave principal, además de la sala de raspamiento y los cobertizos de leña). El proyecto fue aceptado.

El temor a los incendios estaba siempre presente en estas fábricas, por lo que se decidió cubrir los hornos con bóvedas de ladrillo, mucho más seguras que las armaduras de madera utilizadas hasta entonces. José Díaz señaló en el plano con tinta roja las zonas que debían cubrirse con bóvedas de ladrillo, una novedosa solución completamente inédita en los edificios industriales europeos de ese momento. El aparejador no escatimó esfuerzos: las obras fueron dirigidas por él, con la ayuda del aparejador italiano y experto en hornos, Bartolomé Reale, dos sobrestantes, cuatro carpinteros, diez albañiles, un vigilante para guardar las herramientas, cuatro aserradores y cuarenta peones.

José Díaz tuvo como misión construir una fábrica completamente segura y, a la vez, con el suficiente decoro, acorde con su entorno, de paseos y arbolados. Por ello, además de las bóvedas de ladrillo sobre pechinas, instaló linternas tabicadas, a modo de chimeneas, y un gran número de ventanas en todas las cubiertas, para la salida de humos. Para afianzar los anchos muros colocó, bajo la bóveda de cañón, tirantes de hierro de refuerzo, además de matafuegos, o callejones con salida directa al campo, y bombas de agua fijas y portátiles. Ideó también pasadizos que comunicaran los hornos con las estancias de los artífices, para evitar que los operarios durante el frío invierno tuvieran que salir al exterior.

El plano que diseñó José Díaz seguía la tendencia de las demás fábricas erigidas en el Real Sitio, con planta rectangular, varios patios en su interior y orientado al mediodía; pero con la novedad de crear en la zona de hornos, el centro incuestionable de la fábrica, un edificio con planta



basilical con doble ábside y crucero en sus extremos, aislado del resto de espacios por medio de un patio, a modo de cortafuegos. Planta que muchos autores la asemejan a las de las iglesias románicas otonianas. A modo de capillas, colocó a lo largo de esta nave las arcas de recocido y, sobre ellas, los descansaderos o pequeños cubículos con bóvedas de espina de pez (una vez más de ladrillo), donde los operarios descansaban en sus turnos de trabajo. Incluso las escaleras de granito de acceso a estos pequeños espacios de descanso se asemejan, de nuevo, a los púlpitos de una iglesia. Se trata, por tanto, de un edificio industrial único en el mundo.

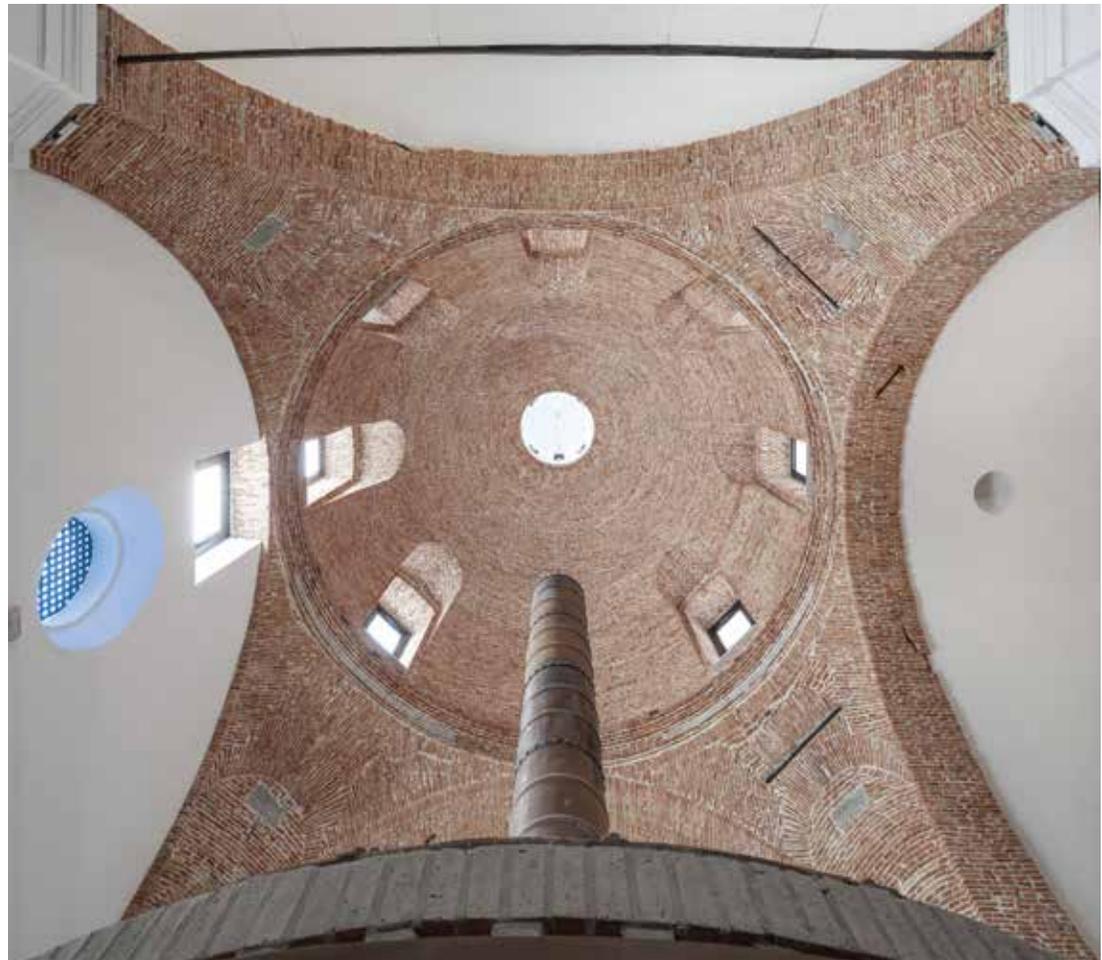
La distribución interna, de carácter funcional, fue definida por el maestro de la fábrica, de manera que el horno debía tener obligatoriamente acceso al patio donde se cachaba la leña y al cuarto de las composiciones. A su lado debían ubicarse los templadores o carquesas de recocido. El almacén de tierra greda debía estar unido e intercomunicado con la tahona de moler los refractarios y con la estancia donde se construían y almacenaban los morteros y cubetas. La leña debía almacenarse bajo cobertizos en los distintos patios y los almacenes de géneros debían ubicarse en un piso bajo y contar con buenas luces, para una mejor exhibición de los vidrios. Próximo a este almacén, y también con buena iluminación, debían instalarse las salas de grabar, tallar y dorar, con objeto de facilitar así el traslado de estos vidrios a la sala y facilitar la accesibilidad de los visitantes, pues estas salas eran muy frecuentadas por el personal de la comitiva que solía acompañar al rey durante las jornadas del Real Sitio.



Fábrica de Cristales Planos.
Fachada meridional.

Detalle del escudo en la fachada meridional.

Horno y cúpula de la Fábrica de Cristales Planos.



En cuanto a la sala de raspamiento, José Díaz cambió su ubicación a la crujía este del recinto, con el fin de dotarla de más iluminación, imprescindible para las labores de raspado.

El exterior del edificio se ajustó a un programa arquitectónico sobrio y desornamentado, tomando como pauta la secuencia reiterativa de volúmenes, alternando generalmente ventanas y puertas, y predominando siempre la desornamentación en todo su conjunto, salvo algunos elementos que ennoblecían su aspecto, como el basamento y una larga imposta, ambas de granito, que subrayaban su horizontalidad. Ubicados sobre las fachadas principales, se colocaron escudos heráldicos, símbolos de la monarquía borbónica.

La fachada meridional, al ser la principal, recibió un especial tratamiento a base de juegos de volúmenes y formas. Los cimborrios y linternas sobre las bóvedas, el juego de vanos y chimeneas, los escudos, impostas, etc. aportaban una especial plasticidad que rompía con la armonía y simetría de las demás fachadas del recinto.



En cuanto al desarrollo de las obras, en agosto de 1771 se terminaron de nivelar los cimientos de la línea del mediodía. Tres años más tarde se concluyeron las paredes de la gran nave central de hornos, así como las pechinas y los arcos torales sobre el primero de los cruceros, y se empezó a construir la bóveda de medio cañón y la cúpula sobre pechinas.

El 8 de febrero de 1777 José Díaz informó a Miguel de Muzquiz que la obra continuaba sin descanso: "... la obra se continua incesantemente y tengo blanqueadas las dos medias naranjas, con sus bóvedas laterales y la grande de la nave y hechas las de rosca de ladrillo en sus sobre bóvedas de una banda de templadores y voy empezando los cimientos de la frita, donde se hacen las calcinaciones y al mismo tiempo previniendo la cantería para cornisas, jambas y pilastras..."³¹.

Pero no todo fueron buenas noticias. Según la lista sexta de los trabajos que fueron llevados a cabo durante la semana del 23 de marzo de 1777, se deduce que tuvieron que corregirse las cimbras de los arcos torales y de la bóveda, y construirse seis cimbras nuevas. Es decir, se presupuestó 600 reales en "... deshacer las zimbras de los arcos torales y de la media naranja y hacer seis zimbras nuevas, a 10 rs. cada una..."³². El documento recogía también que se habían blanqueado varias bóvedas y paredes con yeso, y terminado la cornisa de la bóveda colateral.

En agosto de 1778 se finalizaron los hornos de vaciados bajo las cúpulas, así como los 30 templadores, el horno de la frita, las estancias adyacentes laterales, el cuarto de refractarios y los almacenes de materias primas. Quedaba aún por terminar la cubrición del cobertizo de la leña



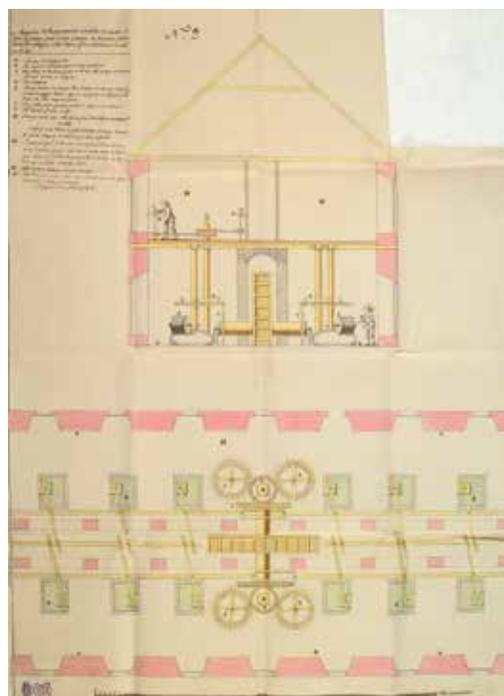
Exterior de la sala de raspamento.
Crujía oeste.

Sala de raspamento, interior.



Dibujo de la máquina de múltiples aplicaciones. Demetrio Crow y Tomás Pérez. Archivo General de Palacio, Planos, nº 1841.

Fosa de la máquina de múltiples aplicaciones de Demetrio Crow, en la sala de raspamiento. Estado actual.

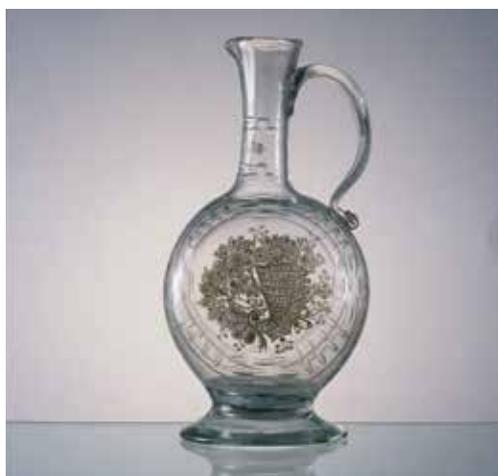


y, en la crujía oeste, las oficinas del raspamiento, además de los almacenes de yeso y arena, contiguos a la tahona de la barrilla y la canalización del agua hasta los hornos. Las obras estaban suficientemente adelantadas para que el director Joseph de Solís avisara que el 10 de agosto de 1778 se podían empezar ya los trabajos de vaciados en la nueva fábrica³³.

Un año más tarde se terminó la sala de raspamiento del lateral oeste y faltaban únicamente varios espacios contiguos, donde iban a ubicarse las dos tahonas para moler barrilla con su almacén, además de la herrería y la carpintería. Sin embargo estas obras se demoraron varios meses, hasta que en el año 1781 pudo comprarse por 3.000 reales una parte de la Huerta de los Castaños. Una vez comprado el terreno, en noviembre de ese mismo año, finalizó la primera fase de estas obras (1770-1784).

La máquina hidráulica para múltiples aplicaciones de Demetrio Crow y Tomás Pérez

Finalizada la sala de raspamiento, el maquinista Demetrio Crow, que estaba al cuidado de los ingenios hidráulicos tras la partida de Dowling, planteó en 1786 construir en el interior de esta sala una nueva máquina hidráulica para dar movimiento a 12 bancos de raspamiento. Crow pidió consejo al maquinista de la fábrica de paños de Segovia, Tomás Pérez, para ajustar con más precisión los movimientos de frotación de sus bancos.



Con objeto de aprovechar el movimiento de su rueda, Tomás Pérez y Demetrio Crow idearon instalar, además de estos bancos de raspamiento, tahonas y tornos para tallar cristales. Tomás Pérez diseñó, en el piso bajo y cerca de los bancos de raspamiento, una tahona con cuatro muelas para moler materias primas; y Demetrio Crow prolongó el eje de las linternas de la rueda hasta un segundo piso, con la finalidad de poder accionar con este sistema de engranaje varios tornos de tallar piezas de arañas y pulimentar los asientos de los vasos³⁴.

La producción en las Reales Fábricas durante el Periodo Barroco

En cuanto a la producción de vidrio hueco durante el Periodo Barroco (1759-1788) del reinado de Carlos III, destaca el abandono progresivo de la decoración de hilos embebidos, a la manera veneciana, a favor de una decoración mixta grabada a rueda y dorada, que continuaba con el barroquismo y el estilo de las decoraciones bohemias. Para una mejor adherencia, el oro se aplicaba sobre los mismos surcos grabados. En ocasiones, sobre esta decoración dorada se aplicaban pinceladas de pintura en frío, de color verde y rojo, consiguiendo así retoques y realces. Esta decoración mixta podía aparecer, en raras ocasiones, combinada con decoración aplicada y trabajada en caliente con pinzas y, más frecuentemente, con facetas talladas lenticulares, creando así un rico juego de contrastes.

Los temas decorativos más recurrentes fueron principalmente florales, en forma de ramos de margaritas, adormideras o girasoles, e incluso paisajes.

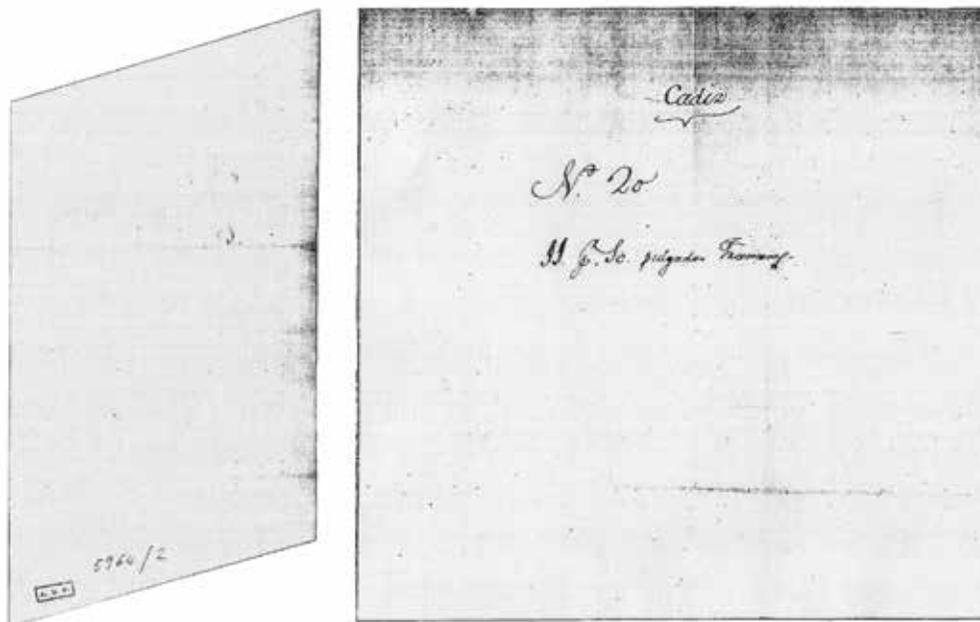
En lo referente al vidrio plano, el soberano Carlos III, contento con los últimos espejos instalados en el Salón del Trono y Salas de Gasparini, decidió invertir en la fábrica y aprobó la fundición en 1774 de tres nuevas mesas de bronce, la mayor con 145 × 79 pulgadas francesas, en la que se podrían vaciar lunas de más de 130 pulgadas francesas (351 cm), algo verdaderamente

Piezas de cristal de La Granja grabadas y doradas. Periodo Barroco. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Garrafillo con asa de La Granja, grabada, dorada y tallada. Periodo Barroco. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Salerito de vidrio blanco de leche grabado y dorado. Periodo Barroco. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Plantilla para cristales planos destinados a los Departamentos Marinos de la Armada. Archivo General de Palacio. Sección planos 5.964/1 y 2.



extraordinario. A partir de entonces, las lunas excedieron con creces las dimensiones anteriores, llegando a alcanzar la extraordinaria medida de 130 × 71 pulgadas francesas y 6 líneas (351 × 191,82 cm) y, en 1783, hasta 132,5 × 72 pulgadas (357,75 × 194,4 cm), inaudito para la época.

Para hacer gala de estos magníficos espejos fabricados en su manufactura, Carlos III obsequió algunos de estos ejemplares a las cortes de Nápoles, Lisboa y Marruecos, e incluso al ministro ruso.

Las arañas de esta etapa se componen de un eje central de hierro recubierto de bulbos de cristal ensamblados, donde van atornilladas las cazuelas de madera revestidas de vidrio. Brazos y cayados curvos y macizos (salvo excepciones) portaban distintos colgantes con formas vegetales y pandelocas talladas.

Consolidación y primer cierre (1788-1808)

Las fuentes documentales hacen continuas referencias a la decadencia, los abusos y el deplorable estado en que se encontraban las fábricas durante los últimos años del siglo XVIII: desfalcos, incompetencia en la gestión contable, falta de solvencia en los libramientos, sustracciones indebidas de materiales, frecuentes bajas por enfermedades fingidas, etc. Para poner orden, la Secretaría de Hacienda decidió enviar en 1786 a dos visitantes o inspectores. A consecuencia de ello, Solís fue sustituido por dos directores: Juan Antonio Llaguno, para las fábricas de San Ildefonso, y Juan de Aguirre, para el Almacén General de Madrid.



Crujía norte de la Fábrica de Cristales Planos.

La difícil situación financiera derivada de los elevados gastos bélicos del momento originó recortes presupuestarios, lo que hizo cambiar la orientación de la producción de las fábricas. Durante el reinado de Carlos IV se abandonó progresivamente la ruinoso fabricación de grandes lunas por una producción más rentable, como espejos y vidrios planos de pequeño y mediano formato, más demandados por el mercado, además de toda suerte de géneros de vasería y de adorno. Como consecuencia de la política general de defensa, en vez de espejos para adornar las estancias de palacio, se encargaron innumerables vidrios planos destinados a abastecer los navíos de guerra y los edificios de los departamentos marítimos de la Armada Real.

Fueron continuas las alusiones entre la documentación de la fábrica sobre la necesidad de ahorrar materias primas y sueldos, así como gastos en viudedades y pensiones³⁵.

Segunda fase de las obras de la Fábrica de Planos extramuros

La segunda fase de las obras de la Fábrica de Planos, extramuros del Real Sitio, tuvo lugar a partir de 1786, cuando el arquitecto Juan de Villanueva presenta los planos del proyecto de ampliación de la fábrica por la zona norte del recinto. Su idea era ubicar los tres hornos en el interior de una gran nave o galería, similar a la construida en la nave de hornos para la de planos, de manera que pudieran reunirse todas las fábricas con sus oficinas y viviendas en un único recinto rectangular.

Juan de Villanueva presentó para esta segunda fase dos proyectos, el primero tasado en cuatro millones de reales de vellón y el segundo en cinco. Carlos III aprobó, el 23 de septiembre de

1786, el primero de ellos. Al no poder atender Villanueva la obra directamente por tener que ocuparse de las obras del Palacio del Buen Retiro, nombró como director sustituto al aparejador José Díaz, autor de la primera fase del proyecto, cargo que atendió hasta su fallecimiento en 1797, cuando fue sustituido por el nuevo aparejador del Real Sitio, Francisco de Pablos. No se conserva ninguno de estos planos.

En julio de 1787 dieron inicio las obras de esta segunda fase, pero el 14 de diciembre de 1788 fallece Carlos III y cambia el rumbo de los acontecimientos. El estallido en 1789 de la Revolución Francesa hizo cambiar la política exterior e interior de España y las finanzas del Estado se situaron al borde de la bancarrota por la crisis agraria, los gastos de las guerras y la ruptura con el comercio americano. La recesión económica que se vivía en el país derivó en una gradual paralización de las obras de ampliación de la fábrica, quedando estas sin concluir.

A esto se sumó la remodelación de las calles del Real Sitio y eliminación de viviendas de los más necesitados, provocando una grave escasez de las mismas que obligó a habilitar de forma urgente y subdividir buhardillas de la nueva fábrica, de manera que pudieran entrar a vivir los operarios más necesitados.

En 1800 Villanueva se quejó de la escasez de fondos y la paralización de las obras. Informaba de que se habían concluido las viviendas proyectadas para los empleados más necesitados y realizado los cimientos de los tres hornos proyectados en la crujía norte, e incluso algunos trabajos en las oficinas adyacentes, cerrando así el recinto rectangular de la fábrica, hasta la altura de la imposta. Por tanto, la obra que hizo Villanueva fue el ala norte inacabada, como se conserva en la actualidad, y el ala oriental del recinto que da a La Granja, organizada en cinco grandes bloques, con patios porticados en su interior y separados por callejones que dan a la calle.

Al descartarse el traslado de los hornos a la nueva fábrica, se decidió reconstruirlos con bóveda de ladrillo –mucho más seguro– sin cambiarlos de ubicación. La fábrica de labrados paso a denominarse “Príncipe Fernando”, la primera fábrica de entrefinos “Rey Carlos IV” y la segunda de entrefinos “Infante don Carlos”. Uno de los hornos de la Fábrica de Planos extramuros se reservó para producir todo tipo de vidrios y pasó a llamarse “Reina María Luisa”. Nombres todos ellos que apenas perduraron en el tiempo.

La producción en las Reales Fábricas durante el Periodo Clasicista

A partir de 1785 el subdelegado de la Secretaría de Hacienda, marqués de Contreras, dio un nuevo impulso a las salas de grabar y tallar. Incorporó hábiles talladores alemanes como Joseph Jorn en 1784, Segismundo Skolze en 1786 y Santiago Lochman en 1788; y lapidarios como el italiano procedente del Real Gabinete de Historia Natural, Pedro Puch y Mompurdo, o hábiles grabadores como Félix Juan.



Vaso de barrilete esmaltado con escena campestre. Periodo Clasicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Garrafillo de vidrio blanco de leche con orla esmaltada "Viva la Constancia". Periodo Clasicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Araña de aros en el Palacio de San Ildefonso. Periodo Clasicista.

La apertura de nuevos obradores como el de esmaltar en 1791, de dorado a pan y dorado a molido a finales de la década de 1790 o de lapidar en 1787 hicieron posibles los adelantos en las diferentes técnicas ornamentales, técnicas que tomaron prioridad durante este momento. Además de la incorporación de los especialistas extranjeros citados, la apertura en San Ildefonso de la Real Academia de Dibujo y Modelado de San Carlos y San Luis fue fundamental para el éxito alcanzado en la aplicación de las diferentes técnicas decorativas sobre el vidrio.

Durante esta etapa Clasicista (1788-1810, reinado de Carlos IV), la decoración floral naturalista grabada y dorada utilizada durante el periodo anterior fue cayendo en desuso, y se impuso la decoración esmaltada, dorada a fuego y tallada.

Los repertorios esmaltados más utilizados en La Granja durante esta etapa fueron florales, en forma de ramos sueltos o guirnalda naturalistas, paisajes con escenas y orlas florales con inscripciones. Acompañando a estos motivos esmaltados solían utilizarse, al igual que en la porcelana, filetes dorados perfilando bordes y molduras, y estrellitas o pequeños ramos dorados. El vidrio preferido para decorar con esmaltes era el vidrio blanco de leche, pretendiendo imitar la preciada porcelana china. Solo en casos excepcionales se aplicaba sobre vidrios traslúcidos, prefiriéndose en estos casos la decoración dorada a fuego.

De idénticas características que los ramos florales naturalistas, aparecían las guirnalda florales. Las orlas florales esmaltadas solían ser de laureles prendidas a lazos, cobijando en su interior inscripciones doradas a fuego como *Viva Carlos y Luisa* (Carlos IV y M^a Luisa de Parma), *Viva España*, *Viva Carlos Quarto*, etc.



Vaso dorado, "Serenísima Infanta Dña. María Amalia". Periodo Clasicista. Colección particular.



Los ramos y guirnaldas naturalistas tomaban de nuevo como modelos los diseños bohemios, inspirados a su vez de modelos florales de la fábrica de porcelana sajona de Meissen, sobradamente conocidas en la mayoría de manufacturas europeas de porcelana.

Inspirados en modelos checos, los paisajes esmaltados de La Granja aparecían ambientados por arquitecturas bucólicas en forma de pináculos o columnas, en un primer plano, y pequeñas casas en la lejanía, dando profundidad a la escena. Grupos de árboles, arbustos y rocas enmarcaban la escena principal, compuesta generalmente por grupos de personajes ataviados a la moda de la época.

A finales de la década de 1790 se descubrió el secreto de dorar a fuego con oro batido o de hoja, ofreciendo un resultado de gran delicadeza y finura en el dibujo, prácticamente inexistente hasta esos momentos. Para la decoración dorada no existían preferencias, cualquier pasta, traslúcida u opaca, era igualmente válida, aunque fueron los vidrios incoloros y vidrios verdes y melados traslúcidos los más utilizados.

En cuanto a las arañas, se recargaban de colgantes tallados de diferentes formas geométricas y de un tamaño más reducido, además de sartas de almendras engarzadas en alambre plateado. Los brazos de luces disminuyeron su longitud, tendiendo a desaparecer, apareciendo en su lugar aros superpuestos con platillos y mecheros. Se pusieron de moda las arañas a la inglesa, con bulbos y mayor número de colgantes tallados de tamaño reducido.

Real Academia de Dibujo y Modelado de San Carlos y San Luis

Para ser un buen grabador, dorador o esmaltador era condición imprescindible saber dibujar bien. Por ello, a partir de 1750 los ayudantes acudían a las clases de dibujo que impartían generalmente los maestros de la sala de grabar, tanto en Madrid (Almacenes Generales), como en la Sala de Dibujo de las fábricas de San Ildefonso.

A partir de 1804 el conde de Montarco, junto con el conserje de palacio, Ventura María Sani, instalaron una Real Academia en el antiguo edificio de raspamiento -la extinguida fábrica de limas e hilazas-, denominada Academia de Dibujo y Modelado de San Carlos y San Luis. En los nuevos obradores faltaban buenos dibujantes para perfeccionar las labores, por lo que se estableció una docencia reglada que mejorara las cualificaciones de los aprendices. Las asignaturas y la programación de los cursos fueron similares a los cursos impartidos en la Academia de San Fernando³⁶, y el método de enseñanza de la Academia de San Ildefonso estuvo siempre supeditado y censurado por la primera.

Para ello, se instaló un pórtico con las columnas, los capiteles y basas de piedra del palacio arruinado de Valsaín, con el fin de dotar a este espacio con el decoro que le correspondía. Nada de ello se conserva en la actualidad.

El 9 de agosto de 1808, con motivo de la invasión francesa, se decidió su cierre. Y con la regencia de Fernando VII se reanudaron de nuevo las clases, hasta que el 25 de septiembre de 1821 una Real Orden decretó trasladar y entregar las figuras, diseños y el resto del material académico a la Escuela de Dibujo de Segovia.

Los Almacenes Generales de Madrid y Fábrica de la Villa de Coca

- Almacenes Generales de Madrid

La ampliación de hornos, obradores, así como toda la diversidad de productos obligó al traslado en 1790 de los Almacenes Generales de Cristales de la carrera de San Jerónimo a un edificio con capacidad suficiente, a la calle del Turco nº 9 y 10 (actual calle del Marqués de Cubas). Posteriormente, en 1800 el Almacén General se trasladó urgentemente a la calle de Alcalá nº 5 y a la calle de la Greda nº 24, 25 y 26 (actual calle de Los Madrazo), para albergar en su lugar el laboratorio de química de D. Luis Proust que existía en Segovia. Todos estos traslados realizados con cierta premura provocaron innumerables roturas en los cristales.

- Fábrica de la Villa de Coca

Al aumentar el número de hornos en las fábricas, el consumo de leña se disparó en el Real Sitio. Transportistas y cortadores debían adentrarse cada vez más lejos en los pinares, por caminos muchas veces intransitables. Como resultado, tuvieron que apagarse los hornos de la Fábrica de Planos durante la temporada, de noviembre a junio, distribuyéndose sus operarios entre las demás fábricas.

La única alternativa a la escasez de leña fue construir fuera del Real Sitio una nueva fábrica más sencilla y económica, dotada con lo imprescindible. Después de barajar distintos lugares, se eligió la Villa de Coca como el lugar más adecuado (a unos 62 kilómetros del Real Sitio), pues sus alrededores contaban con leña suficiente para el funcionamiento de dos hornos (de entrefinos y de labrados), además de tierras gredas y salitrosas, e incluso minio de cierta calidad. Los operarios de San Ildefonso podrían trasladarse allí cada seis meses para continuar con sus trabajos, cuando la escasez de leña seca obligaba a apagar los hornos del Real Sitio. La fábrica de Coca funcionó desde 1804 hasta 1807.

Primer cierre: la Guerra de la Independencia y sus consecuencias

A finales de la primera década del siglo XIX la situación fue insostenible. La Tesorería General, comprometida con el sostenimiento de la guerra, dejó de emitir socorros a la Real Fábrica. Pese al cierre de salas, hornos, despidos generalizados y las súplicas de los directivos a la Secretaría de Hacienda pidiendo socorro, todas estas medidas resultaron ser en balde. La última alternativa era enajenar la manufactura a manos privadas, y esto conllevaba separar administrativamente las Reales Fábricas del Ministerio de Hacienda.

Resurgimiento (1815-1833)

Durante la dominación francesa arrendaron dos de los hornos dos maestros sopladores, junto a un puñado de operarios. Sin embargo, poco después, en 1815, al recobrar Fernando VII la Corona, el soberano decidió incorporar de nuevo la fábrica a su patrimonio y restablecer los trabajos, con el deseo de rememorar los tiempos de esplendor de la manufactura.

Una Real Orden de fecha de 29 de abril de 1815 decretó reanudar los trabajos en los hornos por cuenta del Real Patrimonio y se nombraba a Esteban Brunete como su director.

Todas las existencias y herramientas de la fábrica de la Villa de Coca fueron trasladadas a San Ildefonso. Los edificios de las fábricas de San Ildefonso se rehabilitaron por el aparejador Francisco de Pablos y se reformaron los hornos por el maestro Antonio Gómez, mientras se solucionaba el aprovisionamiento de materias primas para iniciar cuanto antes los trabajos.

Antes de su incorporación, todos los empleados de las fábricas tuvieron primero que justificar su conducta política durante los años de dominación del gobierno francés. Poco importaba el grado de habilidad o de pericia que tuvieran.

La Real Fábrica de Cristales no tardó en recuperar los antiguos privilegios que había disfrutado años atrás, como exenciones de derechos en la adquisición de materias primas y la venta exclusiva sobre el vidrio extranjero, tanto en Madrid, como en los Reales Sitios y en 20 leguas a la redonda. Los empleados siguieron disfrutando incluso de sus antiguas concesiones (como vivienda, botica, médico, cirujano o viudedades).

Para reducir los excesivos gastos en la producción se suprimió en San Ildefonso la Fábrica de Planos, permaneciendo en actividad las Fábricas de Labrados y de Entrefinos, además de las salas de grabar, tallar y dorar. Las clases de dibujo continuaron impartándose en la Academia.

Se restablecieron los Almacenes Generales de Madrid en su última ubicación, en la calle de Alcalá y de La Greda, y se reanudaron los trabajos de azogar y batir hojas de estaño, grabar, tallar, dorar y la pintura sobre el cristal transparente.

Los enfrentamientos políticos entre absolutistas y liberales y la implantación del Trienio Liberal (1820-1823) no dieron estabilidad a la fábrica, que primero pasó a depender del Ministerio de Hacienda y, seis meses más tarde, en noviembre de 1820, de la Junta Nacional del Crédito Público, llamándose a partir de entonces Fábricas Nacionales de Cristales.

Con la reimplantación del gobierno absolutista de Fernando VII, en 1823, es decir, durante la Década Ominosa (1823-1833) se nombró a un nuevo director, Bartolomé Sureda, que era a su vez director de la Real Fábrica de Loza de la Moncloa. A raíz de entonces, el soberano ordenó la inspección de todas las Reales Fábricas pertenecientes a su Real Hacienda, con el propósito



Garrafillo de vidrio azul cobalto esmaltado. Periodo Imperio. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Vaso cilíndrico grabado a rueda con el busto de Fernando VI inscrito en un medallón ovalado. Periodo Imperio. Colección privada.

Vaso cilíndrico con jarrón y guirnalda grabada. Periodo Imperio. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

de pulsar una vez más las tendencias ideológicas de los empleados. A consecuencia de ello, los partidarios del precedente Trienio Liberal fueron inmediatamente expulsados. Fue entonces cuando las fábricas volvieron a ser nombradas Reales Fábricas de Cristales.

Sureda fue partidario de reducir los gastos de la manufactura, tanto en sueldos como en número de empleados, y de implantar los trabajos a destajo. Los privilegios de venta exclusiva se mantuvieron.

Pero el cierre de las fábricas se avecinaba pronto. Tras el fallecimiento de Fernando VII, en 1833, la situación se hizo insostenible y, sin el respaldo de la Corona, los hornos se apagaron. Todos los espacios de la fábrica fueron arrendados a particulares.

Producción de las Reales Fábricas durante el Periodo Imperio

Durante este periodo entre 1815 y 1833, denominado Periodo Imperio, la decoración esmaltada generalmente de tipo floral se volvió esquemática, inspirándose en los esmaltes del taller de Egerman en Polevsco (norte de Bohemia). Esta decoración se organizaba en frisos o sinuosas guirnalda a base de racimos de uvas, en ocasiones en relieve, con hojas de parra intercaladas y retorcidos zarcillos, todo ello de color blanco. Repartidos por la superficie de las piezas se solían salpicar ramitos florales con pequeñas hojas doradas. Aparecían hileras de perlas o puntitos blancos en relieve enmarcando estos frisos y finos filetes dorados silueteaban los rebordes. Podían aparecer también otros muchos motivos florales sinuosos indefinidos, de gran movimiento y esquematismo. Esta decoración esmaltada, generalmente blanca y dorada a fuego, solía aplicarse sobre vidrio azul cobalto, vidrio melado e incluso sobre vidrio blanco opaco, incentivando contrastes de colores y realce de los motivos esmaltados.

Garrafillo con tres anillos en el cuello y guirnalda esmaltada. Periodo Historicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Jarra de dos asas grabada con guirnalda floral. Periodo Historicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Jarra de dos asas de vidrio opaco blanco con motivos florales esmaltados. Periodo Historicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.



Jarra de vidrio blanco opaco con friso floral esmaltado. Periodo Historicista. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

En este momento, la decoración grabada a rueda alcanzó los mejores resultados. Grabadores como Antonio Juan y Gil o Francisco Ramos supieron demostrar con creces sus habilidades. Buen ejemplo de ello es la colección de vasos de Patrimonio Nacional y otras colecciones privadas, portando delicados motivos grabados a base de retratos, iconografía de esponsales, guirnalda, orlas florales y otros motivos heráldicos. La parte inferior de estos vasos, de mayor grosor, solía presentar fajas talladas, en forma de puntas de diamante y otras facetas rectangulares; y una estrella tallada, decoración muy utilizada en Bohemia durante esos momentos.

Arrendamientos (1833-1970)

Durante la segunda mitad del siglo XIX y bajo la regencia de M^a Cristina se abrió una nueva etapa en la Real Fábrica de Cristales. El excesivo volumen de gastos y los escasos beneficios resultantes en las ventas provocaron que la Corona fuera progresivamente desvinculándose de la responsabilidad económica y administrativa de los talleres y salas de la manufactura, cediéndose finalmente los locales en arriendo a particulares, conservando siempre la Corona la propiedad de los edificios.

La fábrica se arrendó, en primer lugar, a la familia Bourgon entre 1856 y 1899, luego a Eugenio Simón y Sandé entre 1899 y 1906, a Luis de Castro y Lozano entre 1907 y 1909, y a Pascual La Rosa e Infanzón en 1909. El último arrendatario fue la Cooperativa Obrera Esperanza, a partir de 1911.



Fotografía de la fachada meridional durante el arrendamiento de La Esperanza, Tirso Unturbe. Archivo fotográfico de la Junta de Castilla y León.

Fotografía durante el arrendamiento de La Esperanza, “La Unión es la Fuerza, La Granja 1912”. Archivo Verescence.



Grabado de un horno francés de manchones, siglo XIX. Le verre et le cristal, Henriroux.

Fotografía del horno de manchones, Tirso Unturbe. Archivo fotográfico de la Junta de Castilla y León.

Arrendamiento de la familia Bourgon

El arrendamiento de la familia Bourgon fue el de más larga duración. Durante esta etapa, denominada historicista debido a que los repertorios decorativos reviven e interpretan modelos de los periodos de Carlos IV y Fernando VII, o etapas de mayor esplendor de la manufactura, la decoración esmaltada era de tipo floral, organizada en anchos frisos, guirnaldas o ramos, e incluso rodeando cartelas con inscripciones doradas, apareciendo la rosa carnosa generalmente acompañada de otras flores más pequeñas de jardín. Esta decoración esmaltada se encasillaba en modelos seriados, predominando el abigarramiento de los motivos decorativos, de una factura más rápida y reiterativa. Una decoración también muy utilizada por esmaltadores alemanes y centroeuropeos, de donde tomaban estas referencias.

En cuanto a la decoración grabada, solía aparecer combinada generalmente con decoración tallada. Se pusieron de moda los vasos y copas “de recuerdo”, decorados con motivos conmemorativos y que portaban en sus frentes motivos típicos del Palacio de La Granja. En la parte opuesta de estos recipientes acompañaban inscripciones en reservas o cartelas, grabadas a punta de diamante portando las iniciales del comprador, y en ocasiones, una fecha recordando algún acontecimiento especial.



Vaso recuerdo grabado y tallado. Colección privada.

Arrendamientos de Eugenio Simón y Sandé, Luis de Castro y Lozano, y Pascual La Rosa e Infanzón

Eugenio Simón y Sandé arrendó a finales de 1899 una parte de la fábrica, concretamente el piso inferior de la sala de raspamiento y patio más cercano, para instalar en estos espacios una fábrica de hebillas. Sin embargo el negocio fracasó y en 1906 fue demandado por el impago del arriendo.

En 1907 fueron cedidos estos espacios por arriendo a Luis de Castro y Lozano, que continuó con la industria de hebillas. Poco éxito tuvo esta industria, ya que dos años más tarde, en 1909, se traspasó a Pascual La Rosa e Infanzón para cerrar definitivamente poco después.

Por tanto, entre 1899 y 1909 se fabricaron únicamente hebillas en la fábrica de cristales.

Arrendamiento de La Esperanza³⁷

En 1911 se arrendó todo el edificio a la Sociedad Cooperativa Obrera Nacional Esperanza, por un periodo de cinco años, prorrogables, y al precio anual de 3.000 pesetas³⁸.

La industria española contaba a principios de siglo con una incipiente industria vidriera, dotada de modernos sistemas mecanizados, ubicada en zonas próximas a la costa, lo que facilitaba el transporte de materiales y productos. Para poder competir con este fuerte mercado, la Sociedad Esperanza se vio obligada a adaptar y adecuar sus instalaciones a las nuevas necesidades del momento, utilizando hornos alimentados con nuevos sistemas energéticos, como gasógenos, carbón o leña y, a partir de mediados de siglo, los derivados del petróleo, como el fuel oil.

- Producción de vidrio plano de manchones: 1911-1928

Un nuevo horno de manchones se instaló en una nave que se construyó en el primer patio. Contaba con cinco plazas o bocas de obrajes, por donde se extraía el vidrio con las cañas, y en cada plaza trabajaba una cuadrilla de manchoneros³⁹.

En el resto del edificio se rehabilitaron las viviendas de los operarios, tanto en el denominado corredor de arriba o crujía este como en el corredor de abajo o crujía oeste, acondicionándose además los diferentes talleres en la planta baja del edificio para otros usos, como almacenes de materiales, leñas o casco de vidrio.

Poco a poco, la situación de la sociedad se fue haciendo insostenible. La falta de capital flotante, las dificultades para conseguir créditos bancarios y la imposibilidad de poder emitir obligaciones hipotecarias obligaron al Consejo de la Sociedad a decretar el paro en la producción, liquidando previamente con el resto de los fondos los sueldos y jornales de los empleados y los suministros pendientes.



Nave de hornos y arcas de recocido. Archivo Verescence.

Almacén de aisladores. Archivo Verescence.



Prensas de brazo en la nave del primer patio. Archivo Verescence.

Fabricación de feltros en la sala de raspamiento. Archivo Verescence.

La Sociedad Obrera Esperanza terminó disolviéndose, creándose un año después, el 31 de octubre de 1915, una sociedad anónima que mantenía el mismo nombre de Esperanza. A partir de entonces, la producción se orientó hacia unos procesos más mecanizados, con máquinas de prensado manual en la década de 1930.

Esperanza S.A. continuó con la producción de vidrio plano de manchones hasta 1928, cuando el sistema de soplado se sustituye por máquinas Fourcault. Sin embargo, el peso de la competencia de las industrias peninsulares de vidrio plano obligaron a descartar la idea y la producción se orientó hacia la producción de moldeados y aisladores eléctricos. Entonces la Compañía Telefónica Nacional de España tenía previsto ampliar sus instalaciones en la mayor parte de la península y, por tanto, había que aprovechar esta oportunidad.

- Producción de moldeados y aisladores: 1930 - principios de los años 60

En la década de 1930 se inauguró una nueva etapa en Esperanza. La producción de vidrio plano soplado para manchones fue sustituida por la incorporación de prensas de brazo para hacer moldeados y aisladores eléctricos, importantes cambios que obligaron a invertir tanto en instalaciones como en maquinaria. La fabricación de moldeados de vidrio blanco, destinados a la construcción, se inició en el año 1930, instalándose el nuevo horno sobre el antiguo horno

de manchones, bajo el cobertizo del primer patio. La producción de aisladores eléctricos, de vidrio verde, comenzó poco después, en 1932, construyéndose el nuevo horno bajo la primera cúpula de la nave principal de hornos. Es a partir de este momento cuando se construyeron las altas chimeneas que actualmente sobresalen de los tejados de la fábrica.

- Producción de fibra de vidrio y cierre: 1941-1972

Sin abandonar la producción de aisladores, hacia el año 1941 se inició en Esperanza S.A. la fabricación de fibra de vidrio⁴⁰. Ese año comenzó la fabricación de fibra de vidrio por el sistema Gossler⁴¹ y, un año más tarde, dio comienzo la fabricación de otro tipo de fibra de vidrio mediante un proceso de centrifugado y con la ayuda de aire comprimido, el sistema Hager⁴². Una vez fabricada la fibra de vidrio, pasaba al taller de confección, donde se elaboraban los fieltros, los burletes o las coquillas.

En la antigua sala de raspamiento se confeccionaba con seda de vidrio el producto denominado “Velo”⁴³. Los fieltros para aislamiento de cubiertas y depósitos de agua se fabricaban en la misma sala y también por mujeres⁴⁴.

La producción de fibra Hager terminó en La Granja a principios de la década de 1960, creándose una filial de Esperanza en Azuqueca de Henares (Guadalajara) denominada Fibras Minerales S.A., donde se cambió el proceso de fabricación por otro más moderno, denominado Tell y patentado por Saint Gobain.

Hacia 1972 concluyó el contrato de arriendo de Esperanza S.A. y el edificio, en estado ruinoso, se abandona.

La fábrica hoy: la Fundación Centro Nacional del Vidrio

A pesar de los continuos arrendatarios, más inclinados a rentabilizar su producción que a mantener el edificio, y las circunstancias históricas que han ido aconteciendo a través de los años, el edificio extramuros de la Real Fábrica de Cristales ha podido conservarse hasta nuestros días, 250 años después de su construcción (1770).

Tras diez años de abandono, se constituye en 1982 la Fundación Centro Nacional del Vidrio (FCNV) con el fin de recuperar y restaurar el edificio de la antigua Real Fábrica extramuros, y albergar en su interior un museo, una escuela del vidrio y un centro de producción de piezas, siguiendo los modelos clásicos de La Granja. Es este el único edificio industrial que se conserva en la actualidad en el Real Sitio. El resto de edificios industriales han ido desapareciendo con el paso del tiempo como consecuencia de las reformas que fueron llevadas a cabo en años sucesivos, para adaptarlos a otros usos.



Patio de leña y nave del actual horno.

El proyecto de rehabilitación del edificio de la antigua fábrica se dividió en varias fases, comenzando en 1982. A partir de entonces, se han ido reformando y ampliando las salas de exposiciones del museo progresivamente. Aunque aún faltan algunas zonas de menor entidad por rehabilitar, pudo evitarse la destrucción del complejo, quedando encargados del proyecto de restauración los arquitectos Manuel e Ignacio de las Casas.

La FCNV está reconocida por Orden Ministerial de fecha 28 de septiembre de 1989 (B.O.E. de 09-10-89) e inscrita en el Registro de Fundaciones Culturales del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte con el nº 241, de acuerdo con la Ley 30/1994, de 24 de noviembre de Fundaciones y de Incentivos Fiscales a la Participación Privada en Actividades de Interés General. Sus fines son: la promoción, desarrollo, enseñanza, investigación y difusión de la artesanía e historia del vidrio, su fabricación artística y demás actividades culturales y científicas relacionadas con la técnica y el arte del vidrio.

En la actualidad, la Fundación del Sector Público Centro Nacional del Vidrio (de aquí en adelante FSPCNV) es una fundación que pertenece al sector público estatal y cuenta con tres áreas de actividad: el Museo Tecnológico del Vidrio, el área comercial y de producción y el área de formación y proyectos. Tiene como uno de sus principales objetivos salvaguardar el Patrimonio Cultural Inmaterial del vidrio.



Nave de Hornos. Exposición Tecnológica.

Reproducción en madera de una mesa de vaciado.



El edificio de la Real Fábrica de Cristales de La Granja fue declarado Bien de Interés Cultural, en la categoría de Monumento, de acuerdo al Decreto 134/97, de 19 de junio, de la Junta de Castilla y León. Representa, sin duda, uno de los ejemplos más importantes del Patrimonio Industrial en España.

Museo Tecnológico del Vidrio

El museo, adherido desde sus comienzos al Sistema Español de Museos, mediante convenio alberga en su interior diferentes exposiciones temáticas que tratan de mostrar al público visitante el mundo del vidrio desde un buen número de perspectivas: históricas, tecnológicas, productivas y artísticas. Las actividades que el museo genera se enmarcan dentro de alguna de sus tres funciones básicas: investigación, conservación y difusión. Se organizan exposiciones temporales, talleres didácticos, tertulias, conferencias, conciertos, visitas guiadas y otras actividades culturales.

El recorrido del museo comienza en la Nave de Hornos, donde se encuentra la exposición tecnológica del vidrio. Desde el patio de la leña se accede al horno, donde los maestros sopladores reproducen, con gran destreza, las antiguas piezas de cristal de La Granja, sirviéndose de las técnicas tradicionales del soplado con caña. En un lateral del patio de la leña se accede a la antigua leñera, donde se puede ver en vivo cómo varios artesanos tallan y decoran las piezas de vidrio y fabrican las conocidas arañas de cristal de La Granja.



Al otro extremo de la Nave de Hornos y en la planta baja, se encuentra la Sala de Vidrieras del Taller Maumejean. Un prestigioso taller, con sedes en Francia y en España, que abastecía, entre la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del XX, a un buen número de edificios religiosos, civiles y casas particulares de Europa, América, África y Asia. La muestra se compone de vidrieras, cartones y bocetos de este taller.

A continuación se ubican las salas sobre Historia del Vidrio, que reúnen una selección de vidrios desde la Antigüedad hasta hoy en día, en estos momentos en proceso de instalación.

En la Nave de Raspamento, dedicada en la actualidad a talleres (también en proceso de instalación), se pueden ver algunas losas de granito sobre el suelo donde se raspaban manualmente las lunas, así como los restos de la antigua máquina hidráulica de múltiples aplicaciones diseñada por Demetrio Crow.

En el piso superior de esta nave se ubica la Sala de Cristal de La Granja, formada por distintos depósitos procedentes de Patrimonio Nacional, Museo Nacional de Artes Decorativas y Museo Nacional del Prado, además de otros fondos propios. A continuación, se accede a la Sala de Botellas y Envases Europeos, clasificados por países y con una cronología que abarca desde el siglo XVI al XIX.

Busto de obispo, estilo neogótico. Museo Tecnológico del Vidrio. Exposición Vidrieras del Taller Maumejean. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Busto de santa, estilo neogótico. Museo Tecnológico del Vidrio. Exposición Vidrieras del Taller Maumejean. Archivo de la Fundación Centro Nacional del Vidrio.

Exposición de vidrio contemporáneo. Sala de raspamento, piso superior.

Producción actual de la Real
Fábrica de Cristales. Archivo
Fundación Centro Nacional del
Vidrio.



En la misma nave se ubican la Sala de Diseño Europeo y la Sala de Vidrio Contemporáneo, que recogen piezas fabricadas por diseñadores y escultores procedentes tanto de Europa, como de América o Asia.

Área Comercial y de Producción

La FSPCNV mantiene desde 1991 la técnica del soplado con caña, siguiendo escrupulosamente los mismos procesos y técnicas de manufacturación que en el siglo XVIII, es decir, artesanalmente, con caña de soplar y con la ayuda de moldes. El área técnica se compone de distintos talleres: horno, talla, decorado y lámparas.

Área de Formación y Proyectos (Escuela Superior del Vidrio, Escuelas Taller, Taller de Empleo y cursos)

Gracias a la actividad docente que la FSPCNV ha desarrollado desde la década de 1990 a base de Escuelas Taller, Taller de Empleo, Casas de Oficio, Escuelas Superiores y Cursos Monográficos, se ha conseguido que un oficio en el que predominaba el secretismo de su técnica haya podido transmitirse a las generaciones venideras.



Desde 2006, está en vigor el Grado en Artes Plásticas, especialidad Vidrio, impartido en la Escuela Superior del Vidrio dependiente de la fundación, equivalente a todos los efectos al título universitario de Licenciado o al título de Grado.

- Educación no reglada

El conocimiento de esta técnica se ha transmitido desde sus orígenes, de generación en generación, de padres a hijos, por tradición oral. Sin embargo, esta forma de transmisión de conocimiento ha ido desapareciendo con el transcurso del tiempo debido a los cambios sociales y económicos. Por ello la fundación comenzó a impartir desde 1994 cursos monográficos y masterclasses adaptados al perfil del alumnado y a su tiempo disponible.

La Escuela Taller de la FSPCNV ha contribuido a que los sopladores de vidrio pudieran adquirir su cualificación profesional. Desde 2009, la fundación ha trabajado en conjunto con el Instituto Nacional de las Cualificaciones (INCUAL) y el Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE) para la elaboración de las cualificaciones profesionales y los certificados de profesionalidad del vidrio soplado.

Juan José Carrero Latorre dando forma con los hierros a la posta de vidrio, en el taller del horno.

Juan José Carreño soplando con la caña una pieza de vidrio, en el taller del horno.



Taller de talla. Nave leñera. Loli Sanz Pérez tallando una pieza de vidrio.

Taller de lámparas. Un taller a cargo de Yolanda Gil Gómez con una larga experiencia donde se restauran y reproducen arañas de cristal de La Granja.



- Transmisión de la técnica

Hoy en día, la formación de esta técnica se mantiene viva en la Real Fábrica de Cristales con la ayuda de maestros artesanos y de la comunidad local. En este caso se han celebrado desde hace 25 años numerosos talleres y cursos especializados donde se han enseñado las técnicas de vidrio soplado, impartidos por maestros españoles y extranjeros.

La técnica de soplado con caña artesanal constituye una verdadera seña de identidad en el Real Sitio de San Ildefonso y en toda Segovia. Es prácticamente imposible encontrar en el municipio familia cuyo pasado no esté vinculado al mundo del vidrio. Las Reales Fábricas de Cristales en los siglos XVIII y XIX y la fábrica industrial antiguamente denominada La Esperanza, hoy Verrescence, han forjado de forma inequívoca la identidad de este municipio y su comarca.

Mediante programas europeos, la fundación ha podido ampliar su radio de acción firmando acuerdos bilaterales con distintas universidades europeas, así como con universidades españolas y otras fábricas europeas. Gracias a proyectos europeos se han impulsado procesos formativos, la investigación en vidrio, el apoyo a jóvenes creadores, así como la difusión del mundo del vidrio a la sociedad.



Circuito expositivo por los antiguos pasillos de atizaderos de la Nave de Hornos y Carquesas, cubiertos con bóvedas de cañón con respiraderos que permitían la salida de humos.

| Notas

- 1 Sabine Melchior-Bonnet: *Historia del Espejo*, Buenos Aires, Edhasa – Club Burton, 2014.
- 2 Pastor Rey de Viñas, Paloma: “Historia de la Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso durante la época de la Ilustración (1727-1810)”. CNV, PN, CSIC, 1994.
- 3 Archivo General de Palacio, Caja 11747/35, Isidoro Nicolás de Montujar a D. Joseph de Carvajal y Lancaster, Buen Retiro, 27 de abril de 1747.
- 4 El proceso de colado sobre mesa de bronce consistía en extraer del horno una cubeta cargada de vidrio fundido y vaciarla sobre una mesa de bronce, para después alisarla con un rulo de hierro. Seguidamente, la luna ya formada se introducía en el arca de recocido, donde concluía su enfriamiento y solidificación. El éxito de la operación dependía de la rapidez de ejecución y pericia de los operarios.
- 5 Una vez pulida la luna, había que hacer el espejo. Para ello se fundía y vaciaba el estaño en planchas que eran posteriormente batidas, una sobre otra, en mesas de mármol negro, de gran dureza y resistencia. El batidor golpeaba con mazos de madera de distintos perfiles y grosores estas planchas, de forma que quedaban lisas y extendidas, lo más finas y uniformes posibles. El siguiente paso consistía en asentar estas finas planchas de estaño sobre el vidrio, que consistía en verter el mercurio (azogue) sobre la hoja de estaño, para luego deslizar la luna de vidrio sobre esta superficie. Para repartir uniformemente su presión, se colocaban pequeñas pesas sobre la luna, manteniéndose en esta posición horizontal durante varias horas, hasta completar el proceso de amalgamación. Una vez azogadas, se trasladaban a la mesa de goteo, donde se colgaban del techo gracias a unas cuerdas dobles provistas de nudos que servían para regular el levantamiento de la luna, desde su posición inclinada, hasta su completa verticalidad. Todo el mercurio sobrante se recogía cuidadosamente para su posterior utilización. Finalmente las lunas se colocaban contra la pared de la sala, permaneciendo en esta posición otro largo periodo de tiempo, hasta que se completaba el proceso de fijación o amalgamación del estaño sobre la superficie de la luna.
- 6 M^a Jesús Callejo y Paloma Pastor: *Las Reales Fábricas de Cristales de La Granja de San Ildefonso. Un recorrido por sus edificios*. VIDROSO, 2004.
- 7 Pastor Rey de Viñas, Paloma: *La Real Fábrica de Cristales de la Granja. Historia, repertorios decorativos y tipologías formales*. Segovia, 1998.
- 8 Estos comerciantes bohemios eran previamente instruidos en escuelas, como Las Escuelas Pías en Novi Bor, Haida, creada en 1763. No hay que olvidar que España representaba por aquel entonces uno de los principales puentes de unión comercial entre Europa y América Latina.
- 9 Pastor Rey de Viñas, Paloma: *La Real Fábrica de Cristales de la Granja. Historia, repertorios decorativos y tipologías formales*. Segovia, 1998.
- 10 Pastor Rey de Viñas, Paloma: “Arquitectura industrial vidriera del Real Sitio de San Ildefonso”. En: *Reales Sitios*, N^o 116, 1993, pp. 33-40.
- 11 Callejo Delgado, M^a Jesús: “La Real Fábrica de Cristales de La Granja”. En: *Reales Sitios*, II Trimestre, 1980, pp. 45-52.
- 12 La repartición de viviendas entre los operarios dependía del grado de necesidad de constante asistencia a sus trabajos, pero también del grado de antigüedad de los operarios. Los dependientes que no tenían vivienda en el interior del recinto fabril contaban con un plus salarial para vivir de alquiler en el Real Sitio.
- 13 Con los nuevos moldes y diseños se creó un amplio catálogo, con un total de 29 modelos de arañas, en distintos colores, transparentes, “alechadas” y azules. En función del tamaño, número de luces, colgantes y adornos, los precios oscilaban entre 3.069 rs. y 180 rs.
- 14 Años después fue nombrado cónsul español en el Puerto de San Malo en Bretaña, Francia. Le fue concedida una pensión de 6.000 reales anuales por las labores realizadas en la Real Fábrica.
- 15 Bernardo Ward. *Proyecto Económico*. Edición y estudio preliminar de Juan Luis Castellano. Clásicos del Pensamiento Económico Español. Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Hacienda, 1982.
- 16 Pastor Rey de Viñas, Paloma: “Restos arqueológicos hallados en la Real Fábrica de Cristales de La Granja”. En: *Jornadas sobre el Real Sitio de San Fernando y la Industria en el siglo XVIII*. San Fernando de Henares, 1997, pp. 221-230.

- Pastor Rey de Viñas, Paloma: "Máquinas hidráulicas en la Real Fábrica de Cristales de La Granja (s. XVIII-principios s. XIX)". En: *Actas V Congreso Internacional de Molinología*, 2009, ISBN 978-84-7788-559-7, págs. 137-140.
- 17 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales. Legajo, 1. Ward al marqués de Esquilache. San Ildefonso, 23 de septiembre de 1761.
 - 18 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales. Legajo, 1. Zenzano al marqués de Esquilache. San Ildefonso, 17 de noviembre de 1762.
 - 19 Archivo General de Palacio, Planos nº. 1067, 1068 y 1069.
 - 20 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales. Caja, 31. El marqués de Esquilache a Juan Dowling. San Ildefonso, 15 de septiembre de 1763.
 - 21 Según la documentación consultada, sabemos que durante estos años trabajó para las fábricas de paños de Guadalajara y Brihuega, para la fábrica de limas y aceros del Real Sitio de San Ildefonso, para el Real Sitio del Pardo (molino harinero, en 1764), para las reales fábricas de espadas de Toledo, para los nuevos cuarteles del Real Sitio del Escorial, cerca de Madrid (1763), para la fábrica de latón de Alcaraz en Albacete (1778), para la fábrica de papel de San Fernando y para la real fábrica de tejidos de seda, plata y oro de Talavera de la Reina.
 - 22 Una R.O. del 14 de noviembre de 1772 le autorizaba el poder despedir, según su propia voluntad, a cualquier dependiente que tuviera a su cargo. Formaba además parte de las juntas semanales, donde se debatían y acordaban los distintos asuntos relacionados con la manufactura, tanto en materia técnica como administrativa.
 - 23 Archivo General de Palacio, Legajo, 1. Juan Dowling al marqués de Esquilache. San Ildefonso, 23 de marzo de 1765.
 - 24 Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. El marqués de Grimaldi a D. Tiburcio de Aguirre. Signatura: Le 1-43-1.
 - 25 VVAA, "Recuperación de la Casa del Pulimento en la Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia). Estudios previos". En: *I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural*, ICOMOS España, 2019. En imprenta.
 - 26 Para la primera iluminación entre 1765 y 1766, se fabricaron un total de 70.588 piezas, y para la segunda iluminación, entre 1767 y 1768, un total de 33.864 piezas.
 - 27 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales, caja 95. Zenzano, San Ildefonso, 29 de octubre de 1770.
 - 28 Pastor Rey de Viñas, Paloma: "La Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso y el comercio de ultramar con Nueva España (1727-1809)". En: *México y la Real Fábrica de Cristales de La Granja*. Catálogo de la exposición. Museo Franz Mayer, 1994, pp. 35-75.
 - 29 Archivo General de Palacio, Legajo 4. Real Fábrica de Cristales. 12 de octubre de 1770, Zenzano, El Aparejador y Dowling.
 - 30 Archivo General de Palacio, Legajo 4. Real Fábrica de Cristales.
 - 31 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales, caja 32. Joseph Díaz a Miguel de Muzquiz, San Ildefonso, 8 de febrero de 1777.
 - 32 Archivo General de Palacio, Fábrica de Cristales, caja 21. San Ildefonso, 29 de marzo de 1777. Joseph Díaz.
 - 33 Una vez desocupado y sin uso el antiguo edificio de la Fábrica de Planos, se instala en su lugar, en 1779, una Fábrica de Lienzos. Tras la visita que hizo el conde de Montarco en 1795, con el fin de inspeccionar las Fábricas del Real Sitio, decide suprimirla ante los escasos beneficios que aportaba.
 - 34 Durante la rehabilitación de esta sala de raspamiento se dejaron a la vista algunos restos de esta máquina, como la fosa de la rueda, dos de los cuatro molones, varios apoyos donde se asentaban otras ruedas secundarias de transmisión, así como varias balsas de ladrillo ligeramente inclinadas hacia el centro de la nave, con un desagüe que iba a parar a la atarjea central, ubicada entre las dos hileras de columnas. En el suelo de esta nave se conservan a la vista en la actualidad algunas losas de granito donde se desbastaban a mano las lunas de mayores dimensiones. Quedan aún restos de yeso en sus superficies que servía para fijar estas lunas a las piedras. En las operaciones de desbastado se empleaban arenas mezcladas con agua, por ello era

imprescindible una buena canalización del agua y un desagüe con suficiente capacidad. Todos los bancos de desbastado se instalaron frente a cada una de las ventanas de la sala, algo que no era de extrañar, pues estas labores de desbastado necesitaban de buena luz, durante la mayor parte del día.

- 35 Las pensiones de viudedades se percibían anualmente, transcurrido generalmente un mes del fallecimiento y las asignaciones se establecían en función de los sueldos de los operarios fallecidos. Se creó para todos los empleados contratados un fondo de viudedades o descuento perpetuo, deduciéndoseles un maravedí por cada real de su salario, es decir, una especie de prestación por jubilación, prácticamente igual a lo que tenemos hoy en día. Se implantaron incluso sistemas de jubilaciones por invalidez o vejez.
- 36 En el primer curso se aprendía a dibujar las extremidades del cuerpo humano; en el segundo, cabezas; en el tercero, cuerpos enteros; en el cuarto, aritmética, geometría práctica y perspectiva y los cinco órdenes de arquitectura; en el quinto y último, se aprendía la escultura en yeso.
- 37 Pastor Rey de Viñas, Paloma: “La Sociedad Esperanza, Arrendataria de la Real Fábrica de Cristales. 1911-1960”. En: *I Jornades Hispàniques d’Història del Vidre*. Museu d’Arqueologia de Catalunya, Barcelona, 2001, pp. 241-247.
- 38 Con fecha de 28 de octubre de 1911 y a instancia de Isaac Rodríguez Díaz se firmó en Madrid la escritura de constitución de la Sociedad, quedando como Presidente del Consejo Manuel Rodríguez, y como Director Técnico el maestro manchonero de origen italiano Caprarrini.
- 39 Alrededor del horno había una plataforma de madera con varios fosos y, próximas a los fosos, se instalaron varias horquillas para apoyar las cañas durante el proceso de soplado. El manchonero trabajaba sobre esta plataforma de madera para dar forma a la posta de vidrio, hasta conseguir grandes cilindros mediante el balanceo de la caña de un lado al otro del foso, hasta conseguir su correcta dilatación. El horno contaba con varios tirantes de hierro que actuaban de refuerzo y aseguraban su estabilidad dimensional durante las subidas o bajadas de temperatura.
- 40 Compuesta por finísimos hilos de vidrio, de un diámetro aproximado de 30 milésimas de milímetro, que reunidos se utilizaban bien como material de aislante (para el frío o el calor y el sonido), bien como filtro de aire, e incluso como tejidos ignífugos.
- 41 Mediante el procedimiento de estirado, denominado comúnmente seda de vidrio.
- 42 A base de una fibra discontinua y corta, llamada tradicionalmente lana de vidrio.
- 43 Para la confección del Velo se disponían a la entrada del horno de secado las madejas sobre una mesa. Los operarios, generalmente mujeres, se situaban a ambos lados de la mesa para realizar el “depilado”, logrando un reparto homogéneo de fibra obteniéndose así una capa del espesor requerido. Seguidamente, esta capa se sumergía en un baño de cola, preparada con una solución de almidón, y se introducía en el horno para su secado. Por último, se extraía por el extremo opuesto del horno la tela de seda o Velo, ya confeccionado, para sus diversos usos, como revestimientos de coquillas, difusores de luz, etc.
- 44 Las trabajadoras se disponían alrededor de unas mesas para poder coser con gruesas agujas estos fieltros, fijándolos a un papel y tela metálica, dejando siempre un espesor uniforme y formando así paneles de unos cuatro metros de longitud.



3 | Rehabilitación de la Nave de Hornos y Carquesas

La Real Fábrica de Cristales de La Granja es uno de los edificios industriales europeos más importantes de la Ilustración (s. XVIII) y forma parte del conjunto de edificaciones que complementan el Real Sitio de La Granja de San Ildefonso (Segovia).

Ubicada a las afueras del antiguo recinto amurallado de La Granja, se trata de un gran complejo de planta rectangular que ocupa una superficie total de 23.496 m². Entre otras instalaciones, hoy la fábrica alberga el Museo Tecnológico del Vidrio, el cual ocupa la denominada Nave de Hornos y Carquesa (arcas de recocido) en el ala suroeste del complejo y la sala de raspamiento del ala noroeste.

Con una superficie de 3.150 m², la actual Nave de Hornos y Carquesas, proyecto de José Díaz Gamones por encargo de Carlos III para mejorar la Real Fábrica frente incendios, era el espacio más representativo, tanto a nivel funcional como estético.

Con planta basilical, en esta nave se ubicaban los hornos de fundido bajo dos grandes cúpulas con linternas que permitían la evacuación de humos y entrada de iluminación natural. La cúpula ubicada al suroeste será denominada de aquí en adelante como cúpula 1, y la cúpula ubicada al noroeste como cúpula 2.

Después de una amplia rehabilitación del complejo fabril iniciada en el año 1982 en la que se restituyeron las fábricas primitivas, bóvedas y chimeneas desaparecidas, y se recuperaron las fachadas; en mayo de 2018 se iniciaron las *Obras de refuerzo y reparación de las cúpulas de la Real Fábrica de Cristales de La Granja de San Ildefonso (Segovia)* impulsadas por el Ministerio de Cultura y Deporte. Estas obras, de acuerdo a los estudios previos del edificio histórico y proyecto técnico redactado, han dado respuesta a las necesidades de seguridad, salubridad y ornato de las cúpulas y bóvedas de la Nave de Hornos y Carquesas.

Cúpula 1 de la Nave de Hornos y Carquesas de la Real Fábrica de Cristales de La Granja.



Geometría de las cúpulas

Como parte de los estudios previos para un conocimiento detallado y riguroso del edificio patrimonial, se realizó una modelización geométrica para evaluar el estado de conservación y, especialmente, las condiciones de estabilidad de las cúpulas de la Real Fábrica de Cristales. Esta modelización fue determinante para la evaluación del equilibrio y resistencia de las cúpulas, así como posibles deformaciones y asentamientos generados que comprometieran su estabilidad. Los resultados obtenidos determinaron las intervenciones a llevar a cabo en la obra de rehabilitación.

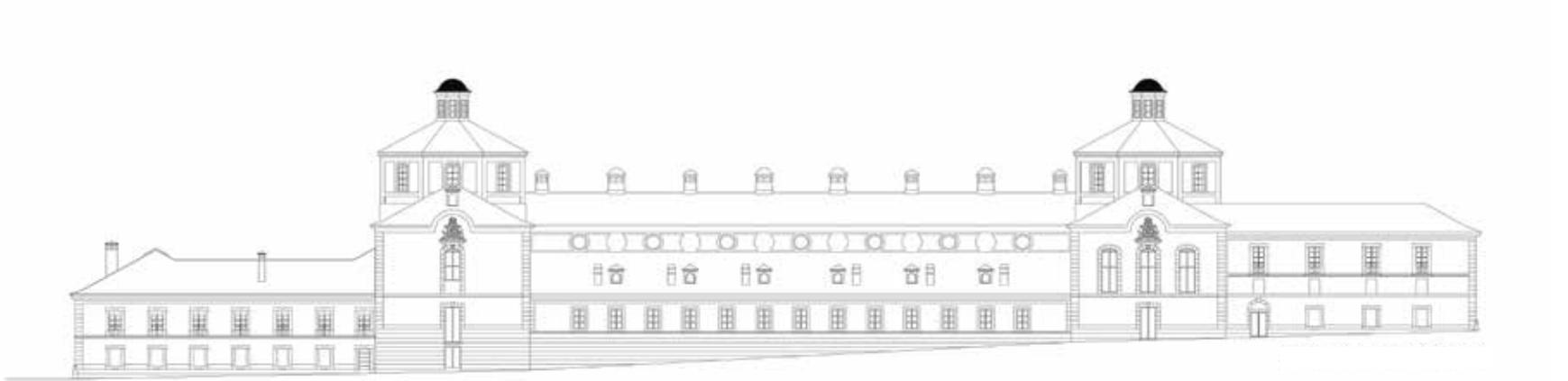
Para la definición precisa de la geometría de las cúpulas se estudió el conocimiento geométrico de la época, por un lado; y el levantamiento topográfico de alta precisión con un escáner 3D, por otro.

La primera aproximación se realizó teniendo en cuenta el libro *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica* de Jacques Heyman (Instituto Juan de Herrera, 1995), en el que se recoge: “Una cúpula semiesférica tiene que tener un espesor mínimo de poco más del 2% del diámetro. Por supuesto, las cúpulas reales tienen un espesor mucho mayor que este mínimo y, además, muchas no se aproximan a la semiesfera. La cúpula de San Pedro tiene un espesor de, aproximadamente, el 5% de diámetro, mientras que la del Panteón de Roma es del 3,3% aproximadamente...”. En la Real Fábrica de Cristales las cúpulas tienen un diámetro de 11,15 metros



Ambrogio Brambilla,
*Orthographia. Partis. Exterioris.
Templi. Divi. Petri In Vaticano,*
1577-1585. Biblioteca Nacional de
España.

Fray Lorenzo de San Nicolás, *Arte
y uso de la arquitectura,* edición
de 1796. Biblioteca Nacional de
España.

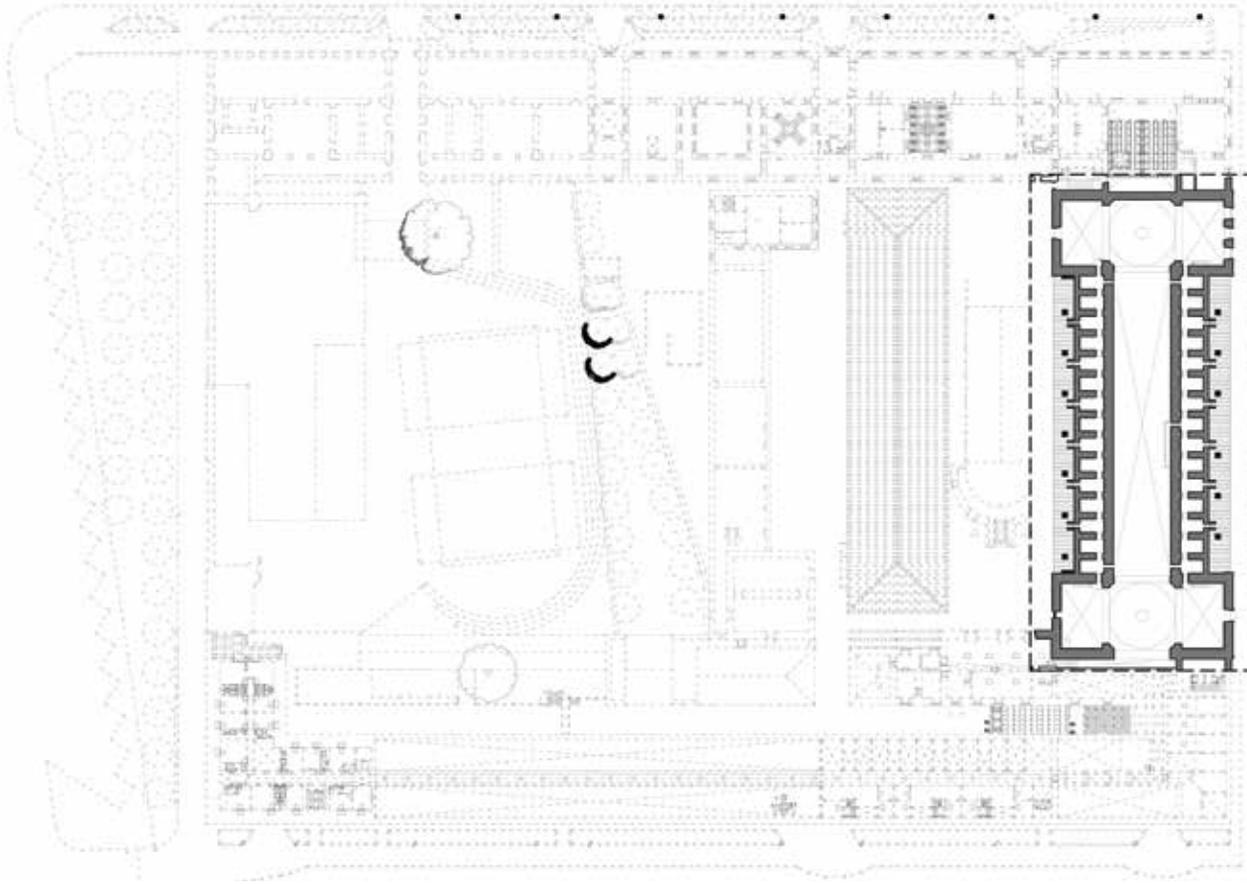


Fachada de la Nave de Hornos y Carquesas. Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

(unos 40 pies castellanos). Por tanto, son necesarios espesores mínimos de 56 cm (2 pies castellanos) para cumplir las proporciones de la cúpula de San Pedro (espesor del 5% del diámetro), espesor mínimo que presentan las cúpulas de la fábrica a la altura del anillo de la linterna.

El trabajo de investigación realizado por Belén Morchón de la Universidad de Valladolid sobre el *Diseño y Construcción de la Bóveda de Media Naranja a finales del s. XVIII: Real Fábrica de Cristales de La Granja (Segovia)* confirmó la importante influencia que tuvo el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás, *Arte y uso de la arquitectura, Parte I-II* (1639-1663) en la construcción y diseño de las cúpulas.

Respecto a la relación directa entre geometría y seguridad en las cúpulas de fábrica, se recoge en el libro *Arcos, bóvedas y cúpulas: Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica* de Santiago Huerta (Instituto Juan de Herrera, 2004) lo siguiente: “la seguridad de las cúpulas de fábrica se puede medir como en el caso de los arcos, comparando el espesor límite con el espesor real. El cálculo de los espesores límites de las distintas cúpulas es muy complejo pero, de nuevo como en el caso de los arcos, pueden obtenerse límites inferiores del coeficiente de seguridad con facilidad. Una cúpula de fábrica será suficientemente estable si es posible dibujar una superficie de empujes en su interior con suficiente seguridad: si podemos dibujar la superficie dentro de la mitad central el coeficiente será mayor o igual que 2, si dentro del tercio central mayor o igual que 3, y así sucesivamente”.

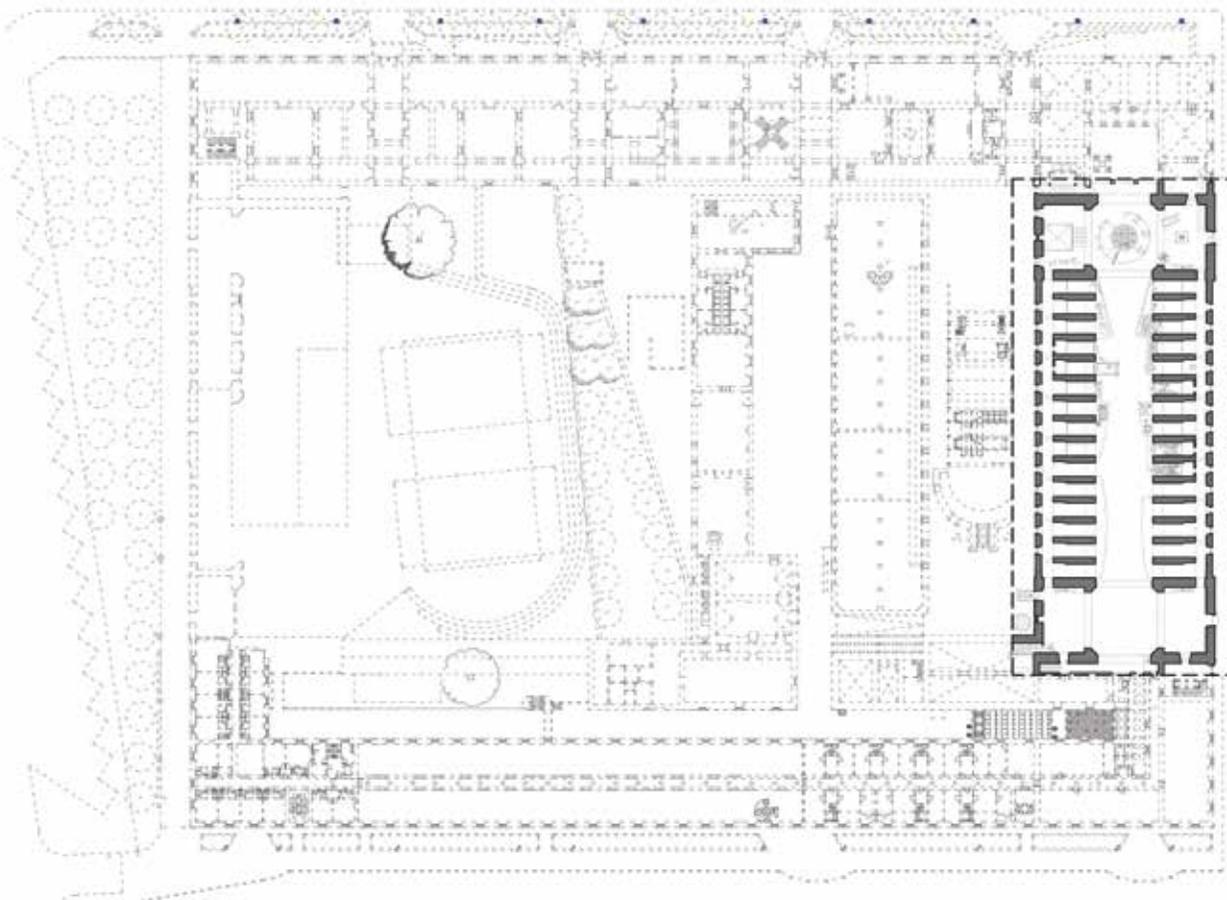


Cúpula 1

Cúpula 2



Planta baja.
Nave de Hornos y Carquesas en el conjunto de la fábrica. Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

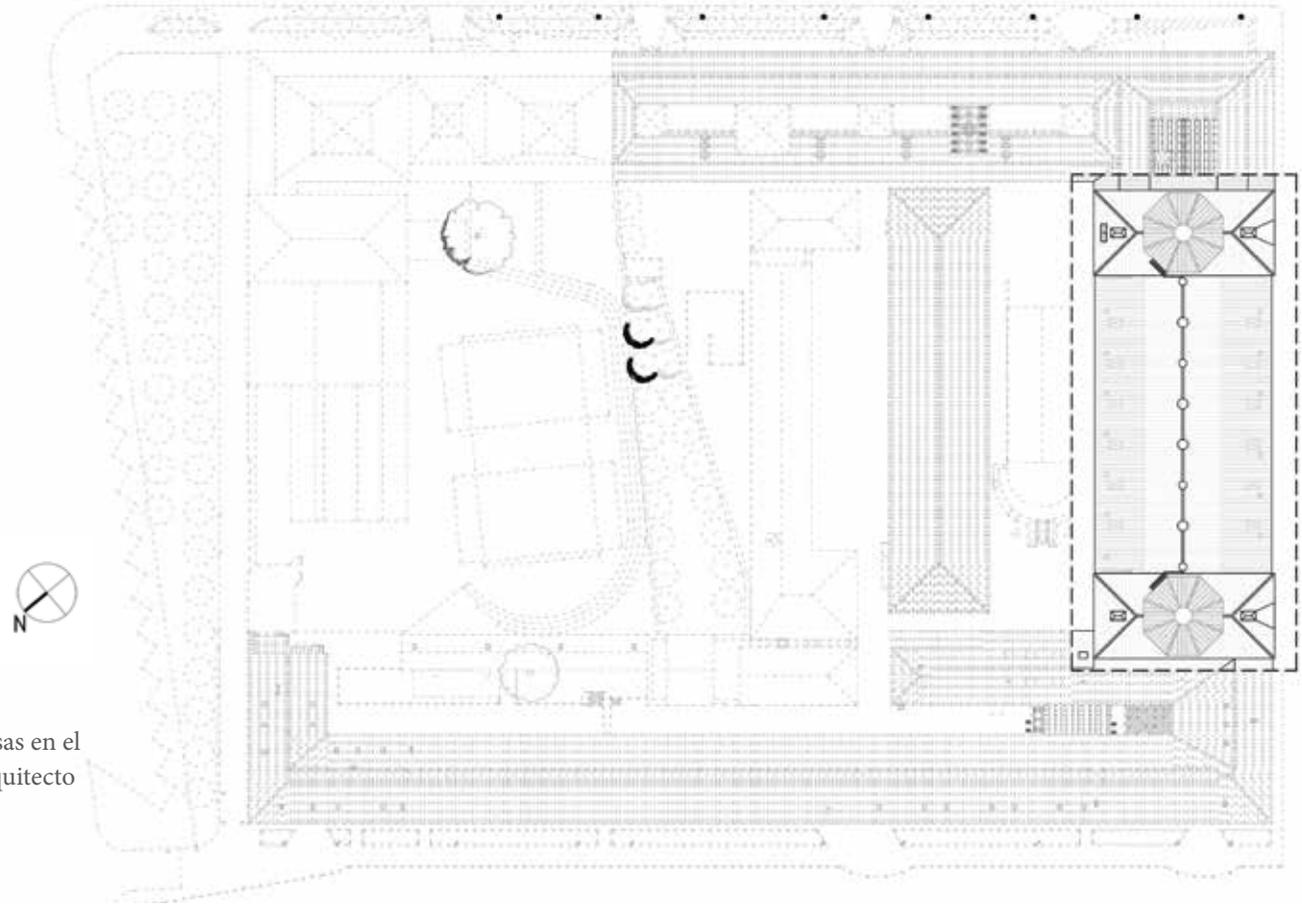


Cúpula 1

Cúpula 2



Planta primera.
Nave de Hornos y Carquesas en el conjunto de la fábrica. Arquitecto Sergio Vega Sánchez.



Planta de cubierta.
Nave de Hornos y Carquesas en el
conjunto de la fábrica. Arquitecto
Sergio Vega Sánchez.

Por otro lado, para tener un levantamiento preciso de la geometría de las cúpulas y evaluar de forma precisa su estabilidad, así como las posibles deformaciones y asentamientos, se llevó a cabo un escaneado láser 3D. Este proporcionó una base de datos geométrica que permitió la modelización por elementos finitos. Su alta precisión (hasta 5 mm) y definición permitió tener una cartografía en dos dimensiones cuya exactitud permitirá a futuro constatar su evolución en el tiempo, así como nuevos usos de la información recogida (visitas virtuales, por ejemplo).

El escaneado interior se llevó a cabo con dos estacionamientos bajo cada una de las cúpulas, cuidadosamente ubicados para salvar posibles obstrucciones o zonas de sombra. Para el escaneado exterior se plantearon siete estacionamientos en la vía pública y patios interiores, teniendo en cuenta las zonas de sombra de andamios y fachadas. La ubicación de 17 dianas o puntos de referencia en el interior y exterior permitieron ajustar errores y conectar los distintos escaneados (nube de puntos) en un mismo sistema de referencia.

Con la información recogida se definió la geometría de las cúpulas de forma precisa, constatando que las cúpulas 1 y 2 eran prácticamente idénticas, salvo en la diferencia patente entre plataformas de arranque y en algunas pequeñas deformaciones. Ambas se aproximaban a una geometría ideal, arrancando en el mismo punto relativo, con espesores de dos pies a nivel del anillo de la linterna y cuatro pies a la altura de su arranque, y ambas peraltadas.



Características constructivas

Cúpula conformada con ladrillo de tejar.

Fábricas

La bóveda y cúpulas de la Nave de Hornos y Carquesas fueron construidas con fábrica de ladrillo y mortero de cal. Hasta el momento de la intervención no había información suficiente para afirmar si Díaz Gamones proyectó esta cubrición para ser vista o revocada. Sin embargo, antes de la rehabilitación las cúpulas presentaban la fábrica vista, y revestidas las linternas de las cúpulas, la bóveda de medio cañón de la nave principal y las bóvedas esquivadas de las naves transversales.



Pechina con refuerzo metálico y sillar de granito.



Refuerzo metálico en arco formero.



Doble tirante metálico en arco formero.

El ladrillo de tejar empleado en la construcción se caracterizaba por sus dimensiones irregulares y variables entre los 25-28 cm de soga, los 14-18 cm de tizón y 4-5 cm de espesor. Las llagas y tendeles presentaban también espesores variables, entre 1 y 3 cm, especialmente en las pechinas de la cúpula 1, y con rejuntados posteriores en ambas cúpulas. Dispuesto a tizón mayoritariamente, presentaba una buena traba aunque con peor factura en la cúpula 1, especialmente en las pechinas, con cierto desorden, refuerzos metálicos de atado y algunos sillares de granito a la vista.

Los espesores de las fábricas de las cúpulas alcanzaban los 1,12 metros en el arranque y superaban el metro de espesor en las pechinas. El anillo de apoyo de la linterna sobre la cúpula era de dos pies de espesor (56 cm aproximadamente) y la fábrica en el tramo vertical de la linterna de un pie castellano (unos 14 cm).

Las cúpulas descansaban sobre cuatro pilastras de mampostería revestida de 1,80 m de lado (6,5 pies castellanos aproximadamente) y la esquina rebajada hacia la zona de la cúpula con un frontal de 3 pies (0,83 m), y arcos formeros de 4 pies de ancho.

Tirantes y zunchos metálicos

Para contribuir a la estabilidad y equilibrio de las cúpulas y bóvedas, los arcos formeros presentan tirantes metálicos vistos. En la cúpula 1, siguiendo el sistema atirantado de la bóveda de la Nave de Hornos, los arcos formeros disponen de un único tirante en el arranque. En el caso de la cúpula 2, el arco formero que conecta con la bóveda de cañón presenta dicho atiranta-



Cúpula de ladrillo y arcos con tirantes metálicos.



Detalle de luneto.

miento simple, a diferencia de los arcos formeros que conectan con las bóvedas esquifadas que presentan un sistema doble: un tirante en el arranque y otro a media altura del arco. En todos los casos, los tirantes están formados por perfiles de 5×5 cm de acero forjado, cuyo estado de conservación era aceptable.

Por otro lado, los ochavos incluyen un doble zunchado metálico perimetral mediante tirantes de acero de sección cuadrada y dimensiones 4×5 cm. Se trata de dos anillos perimetrales octogonales de atado, con un original sistema de engarce articulado, conectados verticalmente con otras piezas metálicas, todo ello embebido 12 cm en la fábrica.

De forma equivalente a los ochavos, las linternas presentan dos anillos metálicos encadenados enlazados que funcionan como tirantes de atado.

Cubiertas

Las cubiertas de las cúpulas antes de la intervención no eran las originales. Estaban resueltas con cobertura de teja árabe dispuesta a la segoviana (con cobija cada cuatro hiladas de canal) sobre placas de onduline, con una capa de compresión de hormigón armado vertido sobre los parecillos antiguos de madera con relleno de mortero de cal. Igualmente, el encuentro de los ochavos con los faldones de las cubiertas de las naves estaba resuelto con sistema de teja de canal y cobija sobre placas onduline y capa de compresión.

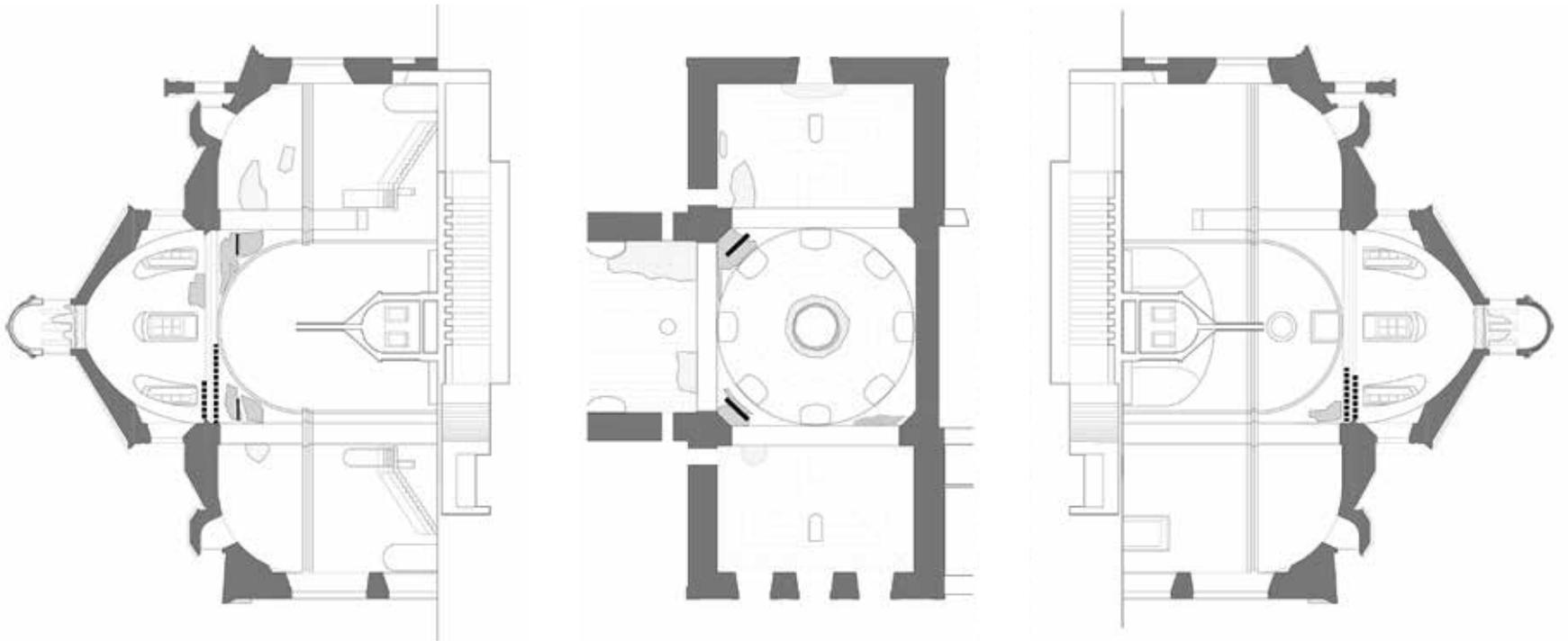
Las cubiertas de las linternas estaban resueltas con lámina de plomo sobre los cupulines semiesféricos de fábrica de ladrillo.

Las cubiertas de las naves habían sido recientemente renovadas y, por ello, no estaban incluidas en esta intervención.

Ensayos

Para conocer de forma exhaustiva las características constructivas de las cúpulas se realizaron ensayos de caracterización de las catas abiertas en los ochavos. Los resultados obtenidos permitieron determinar una resistencia media de $14,8 \text{ N/mm}^2$, con una dispersión razonable; y una resistencia característica de $12,28 \text{ N/mm}^2$. Con estos valores se pudo establecer una capacidad resistente de la fábrica y contrastarla con el estado tensional real de la misma.

Asimismo, se pudo determinar la densidad aparente de la fábrica (2.246 kg/m^3) y su alta capacidad de absorción de agua (14,7%) y, con ello, el peso propio de la cúpula, así como la necesidad de su preservación en seco cuidando la estanqueidad de cubiertas y revocos exteriores, ya que la humedad incrementaba significativamente su peso.



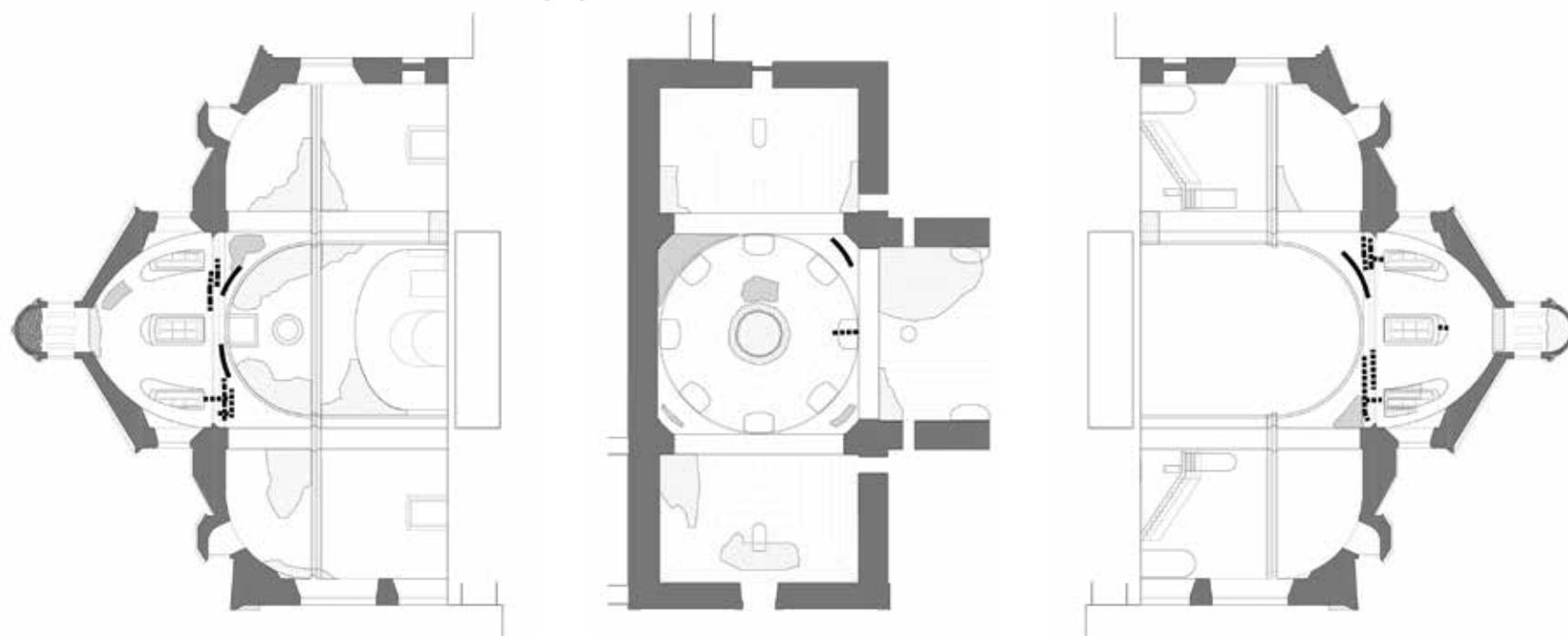
El análisis químico del mortero reveló su alto contenido en silíceo y una mínima contaminación de sulfatos, quedando descartado que se tratara de mortero de yeso. El mortero de cal analizado se pudo clasificar como conglomerante del tipo puzolana.

Daños en la cúpula 1.
Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

Termografía

El estudio y análisis constructivo se complementó con la inspección mediante cámara térmica infrarroja, capaz de detectar diferencias de temperatura que pudiesen asociarse a la existencia de grietas y fisuras que atravesaran la fábrica.

La inspección se realizó en un día lluvioso y con bajas temperaturas. Más allá de los cambios de temperatura en ventanas y cupulines, no se detectaron anomalías térmicas en la fábrica que pudiera asociarse a un fenómeno de filtración puntual en alguna de las cúpulas. Se descartó así la existencia de grietas pasantes en las cúpulas que pusieran en riesgo su estabilidad.



Daños en la cúpula 2.
Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

-  Mancha de humedad
-  Eflorescencias
-  Ladrillo descompuesto
-  Humedades de capilaridad
-  Problemas de rejuntado
-  Lañado metálico corroído
-  Grieta antigua arco

Estado de conservación

Cúpulas

Las cúpulas no presentaban grietas importantes que manifestaran problemas activos de asentamiento de cimentación, o agotamiento a compresión o tracción de las fábricas.

En la cúpula 1 fueron reseñables algunas grietas presentes en la linterna y el cupulín, cuyo origen podría deberse a las tensiones debidas a la corrosión de perfiles metálicos de zunchado o a las sobrecargas de los nidos de cigüeñas.

Las pechinas norte y oeste de la cúpula 1 presentaban sendas llaves de atado metálicas vistas, posiblemente por su deficiente ejecución. La corrosión significativa de estas piezas había producido una pérdida importante de sección superficial. En las otras dos pechinas, cuyas piezas de atado no estaban a la vista, y en los arcos torales también existían fisuras de menor entidad por una menor corrosión de las piezas metálicas.

En la cúpula 2 existían grietas de dos tipos. Por un lado, una grieta asociada a uno de sus arcos torales que conformaba la conexión con una de las naves transversales, cuya antigüedad y presencia exclusivamente en el interior no alertaba de peligro. Por otro lado, grietas asociadas al tramo central de tres de los lunetos de dicha cúpula 2 que afectaban a los antepechos de las



Nave de Hornos y ochavo de la cúpula 2 rehabilitada.

ventanas, que correspondían con la ausencia de rejuntado entre las piezas de ladrillo. Esta ausencia de mortero de rejuntado se manifestaba en mayor medida en la cúpula 2, posiblemente por anteriores trabajos de rejuntado con mortero de cemento en la cúpula 1.

El ladrillo de tejar se encontraba en un buen estado de conservación general, con los problemas característicos de la antigüedad de estas piezas y su falta de homogeneidad en cuanto a composición y cocción. Las zonas más deterioradas correspondían con los puntos de mayor concentración de humedad. Así, los ladrillos más degradados se encontraban en los anillos de arranque de la linterna, probablemente por su situación original abierta a la intemperie y como punto de evacuación de los humos de los hornos.

Las manchas de humedad eran bastante abundantes tanto en cúpulas, bóvedas esquinadas, nave central y en la parte alta de los muros, con presencia de eflorescencias. Aunque la mayoría de ellas correspondían con antiguas filtraciones, se comprobó que algunas de ellas seguían activas. En el arranque de las pilastras también se evidenció la presencia de humedades de capilaridad, por agua del subsuelo y la gran higroscopicidad del mortero de cal.

Ochavos

Los ochavos presentaban múltiples fisuras y grietas, muchas visibles incluso desde la calle, que motivaron en buena medida la intervención en este edificio patrimonial. Se manifestaban con las siguientes características:

- Fisuras de traza vertical, irregulares y próximas a los vértices del octógono que conforma el ochavo.
- Fisuras de traza horizontal en la parte alta del ochavo, por encima de las ventanas de los lunetos de las cúpulas.
- Pequeñas fisuras de traza horizontal que aparecían puntualmente en la parte baja del ochavo, bajo los alféizares de las ventanas de los lunetos.

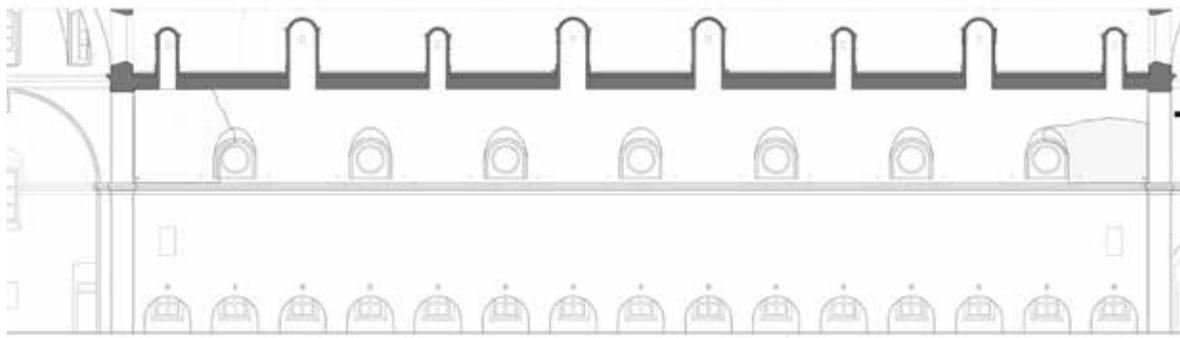
Estudiadas y evaluadas las grietas y fisuras, se descartó que estas se debieran a problemas estructurales de estabilidad de las cúpulas. La apertura de 7 catas en los ochavos descubrió la corrosión del sistema original de zunchado metálico de las cúpulas, con las consiguientes tensiones, origen de la rotura del revestimiento y del ladrillo.

Esta corrosión generaba un aumento del volumen de los perfiles de hierro forjado de hasta 10 veces su volumen original, produciendo sobretensiones que podían alcanzar los 400 kg/m². En los ochavos se detectó mayor nivel de corrosión en la parte inferior de los perfiles verticales y en algunos puntos del anillo poligonal inferior próximos a los encuentros con los faldones de cubierta, zonas que correspondían con las áreas de mayor humedad.

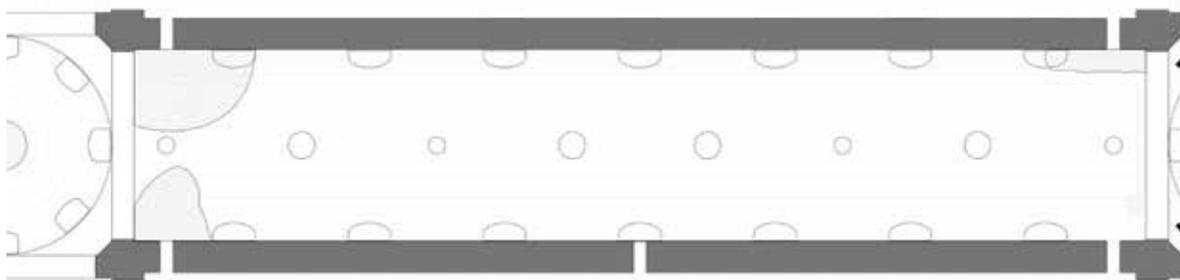
Fisuras equivalentes, aunque de menor tamaño, se presentaban también en los octógonos menores que conforman las linternas de las cúpulas, debido igualmente a la oxidación de los encajados de hierro forjado de la linterna.

La cubierta de los ochavos estaba conformada sobre las piezas de madera originales, completamente deterioradas con pudrición parda. Estas piezas ya no trabajaban debido a la capa de compresión dispuesta sobre ellas en una intervención anterior, que había incorporado teja a la segoviana sobre placas tipo onduline, pero que sin embargo no había garantizado su estanqueidad.

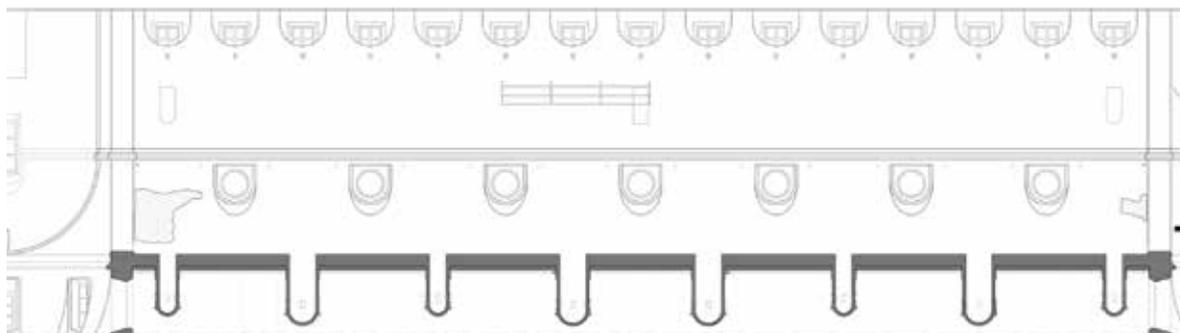
De igual forma, las abundantes manchas de humedad en los cupulines de las linternas manifestaban que su cobertura de plomo no funcionaba correctamente. A este deficiente funcionamiento contribuía el soporte metálico del nido de cigüeña que se anclaba en la clave del cupulín de la cúpula 2.



Daños en la nave central.
Sección este.



Daños en la nave central.
Planta invertida de la bóveda.



Daños en la nave central.
Sección oeste abatida.
Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

-  Mancha de humedad
-  Eflorescencias
-  Ladrillo descompuesto
-  Humedades
-  Problemas de rejuntado
-  Lañado metálico corroído
-  Grieta antigua arco

Nave central

A pesar de la renovación reciente de las cubiertas de la Nave de Hornos y Carquesas, se detectaron humedades activas en las bóvedas esquinadas de las cúpulas 1 y 2, y en la nave central. Se debían a soluciones deficientes tanto en los remates de la cobertura de plomo, como en la orientación y disposición de la cobertura de teja en los faldones sobre las pechinas.

Equilibrio estructural

Para verificar el estado resistente de las cúpulas se realizó un informe estructural que recogía una modelización geométrica, resultados de análisis límite, condiciones de estabilidad y análisis mediante elementos finitos.

Este informe concluyó que las cúpulas eran suficientemente seguras, aunque con un estado de conservación que suponía un riesgo latente a medio plazo. De forma amplia y detallada, el informe descartaba riesgos asociados al suelo y la cimentación, por la ausencia de daños significativos y deformaciones que pudieran vincularse con problemas de resistencia del suelo. También concluía que el riesgo técnico de muros y pilastras, tanto desde un punto de vista constructivo, de materiales y de resistencia, era normal a la vista de su estado de conservación. De difícil evaluación se consideraron los riesgos de las fábricas asociados a ciertas singularidades como deformaciones en las pechinas de la cúpula 1 y sus llaves metálicas, la falta de rejuntado en zonas de la cúpula 2 y la presencia de nidos de cigüeña de hasta 200 kg. El zunchado metálico de las cúpulas se determinó como necesario para garantizar su estabilidad, cuya calidad e incertidumbre asociada se consideró asumible por el bajo rango de tensiones al que estaba sometido. En cuanto a las linternas y sus cupulines, se calificó su riesgo de equilibrio y estabilidad como normal.

Entre los mayores riesgos que afectaban a las condiciones de durabilidad de las cúpulas, el informe destacó el alto riesgo de corrosión del acero de los anillos de zunchado de los ochavos y cupulines, especialmente agravado por las grietas y fisuras de revocos y fábricas. La facilidad de acceso de oxígeno en forma de humedad a dichos tirantes metálicos, aceleraba el proceso de corrosión. Asimismo, las filtraciones de agua a través de cubiertas, ventanas y cerramientos afectaban, por un lado, a la durabilidad del ladrillo y contribuían al riesgo de corrosión del acero del zunchado, por otro, y con ello a la seguridad de las cúpulas.

Aunque las conclusiones del informe no exigían una intervención de emergencia en las cúpulas de la Real Fábrica, el riesgo latente existente aconsejaba una intervención en el medio plazo (uno o dos años) que detuviera el proceso de rotura de fábricas y la corrosión del sistema de zunchado, y garantizara la durabilidad y seguridad de las cúpulas. Se establecieron así los objetivos principales del proyecto de intervención:

- En el interior: reparación de grietas y fisuras en las cúpulas, rejuntados, limpieza de eflorescencias y aplicación de consolidantes que contribuyeran a la durabilidad del ladrillo.
- En el exterior: saneamiento de fábricas fracturadas y del sistema de zunchado, disposición de un nuevo zunchado complementario, inclusión de un sistema de amortiguación y absorción de empujes sobre la fábrica, reconstrucción de la fábrica armada, protección exterior de las superficies, y reposición de cubiertas de teja y cobertura de cupulines.



Intervención

El objeto de esta actuación promovida por el Ministerio de Cultura y Deportes ha sido devolver a la Nave de Hornos y Carquesas de la Real Fábrica de Cristales, y en especial a sus cúpulas, las condiciones de seguridad, salubridad y ornato.

La intervención ha resuelto los riesgos planteados en el análisis pormenorizado de las condiciones de estabilidad y de los estados tensionales de las cúpulas, con la necesidad de recuperar la función resistente de los tirantes de acero, así como los problemas de estabilidad derivados de la presencia de nidos de cigüeña sobre los cupulines.

Asimismo, la intervención ha acometido las necesarias mejoras en la estanqueidad y aislamiento del conjunto, cuya incidencia en la durabilidad de los materiales como el ladrillo, pero especialmente el zunchado metálico, se convertía en indispensable para contribuir a la estabilidad de las cúpulas.

La restauración y reparación de fisuras y grietas, así como la limpieza y tratamiento de consolidación de fábricas, mejoraron el aspecto estético de las cúpulas, frenaron los procesos de degradación, al tiempo que contribuían a la correcta transmisión de esfuerzos y cargas.

La intervención no alteró el uso y funcionamiento de la Nave de Hornos y Carquesas, cuyo espacio está destinado al Museo Tecnológico del Vidrio, aunque sí afectó y mejoró sustancialmente los recorridos de acceso al mantenimiento de las cubiertas de la nave.

Para cumplir dichos objetivos, entre agosto de 2018 y diciembre de 2019, se llevaron a cabo las intervenciones que garantizaran la durabilidad y estabilidad de la construcción siguiendo lo establecido en el *Proyecto de refuerzo y reparación de las cúpulas de la Real Fábrica de Cristales en La Granja (Segovia)*.

Refuerzo estructural

Justificada la necesidad funcional de los tirantes existentes para la estabilidad de las cúpulas, se llevó a cabo el saneamiento de dichos tirantes oxidados y se introdujeron unos nuevos de pletina de acero inoxidable que garantizaran su estabilidad geométrica de por vida, tanto en cúpulas como linternas, y se reforzaron los cupulines.

El saneamiento de los tirantes existentes en los ochavos de las cúpulas, tanto horizontales como verticales, se llevó a cabo cortando con radial el enfoscado existente y abriendo una roza longitudinal de unos 20 cm de ancho con el tirante existente en el eje. Así se pudo acceder a tres de los cuatro lados del tirante, quedando exclusivamente sin descubrir la cara interior, y proceder al chorreado de arena hasta un nivel de limpieza del tirante equivalente al SA 2^{1/2} de la norma



Detalle exterior del ochavo, con nueva iluminación exterior, mortero restaurado, línea de seguridad y encuentros sellados.

ISO 8501-1. Tras el saneado, se aplicó una pintura de imprimación antioxidante de alta adherencia tipo epoxídica a los tirantes, para posteriormente envolverlos en un ambiente alcalino que aportó un pasivado adicional con mortero de reparación (tixotrópico, sin retracción y armado con fibras de alta resistencia).

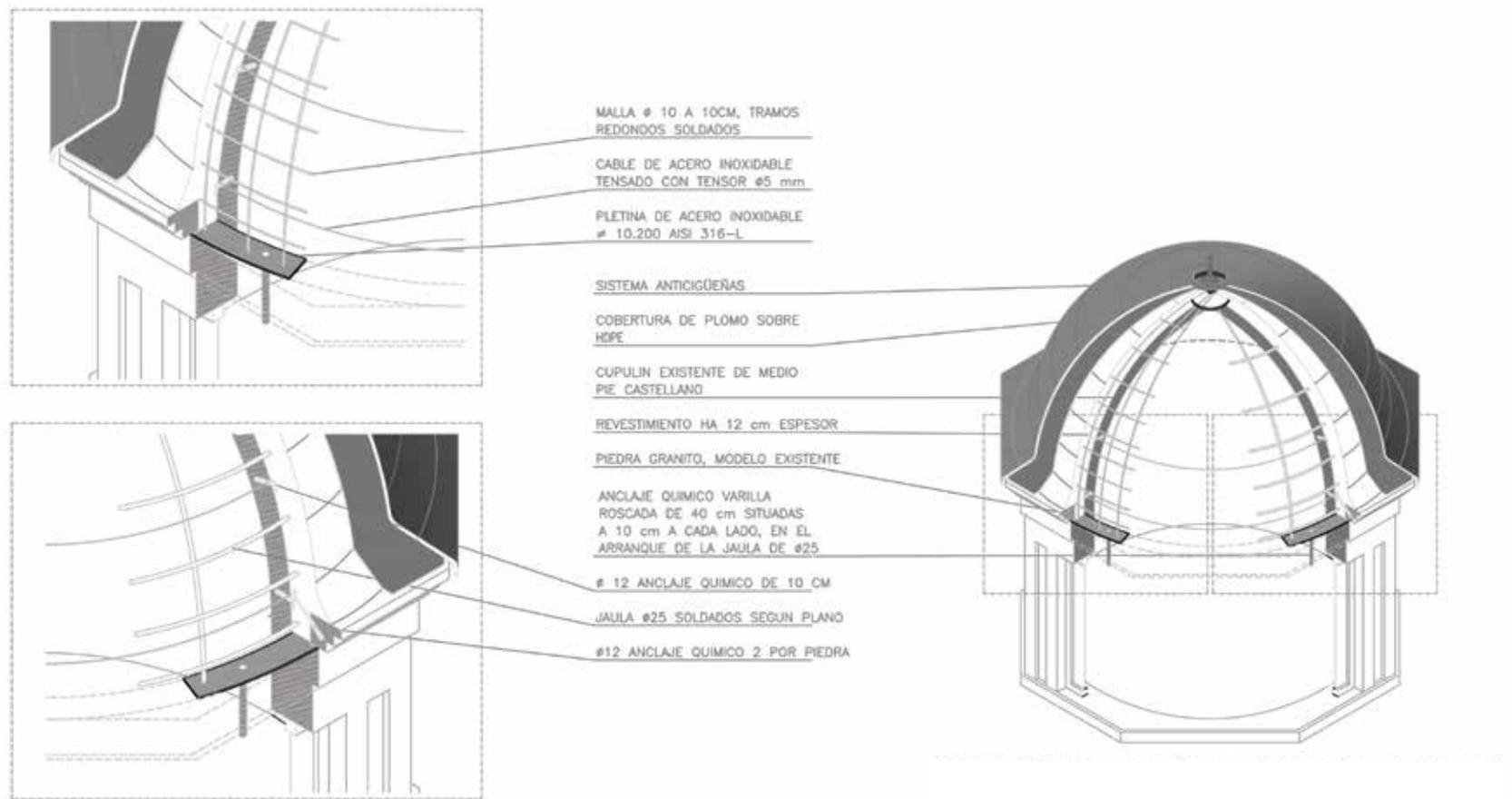
Sobre este mortero ya fraguado y resistente se instalaron los nuevos tirantes horizontales, conformados por una pletina de acero inoxidable de 8 mm de espesor y 100 mm de ancho que, con forma de octógono, se fijó con tacos mecánicos dispuestos al tresbolillo, anclados 65 mm en el mortero. Los nuevos tirantes se protegieron con mortero de reparación (tixotrópico, sin retracción, armado con fibras) de un espesor mínimo de 3 cm. Posteriormente, se reconstruyó la fábrica de ladrillo y se repuso el enfoscado a nivel del original, armado con malla de fibra de poliéster.

Para acceder al tirante inferior del ochavo para su pasivado e inclusión del nuevo tirante, fue necesario desmontar parte de la cobertura de teja y del onduline de los faldones de cubierta en el perímetro del ochavo en una banda de aproximadamente un metro de ancho. Una vez incluido el nuevo tirante, se reconstruyó y conformó la cubierta según los requerimientos de aislamiento térmico e impermeabilización.

Una vez saneados y pasivados los tirantes verticales siguiendo el mismo procedimiento que los horizontales, no se instalaron nuevos tirantes sino piezas de 30 mm de poliestireno expandido de baja densidad que, a modo de amortiguador, pudieran absorber empujes futuros debidos a eventuales corrosiones de los perfiles protegidos. Finalmente, las rozas verticales se cerraron con piezas de ladrillo, armando una de cada tres hiladas con alambón de acero inoxidable de 4 mm, trabándolo con las juntas existentes, dotando así al parche de capacidad resistente a tracción. Finalmente, se repuso el enfoscado original con mortero de cemento armado con malla de acero galvanizado fijado mecánicamente a la fábrica original.

Para la colocación de los nuevos tirantes en las linternas, se saneó la fábrica y regularizó el soporte con mortero tixotrópico de reparación para, posteriormente, colocar un anillo superior y otro inferior de pletina a modo de tirantes. Durante estos trabajos y especialmente en la cúpula 1, fue necesario reforzar con mortero de cemento armado con malla de acero inoxidable las pilastras que conformaban las linternas, cuya fábrica estaba sin trabar y muy fracturada por la corrosión del encadenado interior. Reforzadas las pilastras, las linternas se revocaron en el interior con mortero de cal.

Para reforzar el cupulín se desmontaron los nidos de cigüeña de un peso aproximado de 200 kg, así como el soporte metálico de los nidos. Se levantó la cobertura de plomo y se saneó el cupulín retirando recrecidos de mortero hasta quedar descubierta la fábrica de ladrillo de medio pie castellano. Se ejecutó con hormigón H-30 para mejorar su durabilidad un nuevo casquete



de hormigón armado de 12 cm de espesor sobre dicho cupulín. Para su correcta ejecución y acabado, fue necesario recomponer la cornisa de granito en la parte superior de los cupulines incorporando anclajes químicos para su fijación al casquete de hormigón armado.

Asimismo, fueron necesarios algunos cosidos e inyecciones. En el interior, fue imprescindible coser y reconstruir ciertos volúmenes de ladrillo y algunos cargaderos en los ochavos cuyas fracturas y desprendidos comprometían su seguridad; y en los arcos torales y pechinas se cosieron e inyectaron zonas fracturadas. En el exterior, se fijaron remates de piedra en el patio de Carlos III y la cornisa de la linterna tuvo que ser reconstruida por su avanzado estado de descomposición y meteorización.

Mejora de la estanqueidad y aislamiento

Concluido el refuerzo de la estructura con casquete de hormigón armado y regularizada su superficie con mortero de cemento tixotrópico, se llevó a cabo la impermeabilización bituminosa bicapa de los cupulines consistente en la aplicación de una membrana líquida impermeabilizante a base de poliuretano monocomponente reforzada con malla de fibra de vidrio.

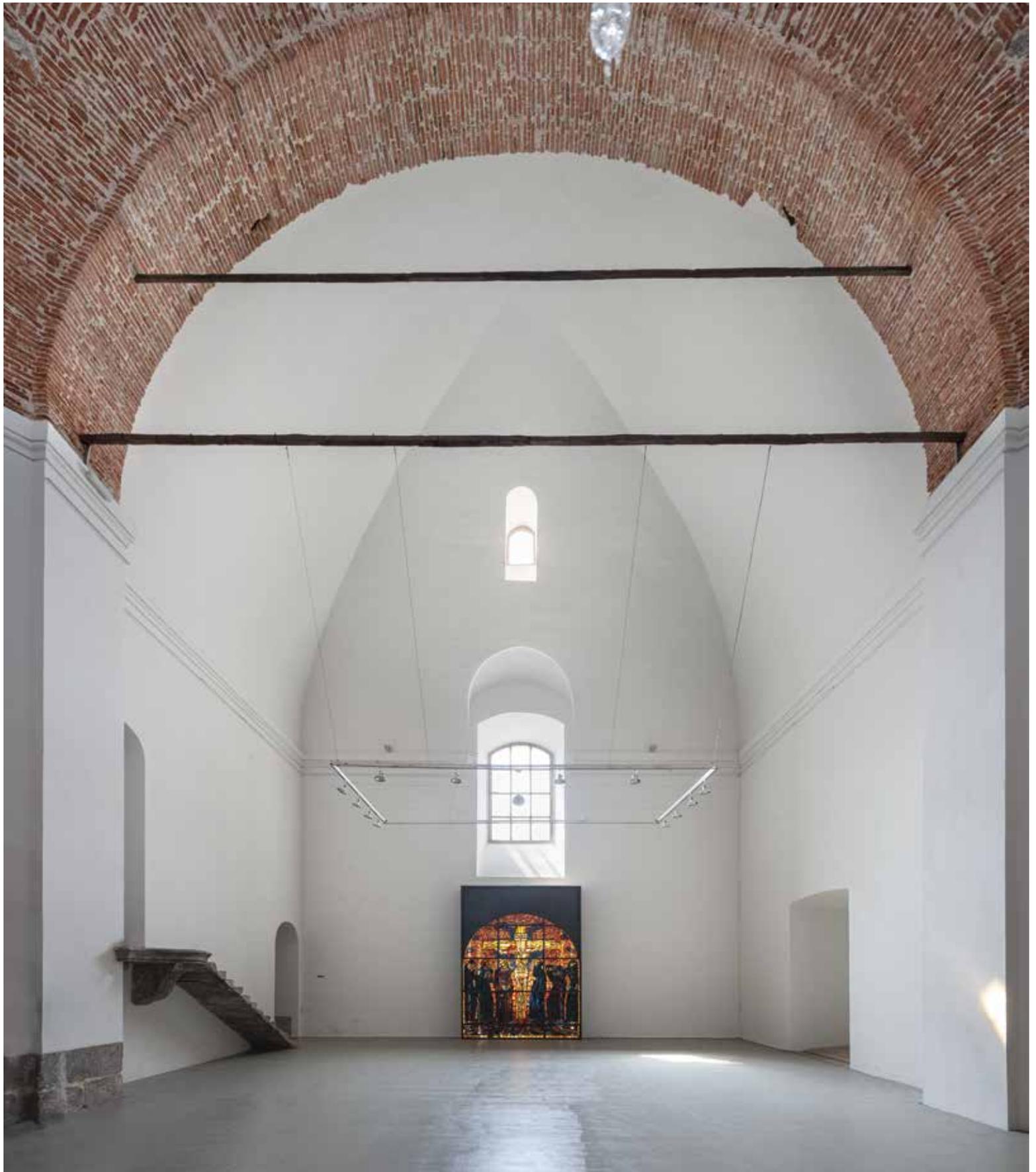
Detalle constructivo de la intervención en el cupulín.
Arquitecto Sergio Vega Sánchez.

Ochavo de la cúpula 1 de la Nave de Hornos y Carquesas.

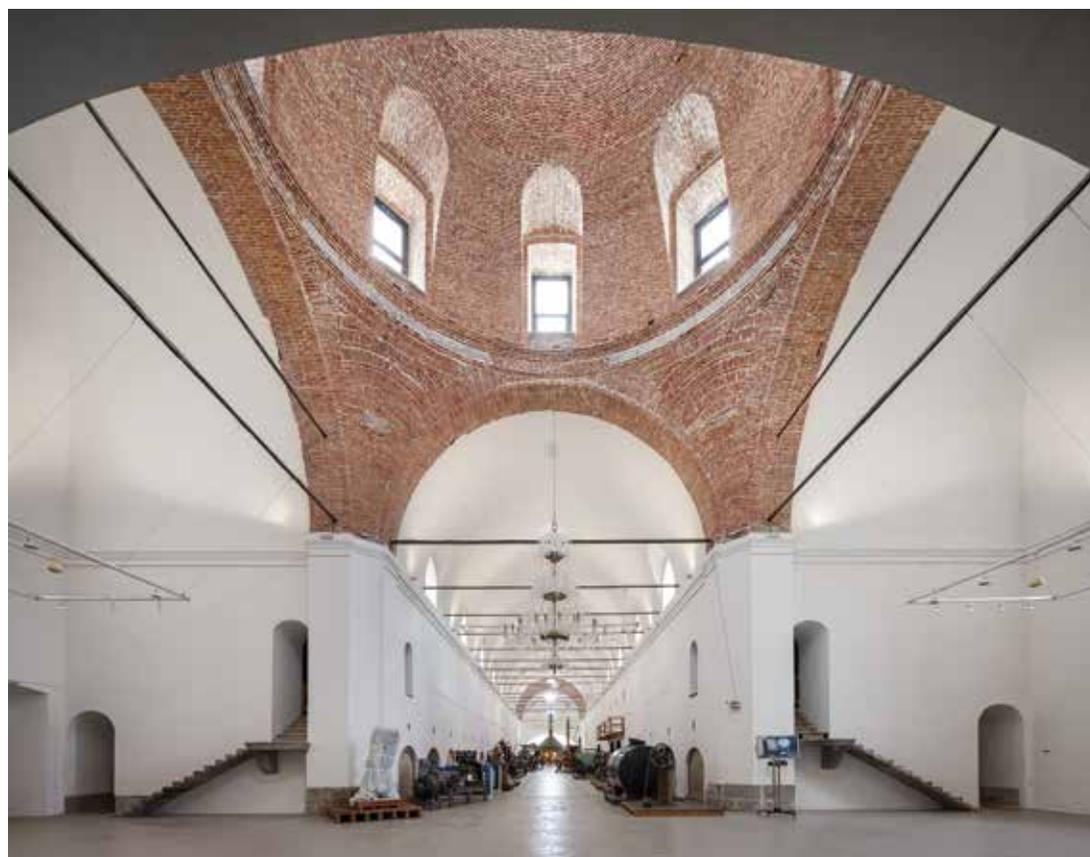


Sobre esta impermeabilización se colocaron, atornillados y con sellado de silicona, rastreles de madera vacsolizada curvados, conformando la cúpula, como apoyo del soporte de la cobertura de plomo. Para proporcionar un adecuado comportamiento térmico, entre los rastreles se colocaron piezas de aislamiento térmico de lana de roca. Atornilladas a los rastreles se dispusieron tiras de 10-15 cm de ancho de tablero aglomerado hidrófugo de 16 mm de espesor, levemente curvadas, con revestimiento de lámina impermeable y transpirable, y acabada con lámina de plomo de 2 mm de espesor, clavada al soporte y con uniones plegadas.

En la cubierta de teja del ochavo, una vez desmontadas las tejas con cuidadoso acopio, retirados los pares de madera y capa de compresión y saneada hasta el extradós de la cúpula de ladrillo, se conformó una nueva cubierta que garantizara su impermeabilización y aislamiento. El extradós se rellenó con mortero de recrecido armado con mallazo metálico de unos 7 a 10 cm espesor. Fraguado y seco este soporte, se procedió a la imprimación bituminosa y la aplicación de un sistema de impermeabilización bituminosa bicapa adherida. Sobre esta capa, con perfiles tubulares de acero inoxidable rectangulares dispuestos longitudinalmente y transversalmente, se terminó de conformar el plano de soporte con tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm atornillado a la perfilaría, previo relleno de los espacios entre los perfiles longitudinales y trans-



Planta basilical de la Nave de Hornos y Carquesas.



versales con placas aislantes de poliestireno extruido de 4 cm. El extremo inferior se remató con una pieza de chapa perforada de acero inoxidable anti-pájaros, facilitando la ventilación de la cubierta. Como terminación del panel de cubierta, se colocó una placa tipo onduline bajo teja de evacuación de agua y soporte de las tejas curvas de canal y cobija, igual a la existente en el resto del edificio. Las tejas quedaron fijadas con dispositivos mecánicos y un sistema de colocación con espuma adhesiva monocomponente de baja expansión.

Así mismo, se resolvieron los problemas de estanqueidad observados en bóvedas esquifadas, lucernarios en la Nave de Hornos y en las pechinas. Para ello, fue necesario levantar y conformar de nuevo los faldones de cubierta triangulares que cubrían las pechinas, reorientando las tejas para su correcto funcionamiento. En los encuentros de los faldones de cubierta y paramentos verticales se aplicó un sistema líquido de impermeabilización y se reforzaron los remates con cobertura de plomo de la espadaña, para evitar filtraciones a la bóveda inferior.

Para proteger los paramentos verticales frente a la humedad, se dispuso un nuevo revoco de mortero de cal natural en el exterior en linternas y ochavos, previo picado manual del enfoscado de cemento existente. Para ello, se documentó la geometría y molduras para su posterior reproducción. Se garantizó su durabilidad con refuerzo con malla de fibra de poliéster fijada

Crucero restaurado.



Linterna rehabilitada.



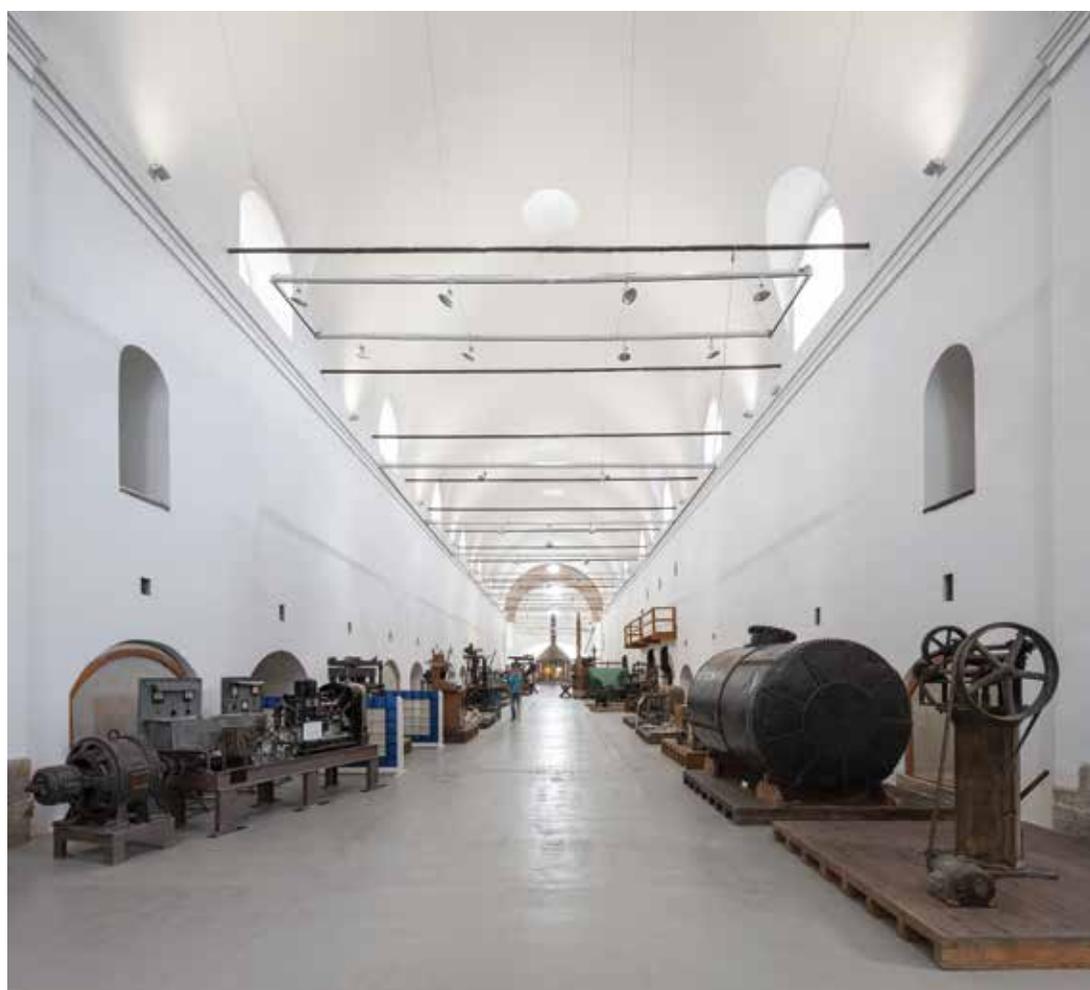
mecánicamente al paramento vertical, añadiendo fibra de poliamida para evitar su fisuración y conformando las aristas existentes con guardavivos de zinc. Asimismo, se conformaron con lámina de plomo de 1,5 mm de espesor los baberos de protección en los encuentros de las tejas y los paramentos verticales.

En los lunetos se sustituyeron las carpinterías por nuevas ventanas, automatizadas y practicable según su ubicación concreta, todas ellas con carpintería de aluminio lacado marrón, doble vidrio laminado y cámara interior. Igualmente en los cupulines se sustituyeron las antiguas ventanas para garantizar la estanqueidad, correcta ventilación y mantenimiento seguro.

Restauración de las cúpulas

Primeramente se procedió a la eliminación de las eflorescencias existentes en el ladrillo mediante cepillado manual en seco y tratamiento de pulpa de papel tipo arbolcel en aquellas zonas con eflorescencias significativas. Posteriormente, se sanearon manualmente las juntas de ladrillos o piedras en mal estado, incluso las de mortero de cemento de anteriores rejuntados. Se utilizaron varillas de fibra de vidrio ancladas con resinas epoxídicas en las zonas fracturadas y se inyectó resina epoxídica fluida para rellenar las fisuras.

Cúpula 2 rehabilitada.



Tras el saneado y relleno de fisuras se procedió a la limpieza de la totalidad de la fábrica de ladrillo de las cúpulas mediante chorreado de escama de vidrio a baja presión para una limpieza superficial que no dañara los ladrillos. Finalmente se aplicó rejuntado con mortero de cal natural y arena de alta adherencia, de aspecto y tonalidad similar al existente, ejecutado con paletín de punta para minimizar el manchado del ladrillo. Para terminar, los restos de mortero se limpiaron mediante cepillo de cerdas y paletín, prescindiendo del uso de agua en el proceso para evitar la aparición de eflorescencias. Una vez concluida la limpieza y consolidación de la fábrica, se aplicó a la superficie descubierta de ladrillo un consolidante e hidrofugante compuesto por esteres etílicos de ácido silícico y polisiloxanos oligoméricos, disueltos en ras mineral, especialmente indicado para materiales pétreos de naturaleza silíceo y el ladrillo.

El remate inferior de los lunetos de las cúpulas se resolvió con una pieza de granito gris, inclinado y de 3 cm de espesor, que serviría de base para ubicar los proyectores led para la iluminación interior de cúpulas y sus linternas.



Bóveda de cañón de la Nave de Hornos, espacio central del Museo Tecnológico del Vidrio.

Bóveda esquifada.

Tirantes metálicos en la nave central.

Detalle del crucero restaurado.



La restauración de las linternas incluyó el saneado y repicado del yeso de las zonas afectadas por humedades y fisuras, el posterior guarnecido de yeso armado con fibra de poliéster y enlucido de yeso, y su terminación con pintura con capacidad osmótica de color blanco. Asimismo, en las linternas se dejó instalado un gancho cenital de acero inoxidable en forma de lazo en el centro del cupulín, anclado al casquete de hormigón armado de refuerzo exterior, y un cabestrante para elevar elementos expositivos del museo.

Restauración de las bóvedas

Se saneó y repicó la superficie revestida de las bóvedas esquifadas y bóveda de cañón de la Nave de Hornos y Carquesas, así como ciertos paramentos verticales, superficies afectadas por humedades y fisuras, siguiendo el mismo procedimiento que en las linternas de las cúpulas. Se sustituyó todo el revestimiento por mortero de cal armado con malla de fibra de poliéster en la totalidad de la superficie, acabado con pintura blanca.



Acceso para el mantenimiento de cubiertas y cupulín.

Mejora del sistema de acceso y mantenimiento de cubiertas, ochavos, linternas y cupulines

Para garantizar una buena conservación de las cubiertas fue necesario establecer un itinerario de acceso seguro a las mismas. Para ello, se identificó el recorrido y se llevaron a cabo las mejoras necesarias que garantizaban la seguridad en cada uno de los tramos.

Desde el punto de acceso al faldón superior se incorporaron puntos de anclaje definitivos a lo largo de la escalera existente, que se mejoró con una nueva plataforma de desembarco de trámex instalada sobre dos ménsulas con barandilla de protección de acero galvanizado. Para proteger el acceso al pie del ochavo se incluyeron puntos de anclaje definitivos como fijación al sistema de pértiga telescópica con el que el personal cualificado pueda acceder al mantenimiento de cubiertas, junto a un andador de chapa galvanizada plegada microperforada apoyada en cubierta y anclada a los paramentos de ochavos y terminado con pintura antideslizante epoxídica. Las escaleras metálicas existentes de acceso a la cubierta de los ochavos se aseguraron mediante puntos de anclaje definitivos hasta el borde del alero, reforzando sus escalones con pletinas de acero galvanizado y creando una nueva plataforma de desembarco de trámex



Carpintería renovada e iluminación exterior.

Iluminación exterior nocturna.



con barandilla de acero galvanizado. El contorno de los ochavos fue dotado de línea de vida continua en todo el contorno del mismo. La instalación de puntos de anclaje definitivos a lo largo del acceso al pie de la linterna, junto a un nuevo andador de chapa galvanizada plegada microperforada apoyada en cubierta y anclada a paramentos de la linterna, garantizó el acceso seguro por el faldón del ochavo. El acceso al cupulín se culminó con una escalera de barco de acero galvanizado protegido con oxirón y una argolla como punto de anclaje seguro.

Pavimento de resina epoxídica

En toda la superficie del suelo de la Nave de Hornos y Carquesas se aplicó un tratamiento de resina epoxídica bicomponente, similar al pavimento existente previo a la intervención. Para ello, fue necesario primeramente mover las piezas museísticas expuestas preservando su integridad, escarificar el suelo para su preparación y autonivelar la superficie.



Sistema de iluminación exterior e interior

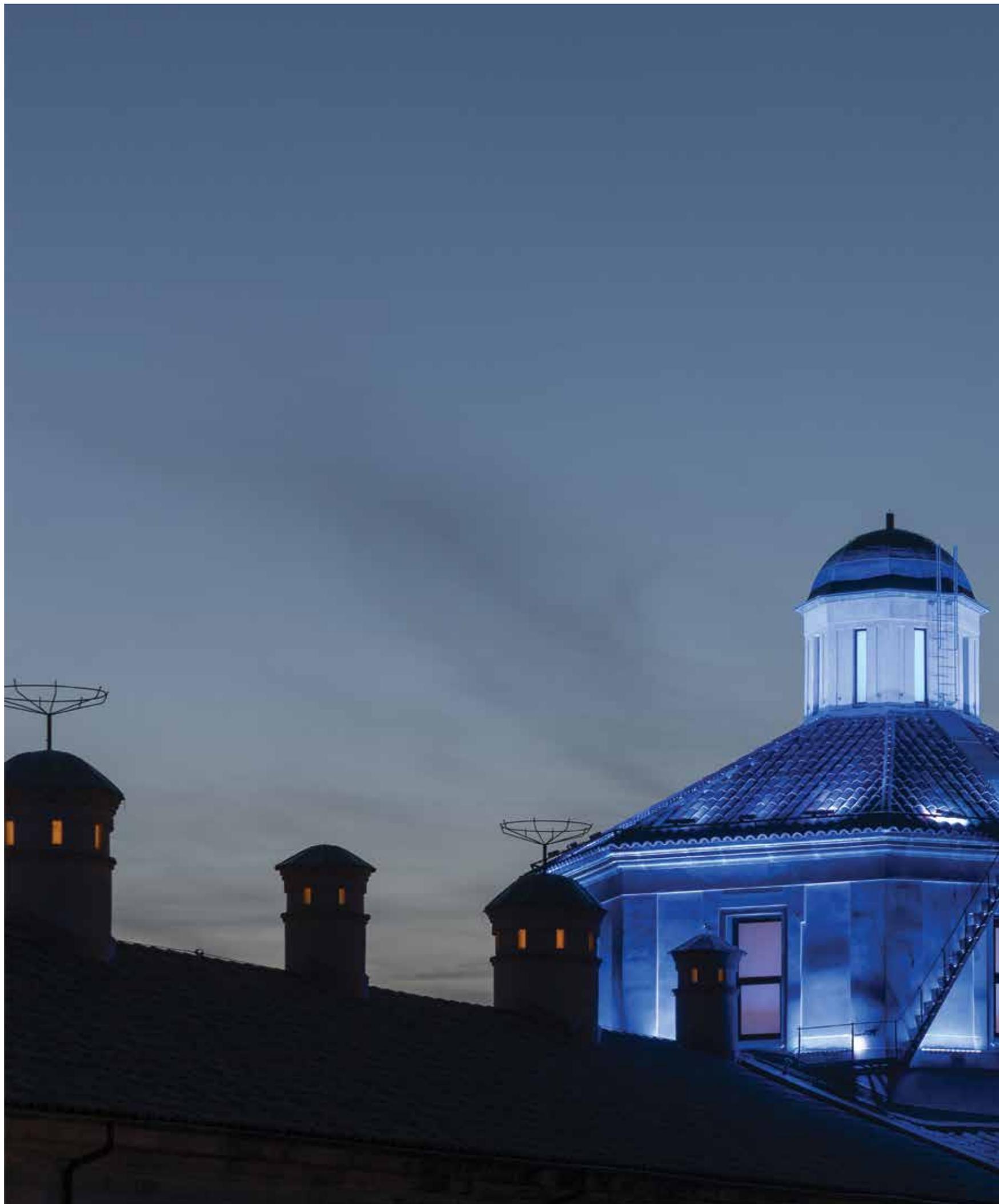
Para mejorar las condiciones de ornato de las cúpulas y realzar sus fábricas, se sustituyeron los proyectores halógenos existentes de baja eficiencia, por un nuevo sistema de iluminación indirecta con proyectores led en el interior y en el exterior, reduciendo significativamente el consumo energético.

En el interior, en las ventanas de las linternas se ubicaron 4 proyectores led de alta intensidad y equipados con regulador de control RGBW y luz fría. En el alféizar de los lunetos de las cúpulas se instalaron 8 proyectores led de alta intensidad, con regulador de intensidad y equipados con regulador de control RGBW y luz fría para realzar el ladrillo. Para iluminar pechinas se instalan 4 proyectores led de alta intensidad y equipados con regulador de control RGBW y luz fría. Por último en los arcos formeros de cúpulas y bóvedas esquifadas, se ubicaron proyectores led en la base del arranque de los arcos, de baja intensidad, apertura de haz de 60°x60°, todos ellos con una temperatura de color cálido de 2.700°K.

En el exterior, se ubicaron dos niveles de iluminación. Por un lado, para la iluminación de la linterna y cupulín se instaló un sistema de proyectores led dispuestos en el perímetro de la cubierta de los ochavos (3 en cada uno de los faldones de cubierta), de alta intensidad y equipados con regulador de control RGBW y con luz fría. Este sistema se colocó sobre un perfil tubular de acero inoxidable fijado a los perfiles metálicos sobre los que se configuró la cubierta. Por otro lado, se instaló un sistema de iluminación led en la parte inferior de los paramentos exteriores del ochavo, con proyectores de alta intensidad y equipados con regulador de control RGBW.

Nueva instalación eléctrica asociada a ventanas monitorizadas

Se instalaron dos nuevos cuadros eléctricos, uno para cada cúpula, para el control tanto del sistema de iluminación interior y exterior de las cúpulas, como de la apertura y cierre de las ventanas monitorizadas en lunetos y linternas.





Este libro se terminó de imprimir en Madrid el día 23 de noviembre de 2020.



