



Revista de Claseshistoria

Publicación digital de Historia y Ciencias Sociales

Artículo Nº 320

15 de octubre de 2012

ISSN 1989-4988

DEPÓSITO LEGAL MA 1356-2011

Revista

Índice de Autores

Claseshistoria.com

ANA I. FERNÁNDEZ MORENO

Arquitectura hidráulica. De la herencia de conocimientos a la aplicación de la ciencia y la técnica

RESUMEN

Desde el punto de vista histórico, el siglo XVIII comenzó con una nueva dinastía que importó el modelo de Estado centralizado francés. Su influencia se manifestó en diferentes aspectos sociales y políticos. En lo que se refiere a la modernización de infraestructuras públicas, los ingenieros militares jugaron un papel decisivo tanto en la distribución del territorio como en su modificación, siendo los ejecutores de los canales diseñados para navegar, y los responsables de la renovación de los puertos para el ejercicio del poder naval. Detrás de todo esto, se hallaba la idea del control del territorio a través de las vías de comunicación, pensamiento bastante extendido en el resto de los países europeos.

PALABRAS CLAVE

Ingenieros militares, Arquitectura hidráulica, Canales, Arsenales, Puertos.

Ana I. Fernández Moreno

Licenciada en Historia. Máster en Conocimiento y Tutela del Patrimonio Histórico. Doctorando de la Universidad de Granada (España).

anabelfemo@gmail.com

Claseshistoria.com

15/10/2012

INTRODUCCIÓN

Aunque se tiende a identificar el progreso científico y técnico de la España del siglo XVIII con la instauración de la monarquía borbónica, lo cierto es que el despertar de la conciencia ilustrada en lo que al desarrollo de las comunicaciones hidráulicas se refiere, fue consecuencia de varios acontecimientos.

De una parte, la influencia francesa se produjo a través de los Pactos de Familia, que supusieron entre otras cosas, el envío de ingenieros para la formación de técnicos españoles y la realización de canales y puertos. Además, se tomaron como referencia las grandes construcciones de los canales del Languedoc o el Loira en el siglo XVII. Al mismo tiempo, la obra de consulta obligada era la *Arquitectura hidráulica* de Belidor (1737-1753), tan completa en su materia que la Enciclopedia francesa no trató este tema por hallarse ya resuelto en ella.

Otro tanto podría decirse del informe en el que Bernard Ward¹ atribuyó el atraso socioeconómico en que se hallaba sumida España a una deficiente red de comunicaciones interprovinciales. El fomento de la riqueza debía sustentarse en la transformación de las infraestructuras, acompañándose ésta de la libertad de comercio, el impulso de la industria, la repoblación y el aumento de la productividad agrícola. De esta filosofía participaron Campomanes, Jovellanos, Riera o Sástago puesto que la “riqueza de una nación no se medía solo por lo que producía sino por la capacidad de intercambio de productos agrícolas entre provincias”².

¹ CÁMARA, Alicia (1989). *Arquitectura e ingeniería en el reinado de Carlos III*. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños CSIC y Ayuntamiento, pp.5-29

² SAMBRICIO, Carlos (1991). “La lógica de los canales”. En: *Territorio y ciudad en la España de la Ilustración*. Madrid: MOPU. pp.69-84.

Consecuentemente, los Ilustrados de esta segunda mitad de siglo actuaron tratando de exorcizar los fantasmas que habían sumido al país en una situación tan poco favorable.

La corrección de esta carencia pasaba por contratar técnicos europeos en asuntos hidráulicos como Rodolfi, Lemaur o Gil. Apuesta personal del Marqués de la Ensenada fueron los viajes para fomentar la formación³. Estos viajes se realizaron bien mediante pensionados en Academias extranjeras, o a través de la Instrucción Reservada, que constituían auténticas misiones de espionaje tecnológico e industrial.

Por primera vez, las obras de ingeniería abarcaron geográficamente la totalidad de la península. Supusieron un verdadero salto cualitativo por la implicación directa del Estado en la planificación global y en la financiación de obras públicas. El instrumento usado serían los ingenieros militares capacitados para proyectar edificios civiles, militares, religiosos y obras de carácter práctico. Para ello se institucionalizaron academias científicas como la Academia de Matemáticas de Barcelona o la de los Ingenieros Cosmógrafos, se fomentó la traducción de libros de ciencias útiles y se fundaron instituciones como el Real Gabinete de máquinas.

TÉCNICA HIDRÁULICA

La *Arquitectura Hidráulica* engloba “la actividad del ingeniero en la obra pública hidráulica pues toda su tecnología está dirigida a luchar contra sus dos enemigos naturales: el agua y la arena que mueve el agua”⁴.

La construcción, según Alemany, se hizo con las reglas vigentes desde tiempos romanos: observación, diseño empírico, prueba y modificación de error. Otra cuestión fue la incorporación de nuevos materiales, como el uso de la cal hidráulica a modo de

³ LAFUENTE, Antonio y PÉREZ, José Luis (1982). “Las academias militares y la inversión en ciencia en la España Ilustrada (1750-1760)”. En : VI Congreso Historia de la medicina. Barcelona: 1979. Acta Hispanica ad medicinae scientiarumque Historiam Illustrandam. Volumen II pp.193-209

⁴ **NOVOA, Manuel (2008). La obra pública de los ingenieros militares. En: Los Ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII-XVIII. Alicia Cámara coord. Madrid: CEEH. pp 191-201.**

aglutinante. Para lograr la impermeabilidad se recurrió a la piedra de escollera y arcilla. Normalmente se actuaba por analogía con otras obras que habían resultado eficaces. Ello llevó a Betancourt, a considerar el siglo XVIII como una fase experimental, puesto que a pesar del enorme gasto, supuso un auténtico aprendizaje para nuestros ingenieros.

Toda obra hidráulica suponía una cimentación bajo agua, que implicaba la lucha contra suelos sueltos, oleaje y corrientes, mediante cajones flotantes, ataguías o gavias; enfrentarse a los aterramientos y erosiones debidos al oleaje, combatidos por dragas de cuchara, rosario y finalmente de vapor; y el diseño de diques rompeolas muy complejos por la cimentación y la presión hidrostática.

El trabajo se basó en el esfuerzo físico hasta la aparición de la máquina del vapor, que llegaría a España por un viaje de estudios de Betancourt a finales de siglo. Sin embargo, las autoridades del momento, desestimaron su uso para el drenaje de los puertos de Cartagena y Cádiz por considerarla demasiado potente.

LOS CANALES DE NAVEGACIÓN Y DE RIEGO EN LA SEGUNDA MITAD DEL S. XVIII

En la Instrucción de *Intendentes de 1718* se requería información sobre la posibilidad de “comunicar, engrosar y hacer navegables”⁵ los ríos. En 1749 se solicitaba una valoración económica de dichas obras. Durante el reinado de Fernando VI se iniciaron los planos hidrológicos, materializándose su realización en la época de Carlos III.

La construcción de canales navegables se vio favorecida por la inexistencia de una red de caminos practicable, pero su número, trazado y ubicación dependió de un análisis exhaustivo del entorno económico y social. Las obras públicas fueron el instrumento clave para hacer del agricultor un ente “económicamente autosuficiente”⁶.

⁵ SAMBRICIO, Carlos (1991). “La lógica de los... pp.69-84

⁶ Ibidem, pp. 69-84

Aunque el canal se enfrentó a una orografía bastante irregular, que obligaba a salvar multitud de adversidades mediante esclusas, presas, acueductos y puentes, también asumió la función de núcleo urbano que generó a su alrededor toda una industria y un comercio cuya permanencia se prolongó hasta bien entrado el siglo XX. A veces, esta ciudad-canal de fundación ex novo, abandonó las trazas urbanas tradicionales convirtiéndose en un verdadero mercado en activo cuya fuerza motriz era el agua.

Los ambiciosos proyectos hidráulicos fueron criticados por otros ilustrados contemporáneos como Cadalso, que en sus *Cartas marruecas* proponía la construcción del Canal de San Andrés desde La Coruña a Cartagena y del Cabo de Creus hasta San Vicente. Plaza en su *Estructura económica de España del siglo XVIII* habló de una “canalogía o ciencia de los canales imposibles”⁷, y Goya realizó un grabado que supuso una crítica directa a los proyectos utópicos de la Ilustración: *El sueño de la razón produce monstruos*. Tal vez por estas críticas recibidas, se llamó La fuente de los Incrédulos a la que conmemora la llegada del Canal Imperial a Zaragoza.

Canales de navegación e irrigación

En España, la unión natural de la Meseta con el Atlántico se hace vía Portugal. Por eso se buscaron alternativas artificiales para comunicar las mesetas con Santander y Sevilla. El gran reto fue salvar con éxito la orografía de montes Cantábricos, Sistema Central y Sierra Morena.

Las primeras ideas sobre el canal de Castilla se remontaban a la época de Carlos I. El programa ilustrado añadió a la función de riego la del transporte. El objetivo era proporcionar un acceso al puerto de Santander para el género producido en la Meseta. Las obras se iniciaron en 1753 por iniciativa del Marqués de la Ensenada y según *Proyecto General de los canales de navegación y riego para los reinos de Castilla y León* de Lemaur y Antonio Ulloa, aunque también colaboraron Escofet, Sicre y Roncoli. Se añadieron tres ramales: el ramal del norte, de Olea a Calahorra de Rivas; el ramal de Campos, desde Calahorra de Rivas a Medina de Rioseco; y el ramal del sur desde Campos hasta Valladolid. Este último tramo enlazaría con el canal de Segovia hasta las cercanías de Madrid. Se apoyaba por el norte en el camino Carretero de Reinosa, y al sur de Segovia en el camino del Puerto de Guadarrama,

⁷ Ibid, pp.69-84

que se estaban construyendo en ese momento. Su cauce se acompañaba de caminos de sirga por donde animales de tiro arrastraban las barcas hasta Alar de Rey. En 1792 se inauguraron 207 kilómetros, desde Palencia a Valladolid. Las obras fueron realizadas por campesinos, presidiarios y regimientos del ejército. Era tal el empeño en su construcción, que tuvo una “asignación de 3,33 millones de reales anuales”⁸. Las obras se paralizaron hasta que en 1831 se concedió licencia a una sociedad privada para prolongar el canal desde Alar de Rey hasta Bilbao y concluir los tramos hasta Valladolid y Campos.

En tierras del Valle del Ebro se proyectó por Gil de Morlanes⁹ en época de Carlos V la acequia imperial, reconvertida en Canal en 1768. Felipe V encargó a Sebastián Rodolfi y Bernardo Kuna un estudio sobre su navegabilidad. Treinta años más tarde Badín presentó un proyecto basado en los estudios de Bellecase y Brieu. Pidió financiación a banqueros holandeses para abonar la fianza exigida por el Consejo de Castilla, y éstos enviaron a su propio ingeniero –Krayenhoff- como supervisor de las obras. Poco más tarde, Krayenhoff, Gil y Sánchez Bort propusieron una presa cerca de Tudela. Esto provocó que Condom, socio capitalista del canal, solicitase al Consejo una actuación ante la amenaza de quiebra de su empresa. Por intervención del Conde de Aranda, el Canal Imperial pasó a depender del Estado, siendo nombrado Pignatelli protector de la obra. En 1776 Fernando Ulloa y Julián Sánchez Bort realizaron un estudio del Canal, recomendando una nueva presa en el Bocal. La llegada a Zaragoza se produjo en 1784. Se habían construido 110 kilómetros con la intención de navegabilidad. Fue tal la solidez y la calidad de sus elementos constructivos que Fernández Ordóñez diría que “el canal imperial es un verdadero museo de obras públicas”¹⁰.

En el extremo meridional del canal de Castilla se situó el Canal de Guadarrama, que permitiría la unión de Santander con Sevilla. Floridablanca comentaba que “está

⁸ ALZONA Y MINONDO, Pablo (1994). Historia de las obras públicas en España (1899). Madrid: Colegio de ingenieros de caminos. pp.272-291.

⁹ CÁMARA, Alicia (1989). “Arquitectura e ingeniería...”, pp. 5-29

¹⁰ NARDÍZ ORTIZ, Carlos. <Los canales en la España del S. XVIII>. El canal de Castilla. Un plan regional. Volumen I [en línea].2004 [consulta: 25.11.2009]. <http://www.saber.es/web/biblioteca/libros/canal-de-castilla-plan-regional-volumen-i/html/t05.htm>

financiado por el Banco Nacional de San Carlos”¹¹ dirigido por Cabarrús. Lemaur bautizó el plan como *Relación del proyecto de un canal navegable desde el Río Guadarrama hasta el océano, que pasara por Madrid, Aranjuez, La Mancha y Sierra Morena. ¿Orden y método para acertar en su ejecución? (1875)*. En su origen, se calcularon 771 kilómetros de longitud y un desnivel de 800 metros, iniciándose con la presa del Gasco. De él derivarían ramales por Badajoz y Valencia. La destrucción de la presa motivada por la hinchazón del relleno arcilloso de los casetones de fábrica motivó la suspensión del proyecto. Del canal han quedado las ruinas de la presa y 25 kilómetros al norte de Madrid, que serían cegados a principios del siglo XIX.

El gran fracaso fue la Acequia Real de Júcar (Murcia), en el que se realizaron fuertes inversiones hasta que Lemaur y Escofet dictaminaron que no había agua suficiente. Floridablanca (1792), en un alarde de política efectista, orientó los esfuerzos realizados hacia otros fines. Así surgieron los pantanos para regadío de Valdeinfierno y Puentes (Lorca) - proyectado por Ferrigán, pero realizado por Martín de Lara-, pero el hundimiento de Puentes provocando en 1802 más de 600 víctimas mortales, junto con la colmatación de Valdeinfierno poco después, supuso el impulso definitivo para la creación de un cuerpo especializado de Ingenieros de caminos y canales.

Los proyectos de navegación interior por canales estuvieron presentes hasta que en el siglo XIX el ferrocarril hizo su incursión, quedando relegados a una función industrial y de abastecimiento.

Elementos de canales

Carlos Nardiz dice que la singularidad de los canales está en su constante necesidad de agua. De ahí que su trazado y sección, así como la ubicación de presas, esclusas, y demás elementos constitutivos del canal sea tan importante. La estructura de los canales de navegación y riego no presenta grandes diferencias, salvo obviamente, su mayor amplitud y profundidad por razones de navegabilidad.

La traza y sección estuvo en relación directa con los cultivos de regadío, la política de repoblación y por supuesto con la alimentación de unos caudales mínimos que permitieran la navegación. En el Canal de Castilla, la propuesta de Lemaur hacía

¹¹ Ibidem,

compatible el riego y la navegación a costa de construir un gran embalse en la cabecera. Pero chocó con la obstinación de Antonio Ulloa, que quiso subordinar todo a las exigencias de la navegación. Con Juan de Homar, en 1786, se impulsaron los cultivos de regadío y se plantaron árboles en los caminos de sirga por donde discurrían los animales de tiro de las barcazas para proteger y consolidar las banquetas de los márgenes. La situación del Canal Imperial fue diferente, pues desde el principio se pensó para riego y navegación.

La elevación de aguas para el riego por azudes y presas con acequias se remonta a la época musulmana en las huertas del Turia, Segura y Jalón. Las presas ganarían en altura a lo largo de todo el siglo XVIII. Puentes alcanzó cincuenta metros y la presa del Gasco en torno a los noventa y tres. Su función era derivar el curso principal del río para alimentar el canal y conseguir altura sobre las corrientes. Así se conseguía navegar y evitar inundaciones. La localización de la presa del Canal de Aragón fue uno de los elementos que retrasaron su construcción. En principio se situó por encima de Tudela, lo que supuso la intervención del Estado para evitar una quiebra de la empresa que la estaba ejecutando, y la aparición en escena de Pignatelli. Sánchez Bort la situó en el Bocal, salvando el acueducto del Jalón, y hoy en día esta presa lleva el nombre del protector del canal.

Juan Martín “Zermeño”¹² propuso en 1767 la creación de un cuerpo de Ingenieros de puertos, caminos y canales. Con ello apareció por primera vez la figura del Ingeniero de Canales con una formación técnica y humanista propia de la arquitectura civil enseñada por Durand años más tarde a los ingenieros franceses. El mejor reflejo de dicha formación puede verse en la construcción de casas de compuertas en las presas. De forma cuadrangular se ubicaron en uno de sus extremos, siguiendo siempre la misma estructura con la sala de compuertas inferior y dos pisos superiores para viviendas.

Las obras de fábrica más significativas fueron los acueductos, puentes y almenaras. Los primeros, suponían la continuidad de las aguas del canal por encima de los niveles inferiores del río. El acueducto más importante fue el que se hizo sobre el río

¹² CAPEL SÁEZ, Horacio (1983). Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII. Repertorio bibliográfico e inventario de su labor científica y espacial. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona. p. 309.

Jalón, cuyos planos conservamos gracias a Sástago. Su equivalente en Castilla sería el acueducto de Abadanes. Con respecto a los puentes parece ser que tuvieron un tipo normalizado en sus dimensiones y fábrica. Madrazo estimó que se realizaron más de 700 puentes de piedra o ladrillo en la 2/2 del siglo XVIII¹³. Los pilotes aún eran de madera. Se salvaron con un vano, cuya amplitud coincidía con el ancho del canal. Los arcos solían ser de medio punto en el canal de Castilla, y rebajados o a carpanel en el de Aragón¹⁴, mostrando grandes dovelas que descansan sobre pilas de gran sección. Las características estéticas eran las propias de un barroco sencillo aún más sobrio si éste puente no daba acceso a poblaciones. En cuanto a las almenaras, fueron un elemento fundamental cuando el canal era de riego y navegación. Servían para regular el caudal del canal evitando las inundaciones, y normalmente eran escalonadas. Destacó la de San Martín en el río Jalón. Las obras de fábrica revitalizaron el sector de la cantería como método constructivo¹⁵ y desarrollo económico local.

En la unión de ríos y canales superando los desniveles de cauces jugaron un papel primordial las esclusas. Su fábrica y disposición dependieron de sus fines, siendo el elemento más complejo de realizar en la construcción. La forma oval del canal del Languedoc sería muy imitada, conformando un paisaje singular. Se buscó fundamentalmente disminuir la pérdida del agua y la facilidad en la apertura y cierre de las compuertas. Molinos harineros, textiles, batanes y establecimientos metalúrgicos aparecieron en sus saltos de aguas, marcando la industria castellana del siglo XIX y gran parte del XX. Sirvieron para diversificar la economía de la región y la actividad laboral.

Por último, estaban las dársenas, que equipadas con almacenes, talleres y máquinas de carga y descarga entre otros, hacían constante referencia al transporte de mercancías en barcasas tiradas por mulas y bueyes desde los caminos de sirga.

¹³ TERÁN, Fernando de (1989). "Política de obras públicas". En : Carlos III y la Ilustración. Madrid: Ministerio de cultura. pp.173-182.

¹⁴ NARDÍZ ORTIZ, Carlos. "El canal imperial de Aragón". Revista de Obras Públicas (Madrid) 3.458 (2005), pp. 49-60

¹⁵ REDONDO CANTERA, Maria José y ARAMBURU ZABALA, Miguel Ángel (1996): "La construcción de puentes en el siglo XVIII: innovación y tradición", en : I Congreso nacional de historia de la construcción. Madrid: 1996. Madrid: CEHOPU, pp. 435-452

OBRAS PORTUARIAS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XVIII

Existió una gran necesidad de construir puertos tal y como reflejaron las sucesivas ordenanzas de la 1/2 del siglo XVIII. De hecho, Felipe V consideró prioritario recuperar el *poder naval*¹⁶ para controlar el territorio. A esto contribuyó de forma decisiva el desarrollo de la documentación cartográfica. En 1747 se promovieron las obras de Cartagena, El Ferrol, Cádiz y La Habana, que en palabras del Marqués de la Ensenada *copiaban lo mejor de Europa*.

Hasta Carlos III siempre se había legislado en perjuicio de la producción nacional, existiendo un solo puerto para comerciar con América: Cádiz¹⁷. A él se debió la *Real Instrucción del 16 de octubre de 1765, que habilita varios puertos para el comercio con las Islas de Barlovento*. Los puertos autorizados a que hace referencia dicha instrucción fueron Barcelona, Cádiz, Sevilla, Santander, Gijón, La Coruña, Málaga, Cartagena y Alicante. La presión de las Sociedades Económicas de Amigos del País, favorecieron esa política liberadora, ampliándose a los puertos de destino americanos y Canarias. En 1778 se capacitarían también para esas actividades a los puertos de Palma, Almería, Santa Cruz de Tenerife, y una larga lista de puertos americanos (La Habana, Montevideo, Cartagena de Indias, etc). La libertad total de comercio llegaría en 1789.

Pero la intervención carolina se manifestó también en otros ámbitos. El rey impuso la condición de “que todas las naves destinadas a este comercio han de pertenecer enteramente a mis vasallos”¹⁸. Estas medidas, similares a las inglesas o francesas del momento, intentaron abolir las desigualdades existentes entre productos extranjeros y nacionales, sin apenas cargas arancelarias los primeros frente a los segundos. Consecuencia directa de esta orden será el incremento de buques de nueva construcción para el comercio de Indias, a la vez que se obliga a los buques tradicionales a adaptarse. La mayor demanda aumentó el tráfico marítimo, lo que

¹⁶ “Poder naval” es un concepto del siglo XVIII que engloba la posición geoestratégica de los puertos, el fomento de la marina mercante y de la marina de guerra.

¹⁷ ALZONA Y MINONDO, Pablo (1994). Historia de las obras públicas....., pp.273-291

¹⁸ RODRÍGUEZ-VILLASANTE PRIETO, Juan Antonio (1994). “La evolución de los puertos españoles en la Edad Moderna”. En: catálogo de exposición de Puertos españoles en la historia. Sevilla:1994. Madrid: CEHOPU, pp. 61-76 .

introdujo arboladuras y cascos de menor porte, que exigía menor calado y un aumento de la zona de fondeo, provocando gran cantidad de obras en muchos puertos. Al mismo tiempo, los buques de guerra aumentaron su tamaño, complicando su tecnología, y demandando un complejo apoyo portuario, que se tradujo en la construcción de grandes bases navales en El Ferrol, Cádiz y Cartagena realizadas según el “credo de la ilustración de utilidad y ciencia”¹⁹. En 1781 otra *Real Orden* supuso un importante esfuerzo en la mejora de puertos, imponiendo Ingenieros de Armada como ejecutores técnicos de estas obras, que dependerían de las Juntas del Departamento Marítimo sin intermediario alguno.

A pesar de todos los esfuerzos realizados, la mayoría de los puertos no contaron más que con una planta pequeña constituida por un espigón de madera con construcciones rudimentarias que se adentraron en el mar perpendicularmente a la línea de costa, por lo que constituyeron escaso abrigo para las embarcaciones, que habían disminuido en calado, y no protegieron a los barcos del oleaje²⁰. Como norma general, los puertos del mediterráneo carecieron de abrigo natural, ubicándose en playas arenosas, excepto el de Cartagena. La lucha contra la invasión de arena resultó inútil hasta la aparición y uso de las dragas movidas a vapor en el siglo XIX, momento en el que aparecieron los puertos abrigados de Barcelona, Valencia, Málaga y Tarragona. En el Atlántico la ubicación de éstos en rías les aportaban cierta protección. Para construir diques, lanzaban bloques de escollera en las rías hasta enrasarlas, y sobre esta se comenzaban las hileras de sillares.

Desde los principales puertos españoles partían los ingenieros militares hacia sus destinos de ultramar, siendo frecuente que permanecieran durante bastante tiempo en ciudades como El Ferrol, La Coruña, Cartagena o Cádiz a la espera de su embarque en los navíos para los que se les había concedido la licencia. A veces, esa espera se demoraba años, lo que hacía que estos ingenieros se pusieran a las órdenes del Ingeniero Director de ese puerto, cobrando su salario posteriormente en su lugar de

¹⁹ Ibidem, pp. 61-76

²⁰ RUEDA, Germán; SANZATORNIL, Luis; y DELGADO, Carmén. <Las principales ciudades portuarias en la España del Siglo XIX>, en IX Congreso Internacional de la Asociación española de Historia y economía.[en línea] 2008. [consulta: 22.11.2009]. Murcia. http://www.estudiosatlanticos.com/aehe_files/Las_principales_ciudades_portuarias.pdf

destino, previa expedición de un certificado que les proporcionaba el Consulado²¹. Esto propició la participación en múltiples proyectos de Jorge Juan, Antonio Ulloa, Francisco Llobet o Sánchez Bort.

Arsenales

Los proyectos portuarios, al igual que los canales, se fundamentaron en demandas funcionales y en modelos teóricos lejanos. Los puertos hubieron de basarse físicamente en el mar, el buque y la costa; aunque sin olvidar que detrás había unos intereses estratégicos de control del territorio y rutas de navegación, un deseo de impulso socioeconómico y la necesidad de unas infraestructuras que apoyaran estratégicamente estos intereses.

Los arsenales, dársenas y muelles fueron elementos logísticos de construcción, aprovisionamiento y mantenimiento de los buques. Las terminales de pasajeros y mercancías se dotaron de grúas, cargaderos, almacenes y oficinas de control. Igualmente se desarrollaron multitud de obras de defensas, boyas y faros. Se hacía necesario adaptar las antiguas bahías y crear complejos ex novo, dotándolos de defensa frente a los temporales y ataque de enemigos. Los arsenales tuvieron una importante contribución construyendo, armando y reparando buques.

La década de las grandes infraestructuras portuarias de arsenales se situó entre 1750 y 1760. En ese periodo se debatió sobre la utilidad de la obra de Belidor, y la gran incógnita giró en torno a la cimentación: ¿cajones superpuestos o asentamientos sobre gradas de cantería?

Ignacio Sala fue el responsable de la Muralla de Barlovento de Cádiz, diseñando una playa artificial para protegerla. En La Carraca colaboraron en las obras de cimentación Jorge Juan, Antonio Ulloa, Sánchez Bort y Tomás Muñoz. No necesitó obras de abrigo, ni dársena pues los muelles, varaderos y diques secos se realizaron en la Rivera de los Caños. Las obras sufrieron averías anuales hasta que Sánchez Bort propuso la solución definitiva en el 3/3 del siglo XVIII. El frente portuario de Cádiz

²¹ CANO RÉVORA, María Gloria (1994). Cádiz y el Real Cuerpo de Ingenieros Militares (1697-1847). Utilidad y firmeza. Cádiz: Universidad de Cádiz, p. 37

contaría con un edificio de Aduanas, el baluarte de San Antonio y almacenes, realizados entre 1765 y 1772.

En torno a 1747 Sebastián Ferrigán actuó en Cartagena, basando su proyecto del Real Arsenal en la obra de Belidor. Las modificaciones se centraron en la profundidad entrante de la bahía, para crear una dársena encajada entre montañas y una zona pantanosa. Se debía contar con la inexistencia de mareas, lo que condicionó la construcción de diques de carenar en seco. En el puerto se construyeron un cuartel de presidiarios, un hospital y el arsenal. Estas actuaciones consiguieron duplicar la población y la superficie urbana.

El último de los grandes arsenales se ubicó en El Ferrol en 1750, generando a su alrededor una ciudad ex novo, que se enfrentaba al Ferrol viejo. Sus obras las dirigieron Cosme Álvarez, Jorge Juan, Miguel Marín, Francisco Llobet²² y Sánchez Bort sucesivamente. El Marqués de la Ensenada se empeñó en hacer la mejor construcción del mundo conocido, pues iba a ser el primer Departamento. Contaba con una bahía protegida con fondeadero natural de gran calado, estrecha boca y ensenada exterior para agrupación de tropas. Se proyectó una dársena en pleno mar, en zona de gran profundidad para navíos de gran tonelaje. Supuso un desafío técnico que implicó la construcción de obras de abrigo no realizadas hasta entonces en el país. Doble dársena dotada de muelles, escalas reales, diques de carenar y varaderos. El proyecto respondía a la demanda de obras complementarias como almacenes, talleres, cabrías para armamento o embarque de materiales.

Puertos comerciales

Nuevas rutas comerciales exigieron una nueva protección militar, lo que obligó a mejorar navíos de guerra especializados y sus bases de apoyo, que estuvieron a la vanguardia de la investigación y el desarrollo de los nuevos productos navales. Esta tecnología también se aplicó a la marina mercante, lo que favoreció la aparición de las primeras compañías mercantiles: Honduras (1717), Guipuzcoana de Caracas (1724), Galicia (1734), Barcelona (1756).

²² CAPEL SÁEZ, Horacio (1983). Los ingenieros militares en....., p. 279.

Se produjo un incremento demográfico en las costas, aunque el trabajo en puertos y mar se consideraba propio de villanos y pecheros. Con el paso del tiempo, el binomio utilidad-ciencia iría haciendo que los trabajos técnicos fueran acaparados por burgueses y nobles, generándose un nuevo modelo de ciudad con una poderosa burguesía en la costa.

Si bien es cierto que la actividad portuaria aumentó, es justo señalar que unos puertos vivieron de su comercio de ultramar privilegiado (Cádiz, San Sebastián o Pasajes); otros se especializaron en el aprovisionamiento (Palma de Mallorca y Santa Cruz de Tenerife); y otros se dedicaron al cabotaje (Los Alfajes, Alicante, Málaga, Santander o Gijón)²³.

A pesar de que su crecimiento mercantil fue espectacular, siendo la ciudad que más prosperó, Barcelona tuvo una deficiente instalación portuaria. Verboom, Juan Zermeño, Antonio Barceló o Ruiz Apocada son sólo algunos de los ingenieros que trataron de solucionar sus problemas de invasión de arenas. Martín Zermeño consiguió desarrollar la prolongación del dique de levante con el apoyo de Francisco Llobet. Al final de siglo las obras de abrigo eran elementales y los buques no disponían de atraque, usando la playa para el embarque. En 1772 se coloca la linterna del muelle de Poniente.

La transformación portuaria en Tarragona fue inexistente, pues se mantuvieron las instalaciones sobre la playa y un dique medieval. Ruiz de Apocada y Juan Smith diseñaron un proyecto de la fachada marítima en la línea academicista, que en el siglo XIX supuso la construcción de un espigón curvo de cuatro alineaciones. Algo parecido sucedió con las primitivas instalaciones portuarias medievales de Palma de Mallorca.

En Valencia, tras décadas discutiendo por la ubicación de su puerto, en 1792 se optó por el Grao, con diseño de Manuel Mirallas, ejecutándose en 1805, lo que supuso un escaso protagonismo valenciano hasta mediados del siglo siguiente. Esto hizo que Alicante cobrara más importancia mercantil, a pesar de que la única intervención en su frente marítimo fue buscar más calado en el muelle central.

²³ RUEDA, Germán; SANZATORNIL, Luis; y DELGADO, Carmén. <Las principales ciudades portuarias..., pp.1-33.

El puerto de Málaga y las actividades en él desarrolladas fue el elemento que equiparó su tráfico ultramarino con Barcelona, lo que le permitió iniciar mejoras en las que actuaron Verboom, Bartolomé Thurus o Martín Zermeño. Terminó el siglo con el desarrollo de dos diques a Levante y Poniente que formaron una dársena con muelle, almacenes, talleres y faro. Gozaba de gran intensidad comercial por la carga tradicional de uvas, vinos y limones, por lo que fue mejorando sus instalaciones y muelles. El edificio de la Aduana se comenzó en 1791²⁴.

El caso de La Coruña fue bastante significativo. Las primeras reformas se iniciaron en 1723 por Francisco Montaigú y Juan de la Ferriere. Consistían en la remodelación de la antigua pescadería en la playa y el embarcadero. Se dotó a ésta de un murallón que se finalizó en torno a 1740. También hubo mejoras debido al establecimiento de Correos Marítimos y la Creación del Real Consulado de Comercio en 1785. Se proyectó un pequeño arsenal con dársena, talleres, almacenes, dique de carena y fachada por Ferro Caveiro, Romero Landa y Valzaine. En 1788 José Cornide y Giannini acometieron la reforma de la Torre de Hércules. Todas estas intervenciones no sirvieron para impulsar la economía gallega, al contrario de lo que ocurrió con la catalana por el mismo periodo.

A consecuencia de un temporal el pequeño muelle de Gijón desapareció en 1749. Su reconstrucción en tiempos de Fernando VI, se llevó a cabo según los proyectos de José de la Croix²⁵, Francisco Llobet y Jorge Juan, autores de las obras del muelle y la dársena. El tráfico de fragatas, el abundante cabotaje y el transporte de la minería obligó a su ampliación, realizada ya en el siglo XIX.

Santander tuvo la función de puerto de Castilla, recogiendo el trigo que llegaba por el canal de Castilla hasta Alar de Rey, convirtiéndolo en harina y exportándolo. Llobet, Martín Zermeño, Fernando Ulloa o Sabatini propusieron proyectos para dragar la dársena, aumentar sus muelles y desviar el Miera. Se continuaron también las obras del embarque de la fábrica La Cavada por la ría, y el nuevo astillero de Guarnizo. Pasajes, actuó como puerto de San Sebastián desde el siglo XVIII, siendo base de la

²⁴ RUEDA, Germán; SANZATORNIL, Luis; y DELGADO, Carmen. <Las principales ciudades portuarias...,pp. 1-33.

²⁵ CAPEL SÁEZ, Horacio (1983). Los ingenieros militares..., p.133. En el nombramiento de ingenieros me remito a lo citado por Capel en su inventario.

Real Compañía guipuzcoana de Caracas. Se realizó el muelle y la dársena en 1821, según proyecto de Silvestre Pérez.

El puerto de Sevilla perdió en 1717 el monopolio de Indias a favor de Cádiz. Este puerto se deslizaba al mar en un área marismeña, lo que dio lugar a dos tipos de actuaciones permanentes: las cortas en el río para mejorar su navegabilidad y la limpieza de su cauce. Precisamente el estar en área marismeña supuso su progresivo abandono.

El periodo del gran desarrollo portuario fruto del academicismo ilustrado se produjo durante la 2/2 del siglo XVIII. Su ejecución se vio afectada por la crisis político-económica de final de la centuria, por lo que los puertos desarrollados en el XIX serán hijos de la Ilustración²⁶.

CONCLUSIÓN

Verboom recibió el encargo de organizar el Real Cuerpo de Ingenieros por Orden de Felipe V en 1705. Desde entonces, los ingenieros militares se fueron especializando paulatinamente hasta que Martín Zermeño reorganizó el cuerpo planteando tres especialidades, entre ellas los ingenieros de caminos y canales. A partir de ahora, la especialización sería imparable, y su desvinculación del ejército también.

Betancourt, Inspector General de obras de Ingeniería afirmó que eran “necesarios los conocimientos más regulares de la obra técnica y la práctica de la hidráulica”. Por ello en 1784, siendo pensionado en *Ecole des ponts et chaussées de París*, fundó junto con otros españoles el *Equipo hidráulico* centrado en investigaciones de ingeniería civil, para lo que recopilaron planos, maquetas y memorias científicas que destinarían al Real Gabinete de Máquinas, cuyo objetivo era actuar como laboratorio de prácticas. Este gabinete se acabaría convirtiendo en Escuela de Estudios de Hidráulica por mediación de Betancourt²⁷.

²⁶ RUEDA, Germán; SANZATORNIL, Luis; y DELGADO, Carmén. <Las principales...pp.1-33.

²⁷ DÍAZ-MARTA PINILLA, M.: <Políticas hidráulicas en la segunda mitad del S. XVIII>. En Congreso ibérico sobre gestión y planificación del agua. El agua a debate desde la universidad.

Es necesario insistir en que el objetivo principal de los canales no fue el regadío, sino disponer de una red de vías navegables con objeto de impulsar el desarrollo agrario, industrial, comercial, cultural y científico. Sin embargo, se enfrentaron a muchos problemas, no siendo precisamente los orográficos los más graves. Quizás el más absurdo fue la diversidad de dependencias administrativas. Por ejemplo, la construcción de puentes dependía del consejo de Castilla y los de caminos de la Superintendencia. Esto llevó a hacer puentes apartados de los cauces de los ríos, o carreteras sin puentes para cruzar los cauces.

En cuanto a los puertos, durante el siglo XVIII se liberalizó el comercio colonial y se organizó la administración portuaria, tecnificando la explotación de los puertos y la dirección de sus obras, con los Capitanes de Puertos y con los Ingenieros de Marina. Se hicieron obras de consideración en los puertos de Santander, Málaga, Barcelona o Santa Cruz de Tenerife. Fueron, así mismo, importantes y costosas las obras que se realizaron en las capitales de los Departamentos Marítimos de El Ferrol, Cádiz y Cartagena. Un aspecto importante a considerar en los puertos fue el “trasbordo de ideas”²⁸, conocimientos y costumbres, que convirtieron a la población española costera en la más desarrollada del país.

Por una cultura nueva del agua [en línea] 1998. [Consulta 23.11.2009]
http://grupo.us.es/ciberico/archivos_acrobat/zaraponendiazmart.pdf

²⁸ RODRÍGUEZ-VILLASANTE PRIETO, Juan Antonio (1994). “La evolución de los puertos...”, pp. 61-76