

SE CUMPLE EL 250º ANIVERSARIO DEL NACIMIENTO DE AGUSTÍN DE BETANCOURT, PRECURSOR DE LA INGENIERÍA MODERNA

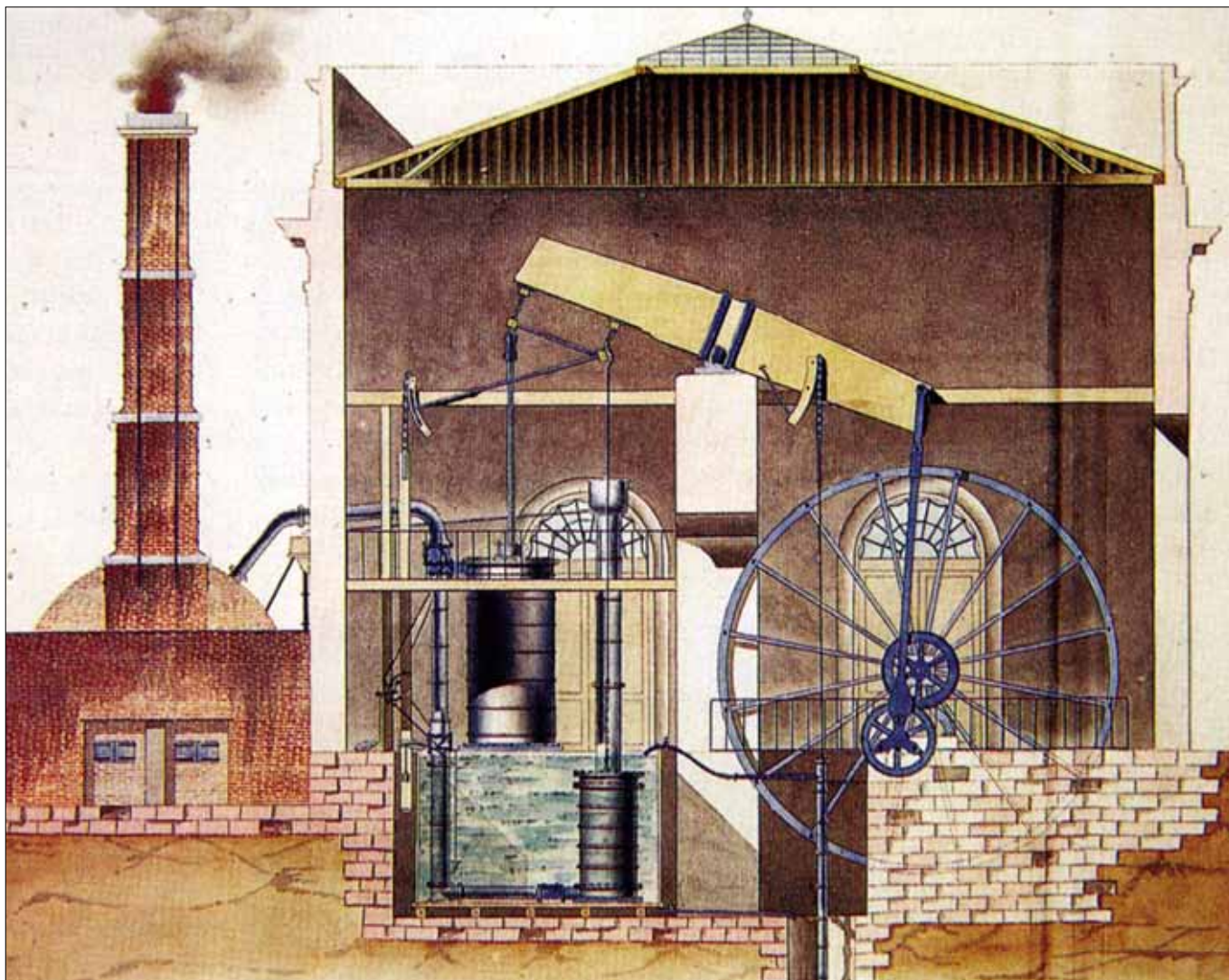
# Entre los más grandes

J. IGNACIO RODRÍGUEZ

A Agustín de Betancourt se le reconoce como el padre de la ingeniería moderna en un país como España que a mediados del siglo XVIII sufría un atraso científico considerable. Su formación becada por el Gobierno español en Francia e Inglaterra, le permitió recopilar gran parte de las técnicas de la ingeniería civil y mecánica y trasladar el saber a España donde fundó, junto con el Real Gabinete de Máquinas, la Escuela de Caminos. En su última etapa desarrolló su vasto saber en la Rusia del zar Alejandro I, donde fundó una nueva escuela y se encargó de la red de caminos y vías de comunicación.

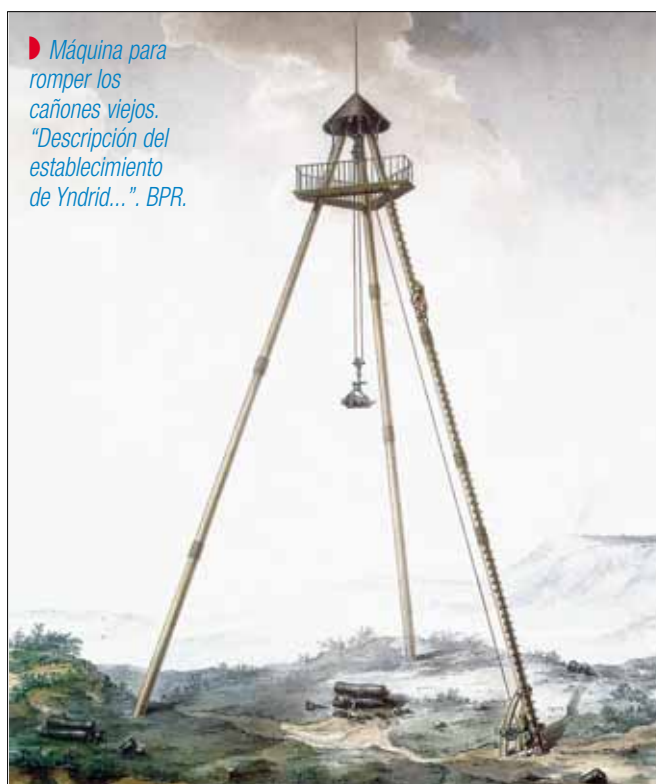






**E**l 1 de febrero de 1758 nació en el Puerto de la Cruz Agustín de Betancourt, en un momento en el que España sufría un atraso científico considerable, a pesar de que gran parte de Europa se había visto inmersa a lo largo del siglo XVII en la denominada «revolución científica». Ante la rémora que suponían las universidades, los ilustrados se agruparon en nuevas instituciones, fundamentalmente las Sociedades Económicas de Amigos del País, por lo que los gobernantes se vieron obligados a crear nuevos centros educativos, como la Academia de Matemáticas de Barcelona, los Estudios de Vergara y la Academia de Artillería de Segovia o el Instituto del Carbón, creado en Gijón por Jovellanos.

► *Máquina de vapor de Watt, según Betancourt, París, 1788. BENPC, París.*

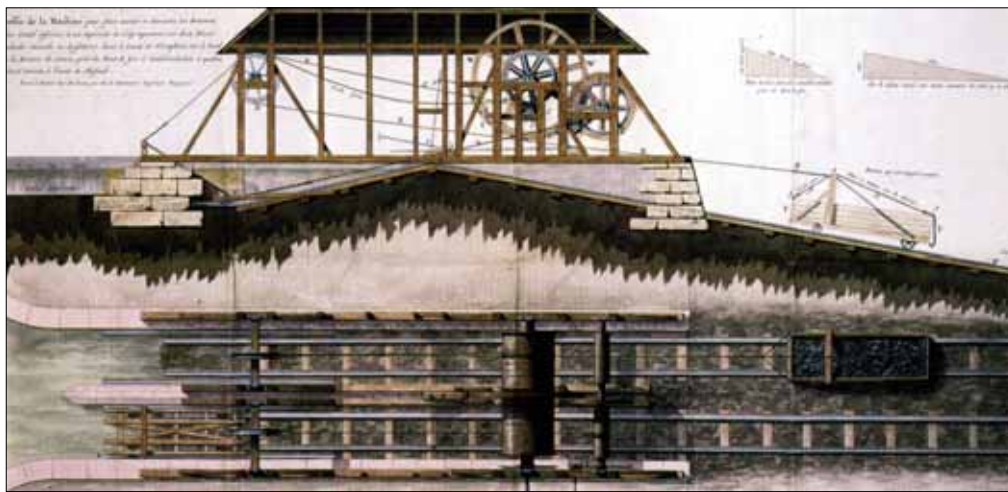


► *Máquina para romper los cañones viejos. "Descripción del establecimiento de Yndrid...". BPR.*

Quizá la última de las nuevas instituciones ilustradas, tal vez la más ambiciosa y fecunda, fue la Escuela de Caminos y Canales, creada en 1802, precisamente, por Agustín de Betancourt, un hombre de la Ilustración tardía, cuya personalidad ha estado durante años rodeada de un cierto halo de misterio, quizá debido a su versatilidad extraordinaria como inventor y organizador, por un lado, y por su aparentemente repentina desaparición de la escena española en vísperas de la invasión francesa. De hecho, se incorporó al servicio del zar Alejandro I en 1808 y permaneció en Rusia hasta su muerte en San Petesburgo en el año 1824.

Se celebra este año, por tanto, el 250º aniversario de su nacimiento, con una serie de actividades encaminadas





► *Esclusa de Coalbrookdale, según Agustín de Betancourt. BENPC, París.*



► *Mercado central de la feria de Nizhni Nóvgorod. "La Ilustración Española y Americana", 1891.*

a divulgar su obra. Como recordatorio del aniversario a lo largo de 2008, el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (Cehopu) del CEDEX ha editado un calendario conmemorativo en el que figuran, mes a mes, imágenes ilustrativas de la vida y los trabajos del ingeniero. Trabajos que abarcan campos tan diversos como la minería, la telegrafía, la energía del vapor, las diversas ramas de la industria o las actividades propiamente ingenieriles como la construcción de puentes, puertos, canales, caminos, etc.

También el Cehopu tiene

## Origen de la Escuela de Caminos

**El 30 de abril de 1802 se produjo la rotura de la segunda presa de Puentes en Lorca (Murcia), que causó 608 víctimas en la citada población. El arquitecto de la presa fue condenado al destierro y se pidió la presencia de Betancourt para que examinara las obras y propusiera las reparaciones. El 16 de julio emitió su informe sobre la rotura de la presa, que recomienda no reconstruir en el mismo emplazamiento. El Informe dado por D. Agustín de Betancourt sobre los pantanos y reparos que deben hacerse en Lorca se considera desencadenante de la creación de la Escuela de Caminos y Canales, pues se convenció a los medios oficiales de la necesidad de tecnificar la construcción de las obras públicas.**

**El 19 de octubre de 1802 se produjo la convocatoria, en la Gaceta de Madrid, de los primeros exámenes de ingreso para los Estudios de la Inspección General de Caminos y Canales. A falta de una Real Orden específica, ese hecho puede considerarse la carta fundacional de la escuela de caminos, promovida por Betancourt, que la dirigirá en su primera etapa.**

previsto publicar en este año, en colaboración con Patrimonio Nacional, la memoria conocida como *manuscrito de Yndrid*, probablemente el último trabajo que realizó Betancourt en su periodo de formación en Francia, entre 1784 y 1791. La *Descripción del establecimiento de Yndrid, donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia*, conservada en la Biblioteca del Palacio Real y dedicada al monarca Carlos IV, es uno de los más bellos documentos salidos de la mano del ingeniero, como muestran sus 49 láminas, que incluyen perspectivas, cortes, plantas y detalles de la fábrica de cañones francesa, sita en la isla de Yndrid, en el Loira. Con la publicación, se pondrá al alcance de los investigadores una obra prácticamente desconocida, y de notable interés histórico y técnico, por lo minucioso de la descripción que Betancourt realiza y por la importancia que la mejora en las técnicas de fabricación de cañones suponía en aquellos momentos para la Corona española.

El interés por la figura y la obra de Betancourt recibió hace años un notable impulso con la exposición monográfica a él dedicada en 1996 por Cehopu: *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*, que contó con la colaboración de otras instituciones vinculadas a la figura del ilustrado canario, tales como la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid, por él fundada, el Colegio de Ingenieros de Caminos, la École de Ponts et Chaussées de París, donde se formó, y especialmente la Universidad Estatal de Vías de Comunicación de San Petersburgo.

En la exposición se consiguió reunir por primera vez un importante legado original del ingeniero y de su entorno —libros, manuscritos, dibujos, planos y maquetas de época—





► *El Jardín del Caballo en el Buen Retiro, Madrid. Agustín de Betancourt, 1778. Biblioteca Nacional.*

disperso en diferentes ciudades y países. Tras su inauguración en Madrid, en estos años la muestra ha recorrido diversas ciudades españolas, como el Puerto de la Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria, San Sebastián, Barcelona, A Coruña, Tarragona, Zaragoza, Málaga, Mahón o La Orotava, además de viajar a Rusia, donde se ha presentado en San Petersburgo y en Moscú.“

Coincidiendo con este 250º aniversario, en febrero pasado se presentó en la sede madrileña del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, estando prevista para este año una próxima visita al Puerto de la Cruz, donde Betancourt nació.

### Una vida muy intensa

Agustín de Betancourt, que descendía de una familia canaria bien acomodada, nació en el Puerto de la Cruz el 1 de febrero de 1758. Su padre participó activamente en las tareas de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife. Cursó estudios en el convento dominico de San Benito y, sin duda, los proyectos y obras que durante la segunda mitad de la centuria se ejecutaron en el valle de la Orotava (planeamiento de un complejo por-

Agustín de Betancourt, un hombre de la Ilustración tardía, tuvo una versatilidad extraordinaria como inventor y como organizador

tuario), debieron de influir en el joven Agustín. Vivió en su tierra natal hasta los 20 años, emprendiendo viaje en 1778 a Madrid. Aquí sus clases de álgebra, geometría y trigonometría, concretamente en los Reales Estudios de San Isidro, continuándolos en la

Real Academia de Bellas Artes San Fernando.

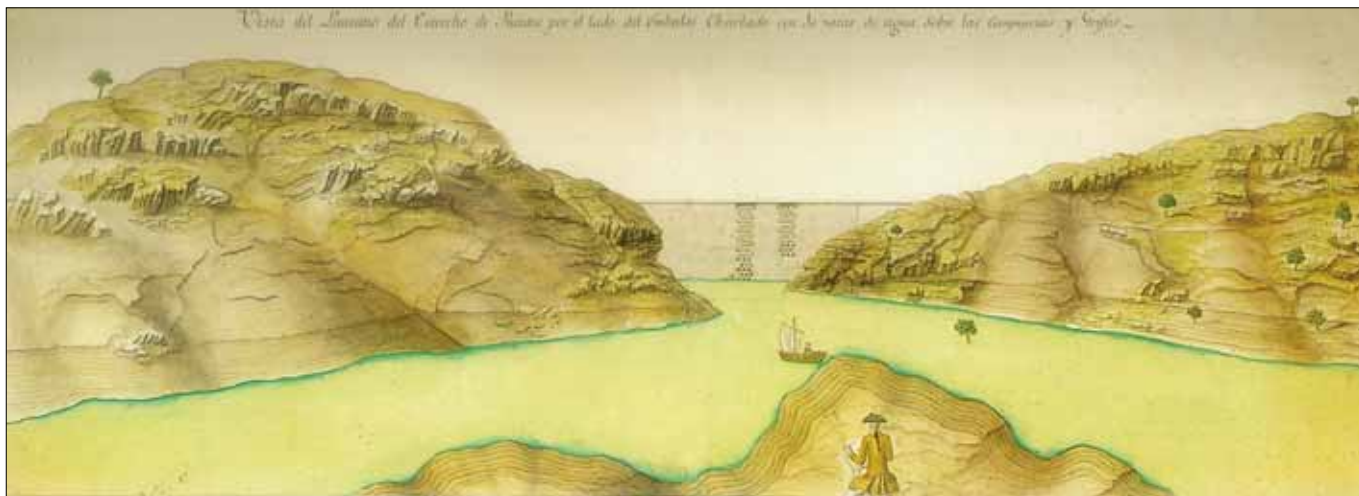
En 1783 Agustín de Betancourt aceptó el cargo de apoderado en Madrid de la Sociedad Económica de Amigos del País de La Laguna y el conde de Floridablanca le encomendó una visita de es-

tudio a las minas de Almadén, que plasma en sus *Tres Memorias sobre las Reales Minas de Almadén*, en las que propone mejoras. En noviembre lleva a cabo la primera experiencia aerostática en nuestro país, el lanzamiento de un globo en presencia de la Corte.

En 1784, antes de partir para París para continuar sus estudios, Betancourt consiguió de la Real Academia de San Fernando el título de miembro honorario. De camino a Francia, realizó junto con Alonso de Nava Grimón un reconocimiento de la obra del Canal Imperial de Aragón



► *Lanzamiento de globo aerostático en Madrid, 1783. Óleo de A. Carnicero. Museo del Prado.*



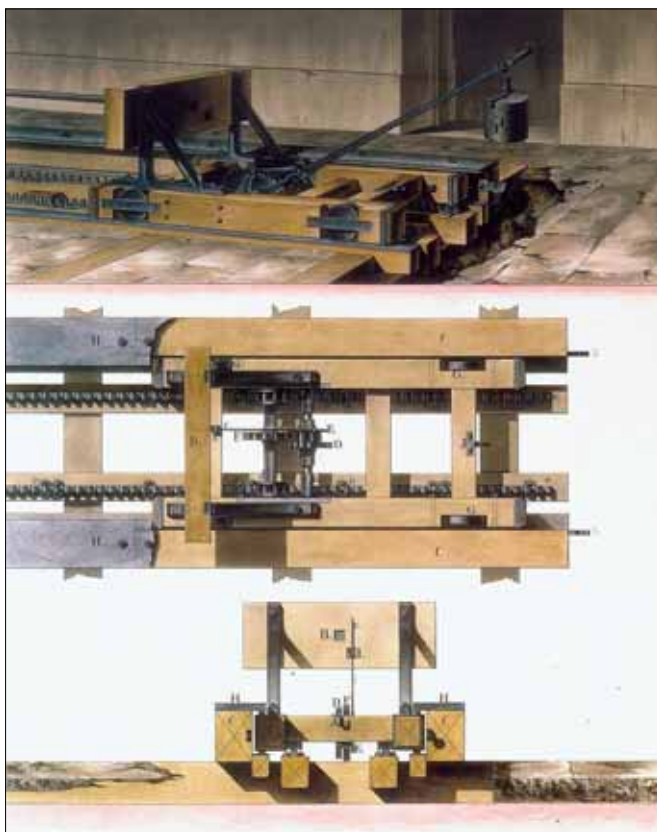
► Presa en el estrecho de Paredes. Gerónimo Martínez de Lara. 1785. M<sup>o</sup> de Fomento.

tras la rotura de la presa del Bocal. Tras la inspección redactaron la memoria *Noticias de la Acequia Imperial o Canal Real de Aragón*, en la que no dejaban duda sobre la viabilidad del proyecto. Es la primera incursión de Betancourt en el campo de la ingeniería civil, hacia el que reorientará su actividad en París.

Recomendado por Floridablanca al ministro de Indias, José Galvez, disfrutó de una pensión para ampliar sus conocimientos científicos en el campo de la “geometría y arquitectura subterránea”. En París entró en contacto con la École des Ponts et Chaussées, con su director Perronet y con destacados personajes del ambiente científico de la época, como el barón de Prony.

## Formación hidráulica

En 1785 viajó a España y planteó por primera vez a Floridablanca la creación de una Escuela y Cuerpo de Puentes y Calzadas similar a la francesa, consiguiendo una nueva orientación de sus estudios hacia la hidráulica y la mecánica. Además, se encargó de encauzar la preparación de becarios y reunir planos de máquinas útiles para las obras hidráulicas. Regresó a París y firmó su *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra y modo de aprovechar las materias que contiene*, dedicada al rey Car-



► Carros para empujar barrenos. “Descripción...”, A. Betancourt, 1791. BPR.

## Máquinas para construir

**El talento y la preocupación de Betancourt por las técnicas constructivas están perfectamente reflejados en las colecciones del Real Gabinete. Andamios, como el que se construyó en París para limpiar la puerta de Saint Denis, grúas de construcción, martinets para la hinca de tablestacas y pilotes con diversos mecanismos de escape de la maza, o sierras capaces de cortar los pilotes y las tablestacas bajo el agua, son algunos ejemplos. Este profundo conocimiento de las técnicas constructivas no sólo tuvo gran importancia en las grandes obras públicas españolas de buena parte del siglo XIX, sino que le sirvió a Betancourt para afrontar obras de gran envergadura, como la columna del zar Alejandro I o los grandes monolitos en la reforma de la catedral de San Isaac, en San Petesburgo.**

los III, así como la *Memoria sobre el mejor modo de blanquear la seda*.

En 1786, el ingeniero envió a España una primera remesa de libros relacionados con la hidráulica. Además se le encomendó el ensayo de una bomba de achique de su invención en el Canal Imperial de Aragón. A su paso por Madrid, propuso a Floridablanca la formación de un Gabinete de Máquinas, entendido inicialmente como un laboratorio de hidráulica. De esta fecha data una desaparecida *Memoria sobre el método de construir y usar los hornos para extraer el betún que tiene el carbón de piedra, quedando éste purificado al mismo tiempo*, que le valió el nombramiento de socio de mérito y honorario de la Sociedad Económica de Amigos del País de Asturias, y que dio lugar a la construcción en Oviedo de un pequeño horno para coquizar el carbón.

En este periodo se le atribuye el diseño de un telar para hacer cintas anchas de rasoliso y tafetán, que más tarde incorporará como modelo a las colecciones del Real Gabinete de Máquinas. En octubre de 1786 llegaron a París Tomás de Verí y Toghores y Juan de la Fuente, que formarán parte del equipo hidráulico a las órdenes de Bentancourt hasta 1791.

Durante 1787, Betancourt y sus colaboradores se dedi-





Interior del edificio con la máquina para barrenar cañones. "Descripción del establecimiento de Yndrid...", A. Betancourt, 1791. BPR.

caron en París a la búsqueda de máquinas, artefactos o construcciones que más tarde formarían parte del citado Gabinete de Máquinas. Aunque predominan las máquinas hidráulicas o de obras públicas, la colección se fue enriqueciendo con otros adelantos en el campo de la metalurgia o la industria textil. Ese año envió a la corte española una segunda remesa de libros de hidráulica extranjeros.

### Primer viaje a Inglaterra

En 1788, el embajador Fernán Núñez informó elogiosamente a Floridablanca sobre el trabajo de los pensionados españoles en Francia,

El aniversario de Betancourt se conmemorará con diversas actividades, como la edición de una de sus memorias más apreciadas y un calendario

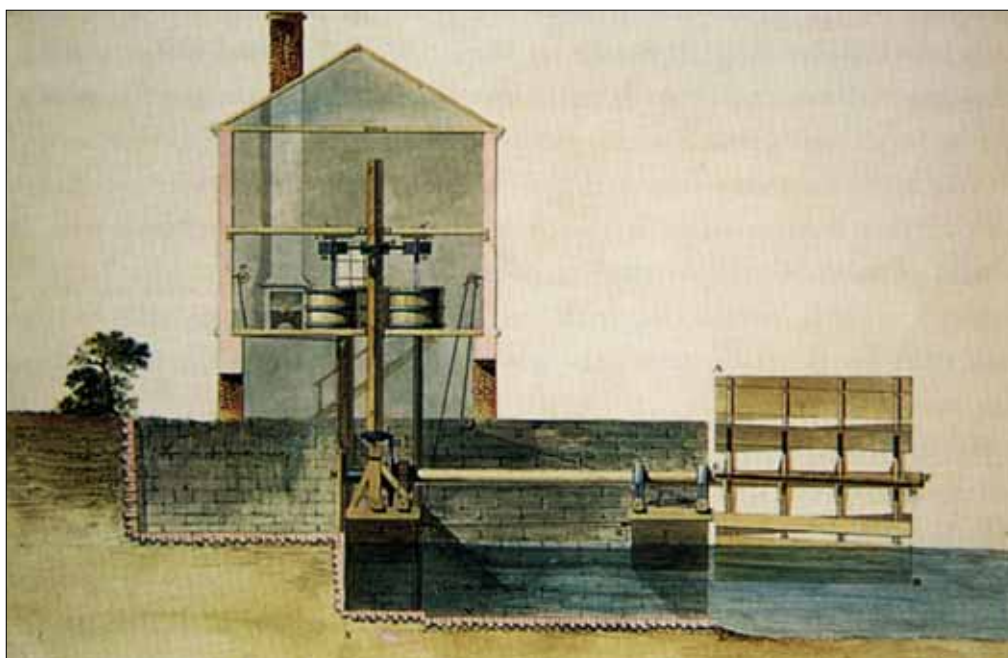
con gran satisfacción del rey, para quienes ordenó aprobar los auxilios necesarios. También comunicó el embajador a la Corte que Betancourt había inventado una máquina que fabricaba cintas de madera para adorno de las mujeres. En noviembre el ingeniero emprendió su primer viaje a Inglaterra, por tres semanas,

siendo recibido en Birmingham por la firma Watt y Boulton, explotadora de la nueva máquina de vapor, aunque no se la mostraron. Sin embargo, de regreso a Londres, pudo observar una máquina de vapor de doble efecto en funcionamiento en una fábrica harinera y, a partir de su aspecto exterior, de-

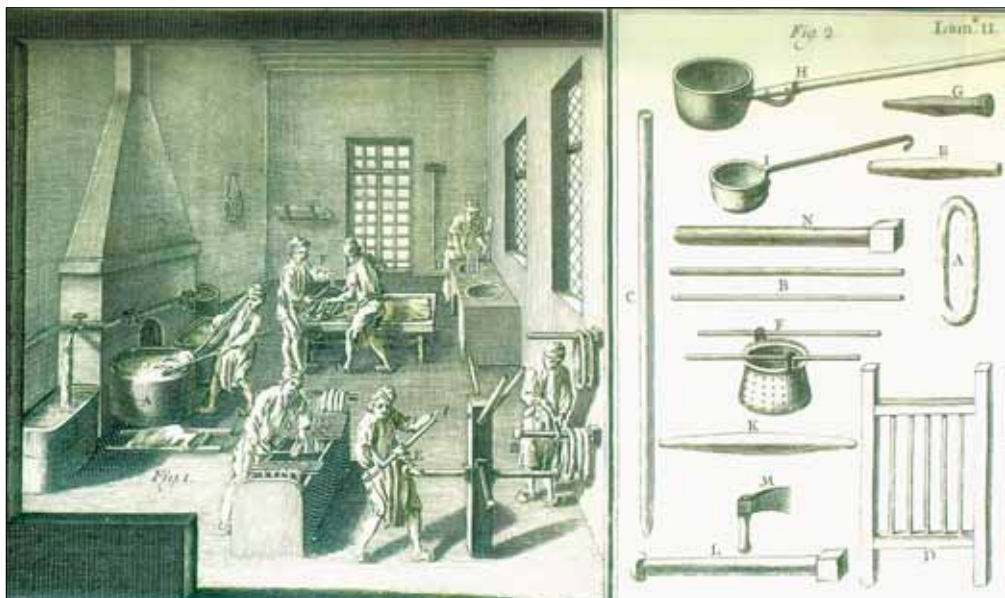
### La prensa hidráulica de Bramah

Durante su segundo viaje a Inglaterra (noviembre de 1794 a octubre de 1797), Betancourt se interesó por la prensa hidráulica que había construido Joseph Bramah en 1796 para materializar el principio de Pascal. Inmediatamente informó a sus amigos franceses y la incorporó al Real Gabinete de Máquinas de Madrid. En enero de 1797, Betancourt y su amigo Péricrès obtuvieron en Francia una patente para explotar industrialmente dicha prensa hidráulica, apareciendo su nombre en primer lugar como reconocimiento explícito a una labor de espionaje entonces considerada y apreciada como un deber patriótico en toda Europa.

La prensa hidráulica encontró muy pronto aplicaciones diversas en la industria del papel, la fabricación de moneda y en la obtención de todo tipo de zumos, jugos y aceites. A lo largo de su vida, Betancourt aplicó en distintas ocasiones prensas hidráulicas con distintos objetivos, como la potente máquina que diseñó en San Petersburgo para apoyar la resistencia a tracción de los eslabones de hierro que constituían las cadenas de los primeros puentes colgantes rusos.

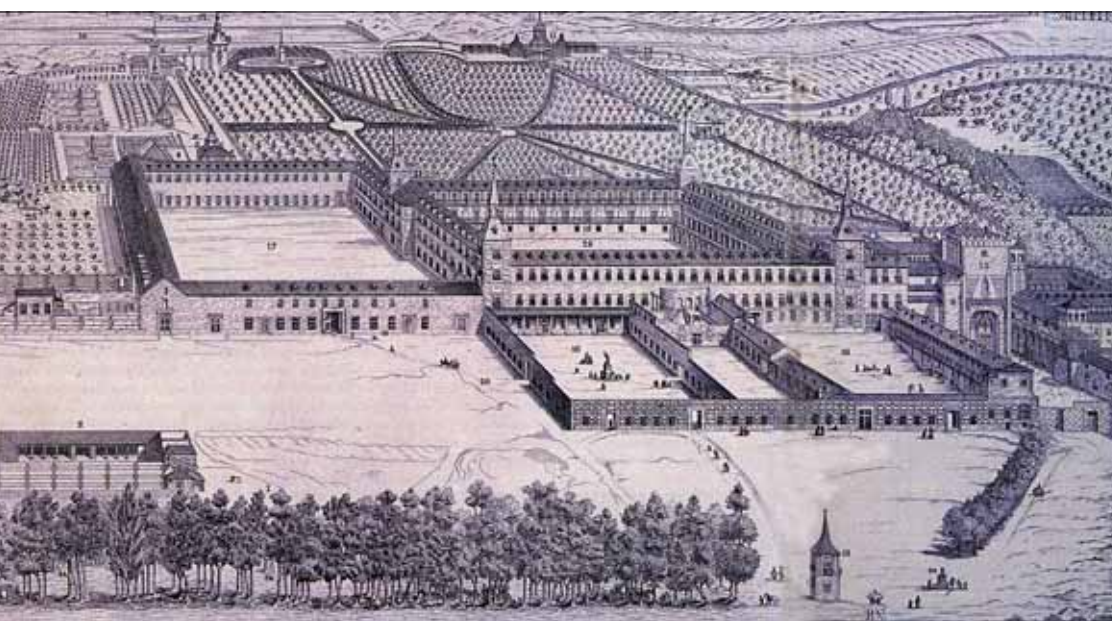


Molino para moler pedernal en una fábrica de loza, según diseño de A. Betancourt.



*machina à vapor à double effet*. Al año siguiente, los comisionados de la academia emitieron un dictamen favorable, que también se extendió a su *Memorie sur la force expansive de la vapeur de l'eau*. Además, Betanourt propuso al Gobierno español la adquisición de telares de Vaucanson, que estaban revolucionando la industria de la seda en Francia, mientras se pró con éxito una de la máquinas de vapor instaladas en la isla de los Cisnes. Se cree que en ese mismo año de 1790 se efectuó la boda de Agustín de Betancourt con Ana Jourdain.

En 1791 firmó su *Descripción del Real Establecimiento de Yndrid donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia*, pero ante el cariz que estaban tomando los acontecimientos en ese país en plena revolución, recibió la orden de traslado a España con las piezas del Real Gabinete. Precisamente en abril de ese año, Betancourt y otro de los pensionados solicitaron a Floridablanca la creación de una Escuela de Caminos y Canales, como final natural del trabajo efectuado hasta ese momento. En julio, Betancourt y Peñalver firmaron en París su *Memoria sobre los medios para facilitar el comercio interior*, con consideraciones teóricas, técnicas y económicas sobre la construcción de caminos y canales. A finales de ese mes inició el regreso a España.



► *Máquina empleada en la industria de la seda. Debajo, Real Sitio del Buen Retiro a finales del XVII (ambas Biblioteca Nacional).*

dujo su funcionamiento y las novedades introducidas por Watt. Es probable que durante este mismo viaje desentrañara el funcionamiento de un telar que los ingleses guardaban con gran secreto y que, posteriormente, puso en marcha en París, incorporándolo más tarde como modelo a las colecciones del Real Gabinete.

En 1789, Agustín de Betancourt comunicó a su familia el invento de una máquina eólica para desaguar terrenos pantanosos y presentó a la Academia de Ciencias francesa su *Mémoire sur une*

## Todo sobre puentes

**La gran diversidad tipológica de puentes que se levantaban por toda Europa a finales del siglo XVIII aparece recogida en el Real Gabinete, donde se incluyen los procedimientos auxiliares, como la cimbras, andamiajes, cimentaciones, grúas y martinetes de hinca. Además de puentes de madera y otros más modernos de fundición o hierro colado, es en los de piedra de los que Betancourt recoge las innovaciones más importantes, puestas a punto por su maestro francés Jean Rodolphe Perronet. La nueva técnica permitía hacer pilas más esbeltas y los arcos más rebajados, a condición de no construir, como era práctica hasta entonces, un arco tras otro, sino quitando la cimbra de todos al mismo tiempo, manteniendo de este modo los empujes equilibrados, también en la fase constructiva. Aunque en el Catálogo del Real Gabinete no figuran los puentes colgantes, que pronto tendrían una gran relevancia en toda Europa, Betancourt realizó durante su estancia en Rusia importantes aportaciones, diseñando máquinas para ensayar a escala real sus cadenas de hierro.**

## Regreso a España

En su recorrido hizo escala en Lyon (para examinar sus manufacturas), Barcelona (para calibrar la posibilidad de instalar en su puerto una draga de su diseño) y Valencia (para examinar las industrias de la zona y el estado de los caminos). Posteriormente fue ascendido a capitán de las milicias insulares, agregado al Regimien-



to de La Orotava. De este periodo data el proyecto de una draga de rosario de vapor que tratará de ensayar en España y que finalmente construirá en Rusia.

En 1792 asistió por primera vez a una junta de la Academia de San Fernando, y fue cruzado caballero de la Orden de Santiago. El 1 de abril se procedió a la apertura pública del Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro de Madrid y ese mismo día Betancourt firmó su *Catálogo de la colección de modelos, planos y manuscritos que de orden del Primer Secretario de Estado ha recogido en Francia*.

Sin embargo, la propuesta de creación de una escuela de caminos hacia la que se habían orientado los esfuerzos del equipo de pensionados no se produjo en esas fechas y el grupo de científicos se disolvió. El 1 de julio Betancourt fue elegido para formar parte de una comisión de la Academia para la mejora de la enseñanza, en la que también figuran Villanueva, Goya, Maella y Bayeu. El 14 de octubre, con 34 años, fue nombrado director del Real Gabinete de Máquinas.

Lo que no cesa es su actividad inventora. En marzo de 1793 presentó a la Academia de San Fernando unos modelos hechos de madera e hilos para explicar teoremas y leyes matemáticas sobre los que se funda la práctica de la perspectiva. En mayo fue comisionado para visitar la fábrica de relojes Charost y recibió el encargo de informar sobre el taller de instrumentos físicos y astronómicos dependiente del Observatorio Astronómico del Buen Retiro, que abrió sus puertas a comienzos de 1794.

## Estancia en Inglaterra

En noviembre de 1793 Betancourt viajó a Londres, donde permanecerá con su mujer y sus dos hijas duran-



► Vista de la ciudad de San Petersburgo desde el río Neva. Biblioteca Nacional.



► Tumba de Betancourt en el cementerio Lazarovski de San Petersburgo.

te tres años, prosiguiendo allí sus inventos y estudios, recorriendo el país, visitando fábricas, observando y dibujando máquinas e ingenios y relacionándose con mecánicos, industriales y científicos en un momento en el que la mecánica inglesa pasaba por un buen momento. En febrero de 1796 el Royal Borrad de Agricultura de Whitehall

(Londres), que había premiado dos inventos de Betancourt, emitió el diploma de su nombramiento como socio de mérito.

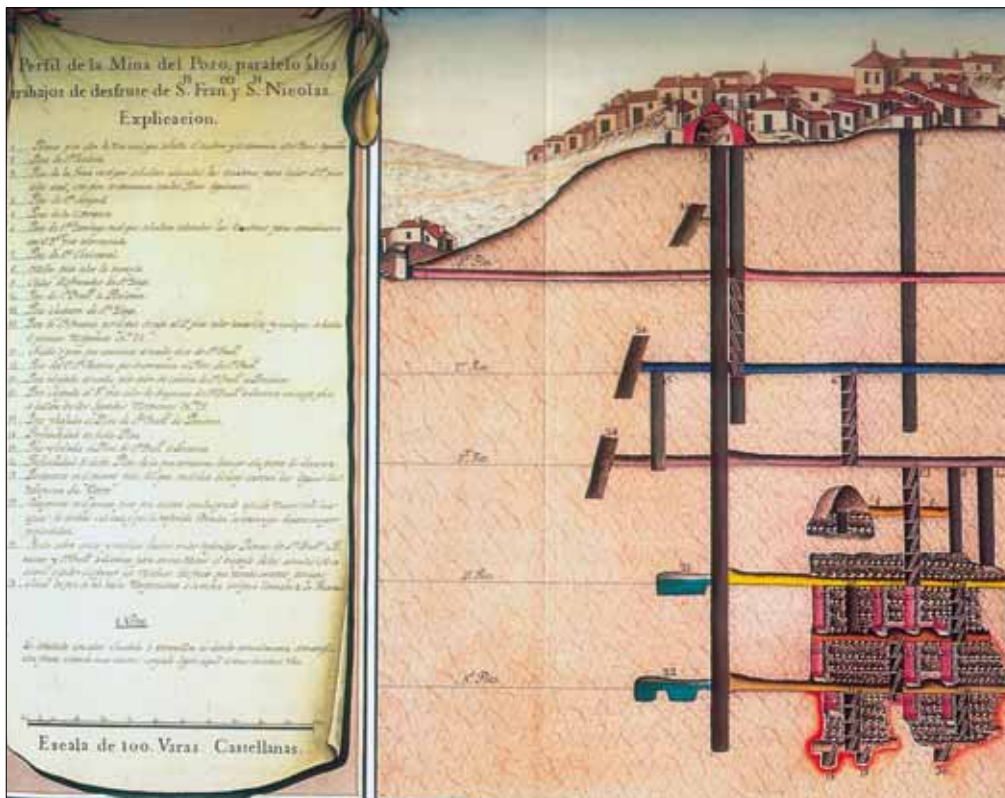
En 1796, ante la ruptura de relaciones entre España e Inglaterra como consecuencia de la firma del Tratado de San Ildefonso entre Francia y España, viajó a París. Allí, junto con Breguet, presentó

al Directorio el prototipo y los planos de un telégrafo óptico (la *Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica*), en el que venían trabajando desde 1787, y comenzó la polémica con Chappe acerca de las ventajas e inconvenientes del telégrafo de Breguet y Betancourt, polémica que no se resolverá hasta el definitivo informe favorable de la Academia de Ciencias en 1796

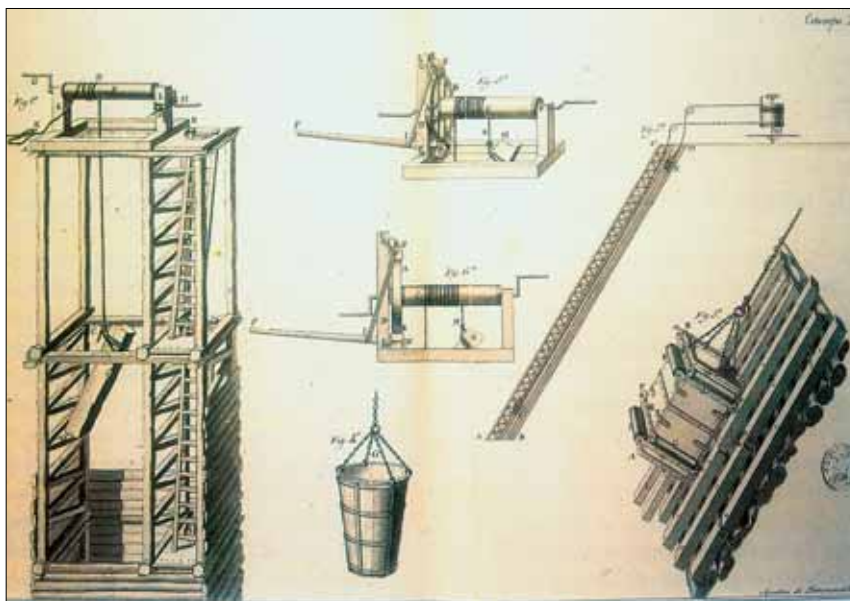
En 1797 patentó junto con Perier una prensa hidráulica para uso industrial y la incorporó al Gabinete de Máquinas (como en el caso de la máquina de doble efecto y el telar mecánico, esta prensa era muy parecida a otra inventada por Bramah que Betancourt había visto en Inglaterra).

Este mismo año regresó a España, donde fue nombrado Inspector General de Puertos y Caminos. En 1802 consiguió que se creara la Escuela Oficial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, de la que fue el primer director, y en 1803 empezó a escribir con Lanz el *Ensayo sobre la composición de las máquinas*, que se publicaría en París en 1808, convirtiéndose





► Perfil de la mina del Pozo. "Colección de planos de las reales Minas de Almadén...", de José Morete de Varde, 1803. Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. Dcha., método propuesto por Betancourt para subir el mineral. "Segunda memoria...", 1783.



en un libro de gran difusión en Europa. En 1807 fue nombrado corresponsal de la Academia de Ciencias de París. Poco después abandonó España para trasladarse a París, donde presentó a la Academia de Ciencias su *Memoria sobre un nuevo sistema de navegación interior*, en la que describió una esclusa de émbolo que había inventado en 1801. También inventó junto con Breguet el termómetro metálico.

A finales de 1807 viajó a

San Petersburgo invitado por el zar Alejandro I, permaneciendo allí durante seis meses. Tras regresar a París para presentar con Lanz el *Ensayo...*, regresó a Rusia, donde permaneció hasta su muerte al servicio del zar.

### En la Rusia zarista

Nombrado mariscal del ejército ruso, quedó adscrito al consejo asesor del Departamento de Vías de Comunicación. Posteriormente fue nombrado Inspector del

Instituto del Cuerpo de Ingenieros y, en 1819, director del Departamento de Vías de Comunicación. En sus 16 años de estancia en Rusia alternó la dirección académica del Instituto de Ingenieros con las obras públicas, como el puente sobre el Neva, la modernización de la fábrica de armas de Tula o la fábrica de cañones de Kazan, la draga de Kronstadt, los andamiajes para la catedral de San Isaac o la columna de Alejandro I, el canal Betancourt de San

## Feria de Nizhni, última gran obra

El conjunto arquitectónico de la Feria de Nizhni Nóvgorod, inaugurado en julio de 1822, fue la última gran obra de Betancourt e imprimió a la ciudad el rango de verdadero puerto interior de Rusia. El proyecto contemplaba 48 construcciones de dos plantas, donde los bajos se destinaban a puestos de venta de los mercaderes y la planta alta a vivienda. Hacia la orilla del río Oka sus calles terminaban en una plaza destinada a festejos, en medio de la cual se erigió la casa central, con un pórtico de cuatro columnas jónicas, y dos edificios administrativos. La plaza se hallaba rodeada por ocho filas de puestos en forma de L. En el mismo eje de la casa central se levantaría el edificio más alto, la catedral, y delante cuatro edificios de puestos chinos con doce torres en forma de pagodas orientales.

Un canal en forma de herradura con las orillas revestidas de piedra blanca rodeaba al conjunto y podían acceder barcos de pequeño calado procedentes del Volga. El proyecto, toda una innovación en el contexto de la ingeniería mundial, culminó sin embargo en una creciente desconfianza por la corte de Alejandro I, que derivó en la dimisión de Betancourt, que le fue aceptada.

Petersburgo, la feria de Nizhni Nóvgorod, el picadero de Moscú, la navegación a vapor en el Volga, sistemas de abastecimiento de aguas, ferrocarriles, etc.

A partir de 1822 comenzó a tener problemas con el zar debido, probablemente, a intrigas y envidias en la corte, que no aceptaba que un extranjero ocupara tan altos cargos. Fue sustituido en la dirección del Instituto, quedando relegado hasta su muerte en el año 1824. ■