

efemérides de la ingeniería – 2019

[25 años]

1994. Por Real Decreto 859/1994, de 29 de abril, se crea la Academia de Ingeniería, que alcanzaría el honor de ser Real por concesión de S. M. el rey D. Juan Carlos I con fecha 14 de julio de 2003. Como académicos constituyentes están los ingenieros de caminos: José Antonio Fernández Ordóñez, Eduardo Alonso Pérez de Ágreda (1947), Enrique Castillo Ron (1946), Manuel Elices Calafat (1938) y Enrique Alarcón Álvarez (1942).

Manuel Elices Calafat lee su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *Sobre la necesidad de las imperfecciones*.

Se inaugura el Eurotúnel. « Le 20 janvier 1986 à Lille, Margaret Thatcher et François Mitterrand annoncent le choix du projet d' Eurotunnel. Le 12 février 1986 est signé le traité précisant les conditions de réalisation et d'exploitation du tunnel, traité qui sera ratifié le 29 juillet 1987. Le 1er décembre 1987, débutent les travaux. Le 6 mai 1994 le tunnel est inauguré officiellement par la Reine d'Angleterre et le Président de la République française ». Dos años después, "the ASCE identified the tunnel as one of the Seven Wonders of the Modern World. [...] The 31-mile Channel Tunnel (Channel) fulfilled a centuries-old dream by linking Britain and the rest of Europe. More than a tunnel, it combines infrastructure and immense machinery in an underwater system of unprecedented ambition. Three 5-foot thick concrete tubes plunge into the earth at Coquelles, France, and burrow through the chalky basement of the English Channel. They reemerge behind the white cliffs of Dover at Folkstone. Through two of the tubes rush the broadest trains ever built. The double decker behemoths, which span 14-feet across, traverse the tunnel at close to 100 mph. Passengers board not on foot, but in automobiles and buses. Maintenance and emergency vehicles utilize the third tunnel, located between the rail tubes. Huge pistons open and close ducts, relieving the pressure that builds ahead of the trains' noses. Some 300 miles of cold water piping run alongside the rail tracks to drain off the heat raised by the air friction". También conviene saber (*The Civil Engineers. The Story...*) que "success however came at a price: £4650m at 1985 prices, an 80% cost overrun –due at least in part to increased safety, security and environmental demands".

[50 años]

1969. José Paz Maroto (1900-1973) lee su discurso de ingreso en la Real Academia Nacional de Medicina: *La medicina y la ingeniería en la sanidad ambiental*.

Se aprueba la Ley de Juntas de Puerto y Estatuto de Autonomía, que junto con las Leyes de Régimen Financiero de los Puertos Españoles [de 1966], fueron "redactadas a impulso del Banco Mundial como condición para obtener financiamiento exterior. Con ellas se



introdujeron en la legislación portuario española conceptos completamente nuevos, vinculados a la explotación y la gestión. Términos tales como rentabilidad, amortización, tarifas, servicios, etc. aparecieron entonces en la jerga portuaria habitual y constituyeron una profunda renovación en los criterios de gestión portuaria al uso", como resume José María Menéndez (1952) en "Evolución histórica del sistema de transporte en España".

También acaban las obras de la presa bóveda de Riaño sobre el río Esla, si bien no entrará en servicio hasta 1988. "Con sus 101 m de altura y 664 Hm³ de capacidad fue la primera gran bóveda de trazado claramente disimétrico", idea original de Rafael López. "La bóveda tiene secciones horizontales de curvatura variable, con radios crecientes de clave a arranques. Por su parte, las ménsulas tienen desplome del pie aguas arriba y de la mitad superior aguas abajo para evitar tracciones en diferentes situaciones de llenado y temperatura. Esa disposición facilita el vertido por coronación, aunque también se ha dispuesto en el estribo derecho un vertedero en trampolín". Fernando Sáenz Ridruejo destaca que "Rafael López (1925-2013) es el único de los grandes proyectistas de presas bóvedas españolas que trabajó para la administración y no para una sociedad hidroeléctrica. Su empresa fue la Confederación Hidrográfica del Duero y, aunque para un funcionario sea duro reconocer, sus colegas de la empresa privada encontraron muchas más facilidades para la realización de sus obras. Las dificultades presupuestarias y las rigideces burocráticas retrasaron e incluso frustraron muchos de sus proyectos". [A propósito de la Confederación Hidrográfica del Duero, leemos en *Mis conversaciones privadas con Franco*, de Francisco Franco Salgado-Araújo, lo siguiente: "El actual delegado del gobierno en la confederación del Duero, teniente general Latorre, es un hombre completamente íntegro, y está empeñado en una lucha desesperada con los intereses creados que, desde hace mucho tiempo, defiende el personal de ingenieros de las confederaciones. No creo que este señor gane la partida, pues en España es difícil vencer a esta masonería de intereses aconchabados en los diferentes organismos de nuestra administración"].

Para Pedro Suárez Bores (1929-2010), la segunda edición [la primera se publica entre 1958 y 1962] del muy afamado *Dock and Harbour Engineering*, de Henry F. Cornick (19??-19??), "a pesar de estar constituida por cuatro magníficos volúmenes –en los que trata con detalle, y solvencia, los más pequeños detalles de los puertos, incluso los relacionados con la medida de las ondas de gravedad–, apenas menciona el tratamiento físico-matemático que las concierne, particularmente el oleaje".

Acaban las obras del *skyscraper* John Hancock Center (344 m). Del cálculo estructural, y no sólo, se encarga Fazlur Khan. A juicio de David P. Billington (*The Tower and the Bridge: The New Art of Structural Engineer*), "no one practicing structural engineering since World War II has better understood building structures". Cinco años después, y también en Chicago, el ingeniero nacido en Dhaka (Bangladesh) se encargará del diseño y cálculo de las *Seal Towers* (442 m). En ambos casos, Fazlur Khan será *honest* ("Khan uses honest to



mean that the form and structure were conceived of together as one idea, and not, as he said, «because of an *a priori* architectural concept» in which the form obscures the structure”) y hará uso de su *tube idea* (“the problem of lateral loads led Khan in 1963 to create a framed tube which all the lateral rigidity is provided by exterior walls formed of a closely spaced grid of columns and beams”).

La glorieta de Cuatro Caminos, en Madrid, luce nuevo puente, con proyecto de Javier Manterola Armisén: “El tablero es una viga continua aligerada de hormigón pretensado con sección transversal de perfil en ala, de forma que su canto de 1,2 m en los 3 m centrales prácticamente desaparece en el vuelo lateral, terminando en sólo 0,2 m en los bordes. Sus 22 m de anchura apoyan sobre un único soporte central, cuyo alzado trapecial se aligera con un berenjeno axial en toda su altura. A esta pretendida desaparición de la masa colabora el especial diseño de los estribos, cuya planta se afila progresivamente hasta los 3 m de la franja central del tablero. El morro así formado confiere a los alzados de los estribos un gran dinamismo y elimina el efecto pared de la tradicional solución de anchura constante para toda su longitud. Planta, alzado y sección colaboran así en un fluir único de la estructura en todas direcciones, de forma que el puente no sólo ofrece un mínimo obstáculo a la vista sino que acompaña el movimiento de viandantes y vehículos, tanto en el sentido longitudinal de paso, como en el transversal de cruce. Por otra parte, las lisas superficies de hormigón, soportan bien la proximidad de su observación por quienes circulan por debajo y contribuyen a suavizar su materialidad”, como resume Miguel Aguiló (“Obra construida de Javier Manterola”).

Se inaugura el primer reactor nuclear para la producción de energía eléctrica en Zorita de los Canes (Guadalajara), dieciocho años después de que se constituyera en 1951 la Junta de Energía Nuclear, en que tuvieron participación varios ingenieros de caminos: Antonio Colino, Vicente Roglá... La central fue encargada a Westinghouse, “que además del reactor y el turbogenerador suministraba todos los equipos y se responsabilizaba de la obra civil. Era una central de primera generación, con un reactor de agua a presión (PWR) para una potencia de 160 megavatios contratada ‘llave en mano’. Westinghouse se comprometía a cumplir con el requisito de dar cabida, en su construcción, al porcentaje de participación de la industria nacional exigido por la ley”.

Acaban las obras del primer puente español construido por voladizos sucesivos, el puente de Castejón, de Carlos Fernández Casado: “Tiene dos tramos: el principal constituido por una viga continua de tres vanos de 25+101+50 m con articulación en clave, y el de avenidas con vanos de 28+28+21 m. El tramo principal es una estructura en Π con articulación deslizante en el centro del vano, que se ancla con deslizamiento libre en el estribo de la margen derecha y en el otro extremo empalma con el tramo de avenidas con una articulación a media madera. El tramo de avenidas es un tablero continuo apoyado en columnas cilíndricas y sobre el estribo. La sección transversal tiene 10 m de ancho y se organiza en dos cajones rectangulares de 2,45 m de anchura



constante en todo el puente y canto variable desde 1,80 m en el estribo, 4,50 m sobre los apoyos intermedios, hasta 1,25 m en la unión con el tramo de avenidas, donde se mantiene constante. Los pilares del tramo principal son tabiques trapeziales con tajamar triangular solidarios con el dintel y 1 m de espesor; los de tramo de avenidas son columnas dobles de 1 m de diámetro articuladas con aquel a través de placas de neopreno zunchado. Se construyó con dovelas prefabricadas, de 10 Tm de peso, colocadas con blondín y unidas con resina epoxi. Se avanzaba en voladizo en seis frentes simultáneos: el vano de 25 m se construyó in situ, y de él partía un voladizo de 50 m simétricos. Cada voladizo estaba formado por dos cajones independientes que se unían posteriormente mediante la losa superior. Fue récord de luz en España de puentes viga de hormigón durante varios años", leemos en el Archivo del CEHOPU.

Terminan las obras del primer puente viga de aleta dorsal, "es decir, con diafragmas pretensados de gran canto. Se puede considerar frontera entre los puentes viga y los atirantados. [...] lo construyó Dyckerhoff und Windmann en la ciudad de Núremberg para un ferrocarril de cercanías. Es un viaducto elevado con luces variables de 27 a 40 metros, con una aleta central, y una vía a cada lado de ella; su estructura está formada por dobles voladizos solidarios de las pilas, empalmados mediante losas apoyadas en ellos. Las pilas son dobles tabiques como las de los puentes de voladizos sucesivos".

Mientras, en Suiza, acaban también las obras de la presa de Hongrin, un par de "arcos gemelos de 125 y 93 m, a 30 km de Lausana", que "destacan por su originalidad y elegancia". El diseño había corrido a cargo de Henri Gicot (1897-1982), quien "había incorporado por vez primera arcos parabólicos para disminuir su curvatura cerca de los estribos" en la presa de Vieux Émousson, de 51 m de altura, construida en los años 1954 y 1955.

On the evening of 6 November 1969, there was some unexpected buckling occurring during the final stages of construction of the Fourth Danube Bridge in Vienna, Austria [...]. The Danube Bridge was a continuous box-girder bridge in three spans, having haunches over the inner supports. The total bridge length was 412 metres, with a main span of 210 metres. The bridge was a twin-box girder bridge, having a 5.2 metre deep and 32.0 metre wide cross-section in mid-span. The top and bottom flanges were stiffened in the longitudinal direction with simple flat plates. [...] By the unfortunate decision of not immediately lowering the inner supports, and the unlucky effect from the temperature drop, there was a situation – the night of 6 November – where the lower flange was subjected to *compression* over the entire length of the bridge (due to the negative bending moment). This fact, together with the less good decision of choosing flat bar stiffeners, was the reason for the buckling of the bridge. (Björn Åkesson: *Understanding Bridge Collapses*).

[75 años]

1944. Eduardo Torroja Miret lee su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *Unas posibles bases anelásticas de la Resistencia de materiales, aplicables al hormigón armado.*

Por Orden del Ministerio de Fomento, y tras de los trabajos “de la Comisión nombrada al efecto por Orden ministerial de 26 de enero de 1942, compuesta por los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos D. Eudarto Torroja Miret, D. Ramón Iribarren Cavanilles, D. Luis Aldaz Muguiro (1907-1983) y D. Jesús Iribas de Miguel (1911-2006)”, se aprueba una nueva *Instrucción para el proyecto de ejecución de obras de hormigón armado.*

“Tras la publicación de algunos artículos sobre el nuevo procedimiento [del hormigón pretensado], en 1944 el ingeniero Francisco Fernández Conde obtuvo licencia para comercializar en España e Hispanoamérica la patente de Freyssinet, fundando la empresa 'Piezas Armadas con Acero de Altísima Resistencia' (Paladar). Dedicada a la fabricación de vigas pretensadas, éstas fueron utilizadas por primera vez en el tablero del puente de Anoeta erigido en 1951”. (*Puentes arco en España*). Por otra parte, Francisco Fernández Conde sería el primer representante español en la Federación Internacional del Pretensado, tal como recuerda David Fernández-Ordóñez, su nieto y secretario general de la fib (Fédération internationale du béton): “He encontrado un acta de la asamblea de la Asociación Científica del Pretensado de 1950, presidida por Freyssinet, en la que mi abuelo aparece como el representante español y en la que se decide crear la Federación Internacional del Pretensado”.

José Ramón Navarro Vera da cuenta de que “el ingeniero de caminos Francisco Fernández Conde (1904-1974) obtuvo de Freyssinet la licencia de su patente del pretensado para España y América Latina. Fernández Conde funda Paladar, palabra compuesta de las iniciales: Piezas Armadas con Acero de Altísima Resistencia. Al año siguiente se fabrica la primera viga pretensada española, y en 1951 se construye el primer tablero de puente con vigas pretensadas, el de Anoeta, realizado con vigas Paladar, que se habían ensayado en el Laboratorio de la Escuela de Caminos bajo la dirección de Torroja”. [Por aquellos años, Eduardo Torroja “repetía una broma equiparando el hormigón armado con las cerillas y el pretensado con el mechero, para ilustrar que para él este último material no mejoraba nada lo esencial del anterior”. La verdad es que “el pretensado, como ha dicho José Antonio Fernández Ordóñez, tiene tanta trascendencia en la historia de la construcción como el hallazgo del arco”].

« Un año después del montaje del laboratorio de la Escuela de Caminos por el profesor Becerril se creó el Laboratorio de Hidráulica de Iberduero, situado en la presa de Ricobayo. Para su creación fueron decisivos tres hechos: 1. El programa de construcción de presas que dicha empresa tenía para el aprovechamiento de las concesiones hidroeléctricas de las que era titular en el Duero y en los tramos finales de algunos de sus principales afluentes –el Tormes, el Águeda y el Huebra–. 2. El aumento en la concienciación de los problemas hidráulicos inherentes a la restitución al cauce de los



caudales circulantes por el río, tanto en condiciones normales como en avenidas. [...] 3. La certeza de que el mejor sistema para observar y estudiar el comportamiento de las estructuras hidráulicas era éste, y que los estudios teóricos sólo daban una aproximación, no siendo válidos para la definición de algunos detalles de suma importancia en el comportamiento final".

Se aprueba el Decreto, de 27 de julio de 1944, por el que se fijan normas para fomentar la implantación del arbolado en las carreteras del Estado: "La dureza del clima en algunas regiones; la mala calidad del suelo en otras; la escasez o carencia de agua para el riego en los primeros años de crecimiento y la falta de cultura y de amor al árbol por parte de algunos usuarios y colindantes de los caminos, han sido y son causa de que el arbolado no prospere en la medida que fuera deseable, y que el moderno tráfico de las carreteras imperiosamente exige".

El 6 de junio es bautizado como "día D". "Para desembarcar en las playas de Normandía fue necesario que los Ingenieros construyeran, en sólo dos días, un puerto como el de Arromanches. 48 horas de trabajo, sólo 48, hicieron posible una victoria: la de la Ingeniería. [...] Todas las bahías, puertos, ensenadas del Reino Unido se convierten en fábricas de «Phoenix», es decir, cajones gigantes de hormigón armado, de 70 m de largo, 15 de ancho y 20 de alto. Su peso: 7.000 toneladas cada uno. Treinta y cinco mil toneladas de acero se necesitaron para fabricar estos mastodontes. Cuatrocientas empresas, todas las de que el Reino Unido podía disponer, con sus ingenieros y obreros, fueron comprometidos en la operación. Todos se pusieron manos a la obra y nadie sabía cuál sería su destino. ¡En 147 días fueron fabricadas 147 estructuras!, bajo la dirección del ingeniero británico John Watson Gibson (1885-1947). [...] El primer pontón llegó en la madrugada del 9 de junio. El 18 de junio, 115 reposaban ya, tocando fondo, a lo largo de la llamada «Fosa de España», que luego se llamaría «Puerto Winston», en homenaje a su impulsor, Churchill. Era mayor que el de Dover y tenía mayor capacidad que el de Gibraltar. [...] Apenas terminado el montaje, el doce de junio, seis días solamente después del desembarco, se descargaron 104.000 toneladas de avituallamiento, 326.000 hombres y 54.000 vehículos". Otro ingeniero que conviene señalar, del otro lado del Canal de la Mancha, es Guy Maunsell (1884-1961), "the British civil engineer responsible for the design of the acclaimed World War II naval sea forts and army forts used in the defence of the UK's Thames and Mersey estuaries".

[100 años]

1919. «Early in 1919, a group of well-educated, ambitious British women, who had been recently engaged in munitions work, founded the Women's Engineering Society (WES), in order to protect themselves against risk of being forced out of the engineering business. Its founders immediately saw themselves confronted with the acute and abiding problem of



their marginality». [Carroll Pursell: "Am I a Lady or an Engineer? The Origins of the Women's Engineering Society in Britain, 1918-1940"].

Juan Manuel de Zafra Estevan lee su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *Los progresos de la construcción y de la Mecánica aplicada*. Y, como reconocimiento máximo, le es concedida la Gran Cruz de Alfonso XII.

Por Real Decreto, de 20 de septiembre, se aprueba un nuevo Reglamento del Consejo de Obras Públicas con carácter provisional, "orientado a dotar de mayores garantías de competencia científica y profesional a los miembros del Consejo". Para Fernando Sáenz Ridruejo (*Los ingenieros de caminos*), "entre los puntos de más interés, cabe citar la incorporación al Consejo de dos profesores de la Escuela de Caminos y la reglamentación de las visitas de los consejeros a las obras". [En 1927 habrá otro cambio fundamental: "Con los Reales Decretos, de 6 de mayo, de 1927, que aprueban el Reglamento del Consejo de Obras Públicas y el Reglamento para el ejercicio de los Servicios de Obras Públicas, se le atribuye al Consejo una mayor intervención inspectora que la prevenida en el Reglamento provisional por el que se venía rigiendo y se simplifica «el funcionamiento consultivo de aquel Alto Cuerpo, reduciendo el número de asuntos que deban pasar a conocimiento del Pleno, mediante la constitución de un Comité permanente, al que corresponderá tal función»"].

En 1919, después de la *Gran Guerra*, los ingenieros celebran un Congreso para debatir cuál debía de ser su aportación para impulsar la economía nacional, bajo la presidencia de Francisco Terán (1862-1931). A propósito de dicho Congreso, Ortega y Gasset escribe un artículo editorial en *El Sol*: "No se trata de que los ingenieros quieran hoy dejar su ingeniería para tornarse una fuerza política. Es más bien lo contrario. Acuden a la vida pública como lo que son, como hombres de ciencia y práctica técnica; aportan a la gobernación lo que es su haber, el conocimiento, y piden que, en lugar de orientar las leyes de obras públicas en el viento de los discursos, alimenten los Gobiernos la Gaceta con este acervo de minuciosos y meditados estudios. [...] No necesitamos decir que acogemos con toda efusión el propósito de los ingenieros".

"A las tres y media del 17 de octubre se ha celebrado la inauguración oficial del Metropolitano Alfonso XIII, el primer ferrocarril subterráneo construido en España [...], cuyas obras empezaron el 10 de julio de 1917. [...] La línea Cuatro Caminos-Puerta del Sol tiene las ocho estaciones siguientes Cuatro Caminos, Ríos Rosas, glorieta de la Iglesia, Chamberí, glorieta de Bilbao, Tribunal, Gran Vía y Puerta del Sol; la distancia media entre ellas es de 500 metros, aproximadamente. En cuanto a su profundidad, puede dividirse desde los Cuatro Caminos hasta la glorieta de Bilbao a pequeñísima profundidad, quedando tan sólo a 1 a 2 metros desde el trasdós de la bóveda hasta el pavimento de la calle; el segundo, desde dicha glorieta hasta la Puerta del Sol, a una cota que oscila de 12 a 20 metros bajo la rasante de la calle, fuera, por tanto, de la zona ocupada por los diversos servicios que la vida moderna acumula en el subsuelo de las grandes



ciudades. La líneas es de doble vía de 1,445 metros de anchura, la misma de los tranvías de Madrid. La pendiente máxima es de 4 por 100, y la curva de mínimo radio es de 90 metros. [...] Las tarifas son las siguientes, cualquiera que sea el recorrido: 0,15 pesetas ida, 2ª clase; 0,20 pesetas ida, 1ª clase; 0,20 pesetas ida y vuelta, 2ª clase; 0,30 pesetas ida y vuelta, 1ª clase". Miguel Otamendi Machimbarrena (1878-1958) fue el principal impulsor de tan importante empresa, junto con Antonio González Echarte (1864-1943) y Carlos Mendoza Sáez de Argandoña (1872-1950).

Concluyen los trabajos de la presa de la "Roche-qui-boit": "Il est constitué d'une série de voûtes de 5 mètres de diamètre formant des demi-cylindres de 16 centimètres d'épaisseur à la base et 13 centimètres au sommet. Ils sont inclinés à 45 degrés comme leur modèle américain, et son fondés sur un sol granitique à 4 ou 5 mètres de profondeur. Les contreforts ont une épaisseur de 20 centimètres s'élargissant à leur base sur un empattement de 60 centimètres. Ils sont armés de deux quadrillages de fers ronds de 10 millimètres, et raidis en leur milieu par une poutre verticale formant nervure. La capacité du réservoir ainsi muré est de 5.000.000 m³». La concepción de la presa había correspondido a Armand Considère (1841-1914), "l'un des pères du béton armé", y la dirección de las obras a Albert Caquot (1881-1976).

Douglas Wilson Johnson (1878-1944) publica *Shore Processes and Shoreline Development*, y "20th century coastal geomorphology was born". A juicio de Pedro Suárez Bore, en este texto seminal « puede apreciarse no sólo la incurvación de la planta de las olas sino el correcto trazado de las normales del oleaje, mostrando concentraciones y expansiones. Este dibujo está conceptualmente bien concebido, pero no en un plano. Menos correctos son los dibujos sobre la propagación del oleaje en profundidades reducidas que aparecen en algunos tratados sobre puertos".

[150 años]

1869. El primer ferrocarril transcontinental de los Estados Unidos es el nombre de una línea de ferrocarril a través de los Estados Unidos que unió la ciudad de Omaha con Sacramento en los años 1860, uniendo así la red de ferrocarriles del Este de los Estados Unidos con California, en la costa del océano Pacífico. Se finalizó con la famosa ceremonia Golden Spike (clavo de oro) celebrada el 10 de mayo de 1869 en Promontory (Utah), creando una red de transporte mecanizada de escala nacional que revolucionó la población y la economía del Oeste estadounidense. Esta red hizo que las famosas caravanas de carromatos (wagon trains, en inglés) del llamado viejo oeste de décadas anteriores se volvieran obsoletas, cambiándolas por un sistema de transporte moderno. Autorizado por la ley del Ferrocarril del Pacífico de 1862 y apoyado con fuerza por el gobierno federal, fue la culminación de un movimiento a largo de décadas para construir esta línea y fue uno de los mayores logros de la presidencia de Abraham Lincoln, completado cuatro años después de su muerte.





Eduardo Saavedra Moragas lee su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *De la verdad y la belleza en las Matemáticas y en cuantas ciencias de las Matemáticas más inmediatamente dependen*. Por su parte, Lucio del Valle Arana ingresa en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, no habiendo constancia de lectura alguna de discurso de ingreso.

Rogelio de Inchaurrendieta Páez (1836-1915) publica *Aplicaciones de la geología a la práctica del ingeniero de caminos*. "Si una persona que tratase de aprender la geología sólo como Ingeniero de Caminos y por la utilidad que para el mismo ofrece, preguntase qué libro debía adoptar como guía de su estudio, no creo hubiese otro medio de satisfacer su deseo, que entregarle un programa detallado en el que para varias teorías se haría referencia a diversos autores, y aun así, para ciertas cuestiones, como, por ejemplo, el estudio cronológico de los terrenos, difícil sería en verdad la elección".

Los primeros puertos [Barcelona, por decreto "del Gobierno Provisional de la Nación y del Ministro de Fomento (Ruiz Zorrilla), de 11 de diciembre de 1868; Valencia, según Decreto de 7 de enero, que "declara provinciales las obras del puerto"; Tarragona, según Decreto de 18 de octubre] se desligan de las jefaturas provinciales al crearse las juntas de obras. "Los ingenieros portuarios salieron entonces del servicio directo del Estado, para pasar a depender de estos organismos autónomos" (Fernando Sáenz Ridruejo: *Los ingenieros de caminos*).

Acaban las obras de "uno de los primeros muelles de hierro españoles: el muelle-embarcadero de la Aduana, proyectado en 1860 por el ingeniero de caminos Celedonio de Uribe para el puerto de La Coruña. Está formado por un pantalán de 165 m de longitud con 33 filas de 4 pilotes, verticales en el centro e inclinados a los lados, y rigidizados con cruces de San Andrés, y un embarcadero de 7 filas de 5 pilotes, protegido por una empalizada de madera. Los pilotes llevan roscas de hierro en su extremo inferior y se hincaron mediante rotación", como resume Miguel Aguiló (*Al abrigo de los puertos españoles*).

Se abre la tierra bajo los pies de la emperatriz Eugenia de Francia "pour le bien de l'humanité": el canal de Suez, después de diez años de trabajo y con una longitud de 161 km., une el mar Mediterráneo con el mar Rojo. Se le había encargado a Verdi para inaugurar tan magna obra la partitura de una nueva ópera, pero "no pudo terminar a tiempo el encargo, y hasta 1871 no se estrenó en El Cairo la famosísima *Aída*". Por lo demás, como apunta César Lanza ("Suez, o el origen de la moda"), "la gloria de la obra extraordinaria, en sí difícil dada la época pero sobresaliente por sus efectos, se reservó a otros dos ilustres personajes de aquel tiempo: el diplomático Ferdinand de Lesseps y el ingeniero des Ponts et Chaussées Louis [Maurice Adolphe] Linant de Bellefonds (1799-1883), conocido a raíz de aquella gesta como Linant Pasha, quien dirigió los trabajos del canal". El tercer personaje, olvidado de la historia, lo rescata Lanza: "Uno de esos vigorosos Saint-simonianos fue [Barthélemy] Prosper Enfantin (1796-1864), antiguo alumno

de la École Polytechnique, que abandonando el disfrute de su fortuna y la comodidad de la metrópolis, partió en el año 1833 a Egipto para estudiar y promover la realización del canal de Suez". El representante oficial de España en la inauguración fue Eduardo Saavedra.

Se inaugura, siete años después de constituirse la Union Pacific Railroad Company, "the first transcontinental railroad in North America". "En Promontory Point, en el estado de Utah, se unen las vías del ferrocarril Union Pacific y las del Central Pacific con un simbólico clavo de oro. [...] El acontecimiento es celebrado de forma entusiasta en todos los estados de la Unión. En el Central Park de Nueva York, más de 100 cañones disparan salvas en honor del matrimonio de las vías. En Chicago se festeja por todo lo alto con un gran desfile en el que participan más de tres mil personas y mil seiscientos caballos". [Ramón Gómez de la Serna, en *Lo cursi*, reivindicará aquellos "primeros vagones de ferrocarril, los que recorrieron las praderas norteamericanas con coches-salón, eran vagones cursis, y por eso se veía mejor el paisaje y no había soledad en el viaje, puesto que se viajaba en el gabinete íntimo. [...] Ése fue el encanto de los primeros viajes en tren, encanto que se pierde cuando se construye el vagón profesional, el vagón para viajeros"].

Se crea la mítica empresa alemana Dyckerhoff & Widman. A partir de 1903, "lorsque Eugen Dyckerhoff cesse de douter de la résistance à la corrosion des fers d'armatures, des nombreux édifices, ponts et ouvrages de génie civil construits dès lors en Allemagne et à l'étranger, contribuent grandement à la mise au point et à l'extension des techniques de construction en béton armé». Franz Dischinger (1913-1932) y Ulrich Finsterwalder (1932-1974), *inter alia*, ocuparán el puesto de director técnico de la empresa.

Se crea en Portugal la *Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses*: "A par do que acontecia internacionalmente, a criação da AECIP confirmava o reconhecimento da engenharia como uma actividade essencial ao progresso de Portugal, e a consagração do estatuto social dos engenheiros como profissionais altamente qualificados no contexto económico, social e político da época". Dos años después, en 1871, en su primer memoria anual, se lee, tal como dan cuenta Anda Cardoso de Matos y María Paula Diogo ("Le rôle des ingénieurs dans l'administration portugaise, 1852-1900"), que «les hommes de culture comprennent bien l'importance du génie dans le développement de l'industrie et du commerce qui marque le monde moderne et les pays les plus développés et éclairés. Dans ce processus, les ingénieurs sont reconnus comme les experts les plus importants dans la marche du progrès, en devenant un groupe professionnel ayant un haut statut. Aussi chez nous, les ingénieurs sont reconnus par tous comme des vrais ouvriers du progrès». [En 1936, y tras de aprobarse en el país vecino el Decreto nº11.988, de 26 de julio de 1926, que define "as diversas especialidades, inicialmente em número de cinco" de la ingeniería en Portugal, la



Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses desaparece como tal y se crea la Ordem dos Engenheiros, que "foi formalizada pelo Decreto-lei nº 27288, de 24 de Novembro"].

[200 años]

1819. "The first private college in the nation to teach Civil Engineering in the United States was Norwich University founded in 1819 by Captain Alden Partridge. The first degree in Civil Engineering in the United States was awarded by Rensselaer Polytechnic Institute in 1835. The first such degree to be awarded to a woman was granted by Cornell University to Nora Stanton Blatch in 1905".

Claude-Louis Marie Henri Navier reimprime un nuevo título de Bernard Forest Bélidor, también "commentée et revue par ses soins": L'Architecture hydraulique. El mismo año, "il [Navier] est nommé suppléant du cours de mécanique appliquée à l'École des ponts et chaussées (cours dont il hérite en 1831); il y dispense alors le premier enseignement structuré de résistance des matériaux, et y prône la création d'un «laboratoire» (qui ne voit en fait le jour que dans les années 1850)".

John Rennie (1761-1821) construye el puente de Southwark sobre el Támesis en Londres, "el mayor de todos los que se han construido de hierro fundido; tiene tres arcos, el central de 73 metros de luz [...]; el arco es de alma llena en vez de triangulado, con una rigidez equivalente. Este puente estuvo en servicio hasta que se sustituyó en 1913", como refiere Leonardo Fernández Troyano.