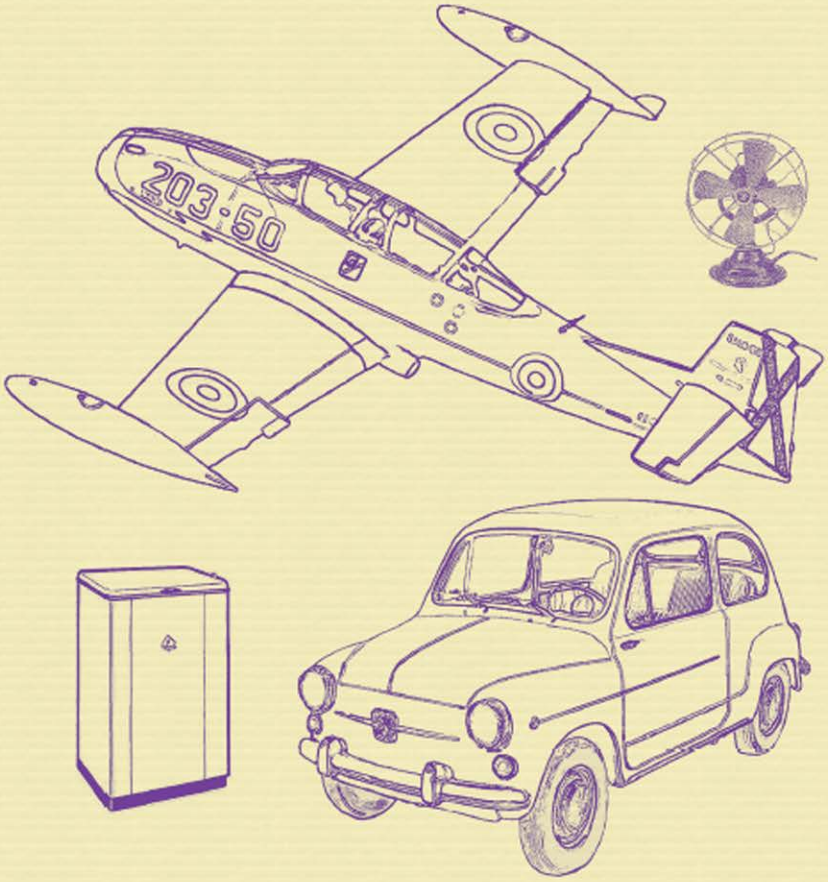
MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA VIII

DEL NOVENTAYOCHISMO AL DESARROLLISMO:

Pensamientos, profesiones y reflejos



REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
PRENSAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

DEL NOVENTAYOCHISMO AL DESARROLLISMO:

Pensamientos, profesiones y reflejos

TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA

VIII

DEL NOVENTAYOCHISMO AL DESARROLLISMO:

Pensamientos, profesiones y reflejos

Inmaculada Aguilar Civera
Javier Aracil Santonja
Pilar Biel Ibáñez
Fernando Broncano
Ana Cardoso de Matos
Mar Cebrián Villar
Mariano Esteban Piñero
Cecilio Garriga Escribano
Irina Gouzévitch
André Grelon
Gonzalo López de Haro
José-Carlos Mainer
Manuel Martín Rodríguez
Darina Martykánová
María Luisa Ortega
Antoni Roca Rossell
Ana Romero de Pablos
María Jesús Santesmases
Manuel Silva Suárez
Jesús Vega Encabo

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
PRENSAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Publicación número ¿?
de la
Institución «Fernando el Católico»
(Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2 · 50071 Zaragoza (España)
Tels.: [34] 976 288878/79 · Fax [34] 976 288869
ifc@dpz.es
http://ifc.dpz.es

© De los textos, sus autores, 2018.
© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza, 2018.

Cubierta: (1) *HA-200 Saeta*: Avión de entrenamiento y ataque a tierra diseñado y fabricado por Hispano Aviación (Sevilla). Primero de reacción construido en España, fue diseñado por un equipo hispano-alemán dirigido por Willy Messerschmitt. Realizó su primer vuelo en agosto de 1955. Es el primer avión exportado por la industria aeronáutica española. El dibujo se basa en un ejemplar de la Fundación Infante de Orleans que trágicamente se destruyó en mayo de 2013, en una exhibición acrobática en Cuatro Vientos; (2) *SEAT 600* (el «seiscientos» o «seita»): construido en la factoría de la Zona Franca de Barcelona bajo licencia Fiat, el diseño fue dirigido por Dante Giacosa. La primera unidad comenzó a rodar en junio de 1957; (3) Lavadora BALAY de carga vertical, *Serie 1* (1959): diseñada por José Luis Vicente Laguna, pertenece a la primera producción en serie. Fundada en 1947 por Esteban Bayona y José María Lairla, en 1951 la empresa se transforma en S. A.; la razón social, BALAY, deriva de BAyona-LAIrla, cambiando la «i» latina por la «y» griega (razones comerciales y de vinculación con la de Bayona); y (4) Ventilador de sobremesa (ha. 1930). [dib. MSS]

Contracubierta: *Central térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP).* Alimentada con carbón, inicialmente (1919) fue pensada para consumo de la propia empresa, pero en 1930 amplia su potencia, entre otras cosas, para suministrar fluido eléctrico en la zona (2.800 kw tras la primera ampliación). Actualmente forma parte del *Museo Nacional de la Energía* (Ponferrada, 2011), siendo Premio Europa Nostra (2012) en la categoría de «recuperación del patrimonio». [dib. MSS]

ISBN: 978-84-7820-814-2 (obra completa)
ISBN: (volumen VIII)
Depósito Legal:
Corrección ortotipográfica: Ana Bescós, Francisco Rodríguez Criado e Isidoro Gracia
Tratamiento digital: Manuel Silva Suárez
Maquetación: Littera
Impresión: INO Reproducciones, Zaragoza
IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

Índice de ilustraciones

0.1. Marginados en el Plan Marshall, pero con «pactos ad hoc» 20
0.2. El autogiro y la libélula, aeronaves de alas giratorias 25
0.3. El Instituto de Ingenieros Civiles (1905) y los dos primeros Congresos Nacionales de Ingeniería (1919 y 1950)..... 28
0.4. Función y patrimonio: La defensa de la Estación Internacional de Canfranc contra aludes y torrentes..... 35
0.5. El acueducto de Tardienta en obras (1934)..... 40
0.6. El *Sinaia* y el *Winnipeg*, símbolos del exilio transoceánico 52
0.7. «Cooperación intra-europea para un mejor nivel de vida»: España excluida..... 61
0.8. Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol (TALGO I): el «tren oruga»..... 64
0.9. FASA-Renault. El 4 CV o 4/4 (4 caballos-4 puertas), primer vehículo utilitario producido en serie en España: de la fabricación (1953), al patrimonio (2004)..... 79
0.10. Carde y Escoriaza (Zaragoza, 1896), en 1920 denominada Material Móvil y Construcciones. Fabricación flexible, aunque de volumen relativamente alto..... 80
0.11. Juguetes y cromos 113
0.12. Juguetes en el franquismo: nuevos reflejos..... 115
0.13. Cromos sobre medios de transporte en el franquismo 116

1.1. Portadas de *El Mundo Científico* 122
1.2. Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)..... 133
1.3. Estructura de realimentación..... 134
1.4. Gonzalo Torres Quevedo, hijo del ingeniero inventor, jugando al ajedrez con Norbert Wiener en el Cybernetic Congress de 1951, en París..... 136
1.5. Harold S. Black y el amplificador de realimentación negativa 140
1.6. A. Colino, *Teoría de los servomecanismos*, Madrid, CSIC-Patronato Juan de la Cierva, Instituto Nacional de Electrónica, 1950..... 144
1.7. Vannevar Bush..... 148
1.8. Relación entre los conocimientos propios de científicos e ingenieros..... 151

2.1. El Instituto Imperial de Técnica Física patrocinado por Werner von Siemens (Charlottenburgo, 1887)..... 172
2.2. Guglielmo Marconi (1901), junto con uno de sus primeros transmisores sin hilos (derecha) y receptor (izquierda) 179
2.3. La corriente trifásica como solución al transporte de la energía eléctrica..... 181
2.4. *La Fée électricité*, el gran mural de Raoul Dufy para el pabellón de la Electricidad de la Exposición Internacional de París de 1937..... 187
2.5. Carta de Bertrand Russell al director de *The Manchester Guardian* (marzo de 1917) .. 191
2.6. La industria militar tuvo un gran desarrollo durante la Segunda Guerra Mundial 194
2.7. La carrera espacial en tiempos de la Guerra Fría..... 213
2.8. Ejemplos de los primeros computadores modernos 228
2.9. Imágenes que muestran los avances de la mujer en el mundo de la ingeniería en el siglo XX..... 234

3.1 Miguel de Unamuno (1864-1936)..... 259
3.2. José Ortega y Gasset (1883-1955): *Meditación de la técnica* (1933) 266
3.3. Ortega y Heidegger en Darmstadt..... 270
3.4. Pedro Laín Entralgo con Julio Caro Baroja y José Ortega Spottorno en un homenaje a Ortega Spottorno en 1988..... 278
3.5. Tres intelectuales y la filosofía en el erial: Pedro Laín Entralgo (1908-2001), Carlos París (1925-2014) y Miguel Sánchez-Mazas (1925-1995)..... 283

3.6. Juan Benet (1927-1993), ingeniero y escritor ... 289
3.7. Juan David García Bacca (1901-1992): *Elogio de la técnica* (1968, revisada en 1987) ... 291

4.1. Instituto Nacional de Física y Química (Madrid) ... 300
4.2. Leonardo Torres Quevedo e inventos expuestos en la sede de la Escuela de Caminos de la calle Alfonso XII ... 307
4.3. Taller del Instituto del Material Científico ... 309
4.4. Balanza de Olivié y «escafandra astronáutica» ... 311
4.5. Edificio central del CSIC (Madrid) ... 315
4.6. Palacete que fue la sede central del Instituto Nacional de Industria (INI) en Madrid ... 317
4.7. Château la Muette (París), sede de la Organización Europea de Cooperación Económica (OCDE) ... 320
4.8. La Junta de Energía Nuclear (JEN) ... 328
4.9. Cohete de sondeo INTA 255 ... 332

5.1. El Telekino, el primer mando a distancia inalámbrico (Leonardo Torres Quevedo; Santa Cruz de Iguña, 1852 – Madrid, 1936) ... 348
5.2. Un aparato de rayos X portable (Mónico Sánchez Moreno; Piedrabuena, Ciudad Real, 1880-1961) ... 358
5.3. El autogiro, precursor del helicóptero (Juan de la Cierva Codorníu; Murcia, 1895-Croydon, Reino Unido, 1936) ... 362
5.4. Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol (Talgo), una importante innovación ferroviaria (Alejandro Goicoechea Omar, Elorrio; Vizcaya, 1895 – Madrid, 1984) ... 364
5.5. La fregona: unclaro ejemplo de innovación schumpeteriana (Manuel Jalón Corominas; Logroño, 1925 – Zaragoza, 2011) ... 369
5.6. Tres contratos de cesión técnica con patentes de introducción previamente registradas en España ... 379

6.1. Los organizadores de los dos primeros congresos nacionales de Ingeniería Española. I Congreso Nacional (noviembre de 1919) ... 397
6.2. Los ingenieros españoles y el georgismo ... 401
6.3. Ingenieros militares y artilleros ... 403
6.4. Profesores de Economía en las escuelas especiales de ingenieros civiles ... 408
6.5. El exilio de los ingenieros tras la Guerra Civil ... 413
6.6. Revistas de ingeniería ... 416
6.7. Los ingenieros agrónomos y de montes ante la reforma agraria ... 425
6.8. Los ingenieros y la industrialización en el primer franquismo ... 440
6.9. Los ingenieros y la política monetaria ... 449
6.10. *¿Ingenierismo?* ... 464

7.1. Impulso al desarrollo industrial mexicano ... 503
7.2. Desarrollo agrícola en México ... 507
7.3. Desarrollo portuario en Chile ... 509
7.4. Generación hidroeléctrica ... 511
7.5. Federico Molero Giménez: ingeniero-inventor ... 512
7.6. Los arquitectos del exilio y algunas de sus obras emblemáticas ... 515
7.7. Las estructuras de Félix Candela ... 517
7.8. «Con España presente en el recuerdo» ... 521
7.9. Producción editorial ... 522
7.10. Algunas de las estructuras emblemáticas de Óscar de Buen ... 529
7.11. Infraestructuras energéticas ... 530
7.12. Cuatro pilares de la generación hispanomexicana de ingenieros ... 532
7.13. Monumento a Lázaro Cárdenas ... 535

8.1. Los beneficios del progreso técnico. Esperanza y desilusión ... 549
8.2. Publicaciones sobre electricidad ... 551
8.3. Publicaciones sobre aeronáutica ... 553
8.4. Publicaciones sobre automovilismo ... 555
8.5. Publicaciones sobre fotografía y cine ... 557
8.6. Publicaciones sobre las técnicas de la radio ... 560
8.7. Publicaciones sobre los ferrocarriles ... 562
8.8. Publicaciones sobre industria y construcción naval ... 563
8.9. Publicaciones especializadas en Construcción Civil y Obras Públicas ... 565
8.10. Publicaciones sobre las técnicas forestales, agronómicas y ganaderas ... 568
8.11. Publicaciones sobre minería y otras técnicas industriales ... 571
8.12. Publicaciones de divulgación general de las técnicas dirigidas a profesionales ... 573
8.13. Publicaciones de divulgación de las técnicas dirigidas al público en general ... 576
8.14. La electricidad y sus aplicaciones en la prensa de información general ... 579
8.15. La conquista del aire en la prensa de información general ... 580
8.16. El transporte ferroviario en las publicaciones generalistas ... 582
8.17. Las telecomunicaciones en la prensa de información general ... 583
8.18. La telefonía inalámbrica en las publicaciones generalistas ... 584
8.19. La Gran Guerra, la ciencia y la técnica en la prensa generalista (I) ... 585
8.20. La Gran Guerra, la ciencia y la técnica en la prensa generalista (II) ... 586
8.21. Nikola Tesla, el ingeniero favorito de la prensa sensacionalista ... 587
8.22. El *Sputnik*. El logro de la técnica que conmocionó en la España de la Autarquía ... 589
8.23. Las bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki ... 590
8.24. Publicidad en la prensa y comunicación de la técnica ... 592
8.25. España en las exposiciones universales del siglo XIX ... 594
8.26. España en las exposiciones universales anteriores a la Primera Guerra Mundial ... 597
8.27. La Exposición Universal de Chicago de 1933, «Un siglo de progreso» ... 601
8.28. España en la Exposición Internacional de París (1937), «Las Artes y Técnicas para la vida moderna» ... 602
8.29. España en la Exposición Universal de Bruselas de 1958 ... 603
8.30. Exposiciones industriales en España anteriores a 1936 ... 606
8.31. La Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929 ... 610
8.32. La Exposición Universal de Barcelona de 1929 ... 612
8.33. Las Ferias de Muestras y del Campo ... 617
8.34. Hacia un museo español de la ciencia y de la técnica ... 621

9.1. Ingenieros preocupados por la lengua, que ingresaron en la Real Academia Española 633
9.2. *Diccionario de la lengua española* (15.ª ed.) ... 657
9.3. Ilustraciones de la técnica en la 1.ª ed. del *Diccionario manual ilustrado de la lengua española* (Real Academia Española, 1927) ... 661
9.4. *Diccionario tecnológico hispano-americano*, impulsado por Leonardo Torres Quevedo ... 665
9.5. Esteban Terradas e Illa y su discurso de entrada en la Real Academia Española ... 673
9.6. La terminología nuclear ... 680

10.1. Carlos Mendizábal Brunet, ingeniero y soñador ... 711
10.2. La importancia del *ultraísmo* ... 726
10.3. De Arconada a López Pacheco, la novela social en España ... 735

11.1. Trenes y estaciones ... 756
11.2. El automóvil ... 763
11.3. El sueño de volar ... 771
11.4. Tranvías y bicicletas ... 781
11.5. Barcos y puertos ... 784

11.6. La ciudad, una fantástica máquina ... 789
11.7. Entre el futurismo y la sátira: tres visiones para una Barcelona por hacer ... 798
11.8. Infraestructuras y construcción ... 803
11.9. La fábrica en el paisaje ... 806
11.10. Taller e instalación fabril ... 808
11.11. Visiones fabriles internas, según Aurelio Arteta ... 811
11.12. Reflejos de una agricultura algo primitiva ... 817
11.13. Mucha más energía: de la hidroelectricidad masiva y «átomos para la paz» ... 823
11.14. Artefactos con raíces ochocentistas ... 830
11.15. Entre el sonido y el cómputo ... 833
11.16. Cuestión de frescor ... 837
11.17. Lavanderas, lavadero, lavadora ... 839
11.18. Entre el realismo mágico y el surrealismo ... 842

12.1. *Barcelona en tranvía* (Ricardo de Baños, 1908) ... 859
12.2. *Hotel eléctrico* (Segundo de Chomón, 1908) ... 861
12.3. *Grandes obras mundiales* (Fernando López Heptener, 1929-1932) ... 867
12.4. *En alas de la gloria* (1926) ... 870
12.5. *Esencia de verbena* (Ernesto Giménez Caballero, 1930) ... 881
12.6. *El sexto sentido* (Nemesio M. Sobrevila, 1929) ... 888
12.7. *La ciudad y el campo* (Carlos Velo y Fernando G. Mantilla, 1934) y *Almadrabas* (Carlos Velo y Fernando G. Mantilla, 1936) ... 897
12.8. *El bailarín y el trabajador* (Luis Marquina, 1936) ... 901
12.9. *Aurora de esperanza* (Antonio Sau, 1937) y *Las palabras del Excmo. Sr. Presidente del Consejo, Dr. Negrín* (Manuel Villegas López, 1938) ... 905
12.10. *Canal de experiencias* (Luis Suárez Altamirano, 1945) ... 912
12.11. *El marqués de Salamanca* (Edgar Neville, 1948) ... 917
12.12. *Las aguas bajan negras* (José Luis Sáenz de Heredia, 1948) ... 919
12.13. *Tierra sedienta* (Rafael Gil, 1945) ... 921
12.14. *Patronato Juan de la Cierva* (Santos Núñez, 1954) ... 925
12.15. *Carta de Sanabria* (Eduardo Ducay, 1955) ... 927
12.16. *Máquinas y hombres* (José Feliú y José María Font, 1960) ... 929
12.17. *Aquí hay petróleo* (Rafael J. Salvia, 1955) ... 932
12.18. *Calabuch* (Luis García Berlanga, 1956) ... 935

13.1. Arquitectura popular ... 947
13.2. Locomotora del centenario ... 954
13.3. Sifón de Albelda, 1910 ... 957
13.4. Puente Nuevo sobre el río Mijares (Castellón) ... 965
13.5. Puente romano de Orense ... 967
13.6. Puente sobre la rambla de Novelda ... 970
13.7. Dos reconstrucciones ... 971
13.8. Los tinglados del puerto de Valencia ... 972

14.1. Museo de la Ciencia y de la Tecnología de Cataluña. Antes Vapor Aymerich, Amat i Jover, Tarrasa (Barcelona) ... 998
14.2. Zaragoza Activa y biblioteca Cubit. Antes Azucarera de Aragón ... 1000
14.3. Comedor de la SEAT, Barcelona ... 1001
14.4. Mercado de Colón, Valencia ... 1002
14.5. Centro Comercial Príncipe Pio. Antigua estación del Norte o Príncipe Pío, Madrid ... 1003
14.6. Parque Minero de Riotinto, Minas de Riotinto (Huelva) ... 1010
14.7. Poblado de As Veigas Encaso As Pontes de García Rodríguez (La Coruña) ... 1011
14.8. Grandes Molinos Vascos, Bilbao ... 1015
14.9. Fábrica Diestre Construcciones, S. A. (Diessa), Zaragoza ... 1017

14.10. Central Hidroeléctrica de Proaza (Asturias) 1019
14.11. Central y presa del contraembalse de Ip en Canfranc (Huesca) 1020
14.12. Parque minero de Almadén (Ciudad Real) 1024
14.13. La fábrica de Luz. Museo de la Energía, Ponferrada (León) 1032
14.14. Horno Alto n.º 2, Puerto de Sagunto (Valencia) 1034
14.15. Tabakalera. Centro Internacional de Cultura Contemporánea, San Sebastián 1038
14.16. Archivo Regional y Biblioteca Joaquín Leguina. Antes fábrica de cervezas El Águila, Madrid 1039
14.17. Bombas Gens. Centre D'Art, Valencia 1040
14.18. La Còlonia Vidal, Puig-Reig (Barcelona) 1046

Índice de gráficos

0.1. Índice de producción industrial 1940-1980 76
0.2. Mercados nacional e internacional en la producción naviera hispana, 1950-1979 93

2.1. Comparación entre la productividad agrícola e industrial 230

5.1. Patentes solicitadas por cada mil habitantes, 1900-1970 359
5.2. Patentes solicitadas y concedidas registradas en España, 1900-1970 360
5.3. Proporción entre los pagos por asistencia técnica y los pagos por *royalties*, 1963-1971 375
5.4. Descripción de los principales contratos de licencia, 1928-1973 376
5.5. Descripción de los principales contratos de asistencia técnica, 1943-1973 380

Índice de cuadros

0.1. Ingenieros del exilio exterior 53
0.2. Parte de la ayuda americana a Europa occidental (1946-1961) y a España (1953-1961) ... 66
0.3. Decretos de creación de los primeros colegios oficiales de ingeniería 74
0.4. Producción de automóviles entre 1951 y 1975 77
0.5. Decretos de creación de los colegios oficiales de ingeniería en los años sesenta 91
0.6. Evolución de la construcción naval en Europa 1950-1973 94

2.1. Número aproximado de personas que obtuvieron el grado de Bachelor (1955) 198
2.2. Evolución del número de ingenieros formados en Francia entre 1900 y 1955, Índice de base 100 en 1900 205
2.3. Número de graduados en universidades e instituciones equivalentes en ciencia y tecnología 207
2.4. Estudiantes de Ingeniería a tiempo completo en las *scuole di applicazione* 1870-1914. . 209
2.5. *Stock* de ingenieros y número de ingenieros por 10.000 habitantes 210
2.6. Ingenieros en Norteamérica, por sector de empleo y género, 1999 212

5.1. Gasto total en I+D como porcentaje del producto nacional bruto. España y otros países industrializados, 1962-1971 357
5.2. Patentes del sector industrial solicitadas en España, según el sector de utilización (1897-1935) 363
5.3. Concesiones de patentes en función del tipo, 1950-1966 366
5.4. Número de contratos de transferencia de tecnología aprobados en España y gasto anual en *royalties* y asistencia técnica (en millones de dólares) 371
5.5. Relación de dependencia tecnológica, 1963-1973 374
5.6. Objetivos de los contratos de transferencia de tecnología, 1943-1973 376
5.7. Pagos sectoriales por *royalties*, 1963-1971 (miles de dólares) 378
5.8. Pagos sectoriales por asistencia técnica, 1963-1971 (miles de dólares) 381
5.9. Algunas empresas españolas con capital extranjero que firmaron contratos de licencia o asistencia técnica 393

9.1. Voces incorporadas al *Diccionario* desde mediados del siglo XIX 659

13.1. Primeras monografías sobre puentes, vías e ingeniería hidráulica romanos 944

Recuadros varios

Sobre algunos ingenieros españoles de la época 137
Introducción de los servomecanismos en España 145
Breves notas biográficas 466

Índice

Estudio introductorio: Ingeniería, sistema técnico y sociedad: Apuntes sobre tres cuartos de siglo
Manuel Silva Suárez 7
0.I. Bosquejo sobre el legado técnico del periodo 11
0.II. Breve perspectiva temporal del período en España 15
0.III. Del Desastre a la Dictadura (1898-1923) 26
0.IV. Dictadura o dictablanda (1923-1931) 35
0.V. La Segunda República (1931-1936) 43
0.VI. La Autarquía (1939-1950) 53
0.VII. La década de los cincuenta: inflexión 65
0.VIII. Los años sesenta y algo más: el Desarrollismo 81
0.IX. Ingeniería *vs.* «ingenierismo» 95
0.X. Sobre la colección y perspectiva del volumen 103

1. La salvaguarda de la ingeniería
Javier Aracil 119
1.I. Los logros de la ingeniería que han cambiado nuestras vidas 119
1.I.1. Los científicos e ingenieros se especializan 121
1.I.2. La primera mitad del siglo 126
1.I.3. Hace su aparición la aviación 128
1.I.4. También irrumpe la electrónica 130
1.I.5. Torres Quevedo y los primeros escarceos de la automática 132
1.I.6. Primeros estudios sobre sistemas continuos realimentados 139
1.II. La segunda mitad del siglo: ¿adopta la ciencia los fines de la técnica? 146
1.II.1. El modelo lineal cuestionado 149
1.II.2. Algunos progresos de la electrónica en la segunda mitad del siglo xx 155
1.II.3. Una nueva primitiva en la imagen científica del mundo: la información 161
1.III. La técnica en el núcleo de la civilización 162
1.IV. Coda 163
Bibliografía 166

2. La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional
Antoni Roca Rosell, Ana Cardoso de Matos, Darina Martykánová, Irina Gouzévitch y André Grelon 171
2.I. Introducción 171
2.II. Nuevo contexto de la ingeniería 177
2.II.1. Industria de base científica: química y electricidad 177
2.II.2. El taylorismo y la tecnocracia 182
2.II.3. Las exposiciones universales 183
2.III. Las dos guerras mundiales 188
2.III.1. La Primera Guerra Mundial 188

2.III.2. La Segunda Guerra Mundial, el complejo industrial-militar y la Big Science ... 193
2.III.2.1. El Proyecto Manhattan ... 195
2.III.2.2. ¿Un MIT europeo? ... 197
2.IV. Generalización de la enseñanza formal de la ingeniería ... 199
2.IV.1. Alemania ... 200
2.IV.2 Francia ... 202
2.IV.3. Gran Bretaña ... 205
2.IV.4. Italia ... 208
2.IV.5. Estados Unidos ... 210
2.IV.6. Rusia ... 214
2.IV.6.1. Antes de la Segunda Guerra Mundial ... 214
2.IV.6.2. Después de la Segunda Guerra Mundial ... 217
2.IV.7. España y Portugal ... 219
2.V. La ingeniería en países en desarrollo ... 222
2.VI. Nuevas especialidades ... 225
2.VII. Medio ambiente, sostenibilidad: los orígenes ... 231
2.VIII. Las mujeres en la ingeniería ... 233
2.IX. Conclusiones ... 239
Bibliografía ... 242

3. Los filósofos y la técnica en España: el lugar del ingeniero (entre el 98 y la transición) *Fernando Broncano* ... 253
3.I. Derivas de la polémica de la ciencia en España ... 254
3.II. La filosofía de la técnica de Ortega y Gasset ... 262
3.II.1. El contexto modernista de la filosofía de la técnica de Ortega ... 262
3.II.2. El reino de la novedad como filosofía de la técnica de Ortega ... 267
3.II.3. La inestabilidad de la técnica y la historicidad del cambio técnico ... 274
3.III. La filosofía de la técnica en el erial ... 276
3.III.1. El humanismo cristiano ... 279
3.III.1.1. Laín Entralgo ... 280
3.III.1.2. Carlos París ... 281
3.III.2. La mirada positivista ... 284
3.III.2.1. Miguel Sánchez-Mazas ... 284
3.III.3. El orgullo filosófico del ingeniero ... 286
3.III.3.1. Luis Martín Santos ... 286
3.III.3.2. Juan Benet ... 287
3.IV. El exilio filosófico: Juan David García Bacca ... 290
3.V. Idiosincrasias culturales de la modernidad del sur ... 293
Bibliografía ... 294

4. Políticas para la ciencia y la tecnología *Ana Romero de Pablos y María Jesús Santesmases* ... 297
4.I. Ciencia académica, ingenierías y sociedad en España desde 1900 ... 297

4.II. El primer tercio del siglo xx 298
4.II.1. La investigación académica: La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas y el Institut d'Estudis Catalans 299
4.II.1.1. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas .. 299
4.II.1.2. El Institut d'Estudis Catalans 301
4.II.2. Investigación y formación en ingeniería: La Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero 302
4.II.3. Primeros ensayos, primeros resultados: organismos, normativas y legado material 304
4.II.3.1. El Laboratorio Central de Ensayos de Materiales 305
4.II.3.2. El Taller de Precisión 305
4.II.3.3. El Laboratorio de Automática 306
4.II.3.4. La Asociación de Laboratorios 308
4.II.3.5. El Instituto del Material Científico 309
4.II.3.6. El túnel aerodinámico de Cuatro Vientos 310
4.II.3.7. La Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER) 312
4.II.3.8. El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo 313
4.III. La Guerra Civil española y la Segunda Guerra Mundial: rupturas y transiciones 314
4.IV. La dictadura de Franco: de la autarquía al desarrollismo 315
4.IV.1. Los primeros años del CSIC y la Universidad 317
4.IV.2. La OCDE y la investigación en España 319
4.IV.3. El origen de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) 323
4.IV.4. Tecnología y dictadura 325
4.IV.4.1. La Junta de Energía Nuclear (JEN) 327
4.IV.4.2. El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) 330
4.V. Reflexiones finales 334
Bibliografía 336

5. El cambio técnico: de los contratos de transferencia de tecnología y de las patentes
Mar Cebrián Villar 345
5.I. Introducción 345
5.II. La política española ante la ciencia y el progreso técnico 346
5.II.1. El primer tercio del siglo xx 346
5.II.2. Los años de la autarquía: 1940-1953 349
5.II.3. El período 1954-1973 352
5.III. La innovación técnica en España a partir del análisis de las patentes . 357
5.III.1. El primer tercio del siglo xx 360
5.III.2. Los años 1950-1973 365
5.IV. La innovación tecnológica en España a partir de los contratos de transferencia de tecnología 370
5.V. Conclusiones 386
Bibliografía 387

6. Los ingenieros españoles y la economía política entre los dos primeros congresos nacionales de Ingeniería Civil (1919-1950)
Manuel Martín Rodríguez 395
6.I. Primer Congreso Nacional de Ingeniería Civil (1919) 398
6.II. Profesores y libros de texto de Economía Política 406
6.III. Orden económico 417
6.IV. Crecimiento económico 423
6.IV.1. Agrarismo: ingenieros agrónomos y forestales 423
6.IV.2. La industrialización necesaria: ingenieros militares, industriales y de minas 433
6.V. Intervencionismo, proteccionismo y autarquía 441
6.VI. Dinero, renta y paro 447
6.VII. Segundo Congreso Nacional de Ingeniería Civil (1950) 454
6.VIII. Conclusiones 459
Bibliografía 474

7. Ingenieros del exilio español
Gonzalo López de Haro 491
7.I. ¿Puede hablarse de una ingeniería española en el exilio? La compleja dinámica de la diáspora 493
7.II. Aproximación cuantitativa y recuperación de nombres 495
7.II.1. Ingenieros industriales 496
7.II.2. Ingenieros de caminos, canales y puertos 497
7.II.3. Ingenieros de pinas 498
7.II.4. Ingenieros agrónomos y de montes 499
7.II.5. Ingenieros militares 499
7.II.6. Arquitectos 501
7.III. La huella de los ingenieros exiliados 501
7.III.1. Industria 502
7.III.2. Agricultura 504
7.III.3. Comunicaciones y transportes 508
7.III.4. Aprovechamientos hidráulicos y sistemas energéticos 508
7.III.5. Urbanismo y edificación 512
7.III.6. Docencia y producción editorial 517
7.IV. Primero exiliados, después ingenieros: la generación de los jóvenes 523
7.IV.I. Los «niños de Rusia» 524
7.IV.2. La eclosión mexicana 525
7.IV.3. Otras ramificaciones del exilio joven 533
7.V. Un obligado tributo de gratitud 534
7.VI. A modo de conclusión... 536
Epílogo: El exilio español en retrospectiva, por Daniel Reséndiz Núñez ... 537
Apéndice: Ingenieros del exilio republicano español por generaciones y países de acogida 540
Primera generación 540
Segunda generación 543
Bibliografía 544

8. La difusión de la técnica: prensa, publicidad y exposiciones. Un modelo en cambio
Mariano Esteban Piñero 547
8.I. La prensa profesional y de divulgación técnica 547
8.I.1. Las revistas especializadas 550
8.I.2. Revistas generales de difusión científica y técnica 552
8.II. La prensa generalista 578
8.III. España en las exposiciones industriales extranjeras 593
8.III.1. España en las grandes exposiciones industriales del siglo XIX 593
8.III.2. España en las exposiciones industriales extranjeras anteriores a la Primera Guerra Mundial 596
8.III.3. España en las exposiciones industriales extranjeras durante el período de entreguerras 599
8.III.4. España en la Exposición Universal de Bruselas de 1958 603
8.IV. De las exposiciones industriales en España a las ferias de muestras 604
8.IV.1. Las exposiciones industriales hasta la Guerra Civil 604
8.IV.2. Las ferias de muestras hasta los inicios del Desarrollismo 614
8.V. Hacia un museo español de la ciencia y de la técnica 619
8.V.1. El origen del proyecto 619
8.V.2. El Informe de Cristóbal San Martín 620
8.VI. A modo de conclusión 622
Bibliografía 624

9. La lengua y el tecnicismo en el siglo XX
Cecilio Garriga 631
9.I. Limitaciones en la periodización de la historia de la lengua de la ciencia y de la técnica 631
9.II. Los tecnicismos 634
9.II.1. Qué es un tecnicismo 634
9.II.2. La creación de tecnicismos 637
9.II.3. El préstamo 639
9.III. El tecnicismo en la frontera de la centuria 641
9.III.1. La Academia y el tecnicismo entre el siglo XIX y el XX 641
9.III.2. El *Diccionario general de arquitectura e ingeniería* de Clairac 643
9.III.3. El *Diccionario industrial: artes y oficios de Europa y América* de Camps y Armet 646
9.III.4. El *Diccionario enciclopédico hispano-americano* de Montaner y Simón 648
9.III.5. La preocupación por el tecnicismo 649
9.IV. El tecnicismo durante la edad de plata de la ciencia española 654
9.IV.1. La Real Academia Española y el tecnicismo 654
9.IV.2. El tecnicismo en las obras académicas 656
9.IV.2.1. La 15.ª edición del *Diccionario de la lengua española* (RAE, 1925) 656
9.IV.2.2. El *Diccionario manual e ilustrado de la lengua española* (RAE, 1927) 660

9.IV.3. El *Diccionario tecnológico hispano-americano* 660
9.IV.3.1. Proyecto y participantes 660
9.IV.3.2. La elaboración del *Diccionario tecnológico hispano-americano* 664
9.IV.3.3. Aspectos lexicográficos 666
9.V. El tecnicismo durante los años de la autarquía 667
9.V.1. Los tecnicismos y la normalización terminológica 667
9.V.2. Esteban Terradas y su visión de la lengua 668
9.V.2.1. *Neologismos, arcaísmos y sinónimos en plática de ingenieros*: el texto 669
9.V.2.2. *Neologismos, arcaísmos y sinónimos en plática de ingenieros*: el discurso 673
9.V.3. El *Diccionario de la Real Academia Española* y el tecnicismo (1936-1956) 674
9.VI. El tecnicismo en los años del desarrollismo 676
9.VI.1. El tecnicismo y la norma 676
9.VI.2. El ejemplo del léxico nuclear 678
9.VII. Epílogo 684
Bibliografía 685

10. Entre el futuro y el pasado: técnica e industria en las letras del siglo xx
José-Carlos Mainer 693
10.I. Del xix al xx: sobre la reproducibilidad del arte 693
10.II. La técnica y la ampliación del mercado cultural 697
10.III. La estética de la vida moderna: el camino de lo simple 698
10.IV. El culto de la técnica: el futurismo 702
10.V. La genealogía del catastrofismo 704
10.VI. La industrialización en las letras del inicio del siglo 707
10.VII. El paisaje contra el progreso: el giro unamuniano 713
10.VIII. A favor de lo nuevo: vanguardias y técnica 717
10.IX. Un mundo para jóvenes: la técnica cotidiana 724
10.X. Campo versus ciudad: expectativas de una revolución 731
10.XI. Sobre las mismas huellas: guerra y posguerra 736
Bibliografía 741

11. De imágenes y palabras: trazas de la técnica en la pintura y la poesía
Manuel Silva Suárez 747
11.I. Del tren, el automóvil y el avión 751
11.I.1. Grados de libertad en ingenios de transporte 752
11.I.1.1. Del tren y las estaciones ferroviarias 753
11.I.1.2. Del automóvil 760
11.I.1.3. De los ingenios que vuelan, del avión en particular 767
11.I.2. De la función o utilidad, y la personificación 774
11.II. Otros ingenios para el transporte terrestre: de tranvías y bicicletas . 778
11.III. Mirando al mar: barcos y puertos 782

11.IV. Ciudad e infraestructuras 786
11.IV.1. La *civitas hominum*: una primera aproximación 788
11.IV.2. Rascacielos: entre el entusiasmo, el rechazo y la ironía 793
11.IV.3. Otras infraestructuras: puentes, transbordadores y carreteras 800
11.V. Industria y agricultura en el paisaje 805
11.VI. Sobre la generación de energía eléctrica 819
11.VII. Sobre artefactos o sistemas relacionados con la información 827
11.VIII. De otros objetos cotidianos 835
11.IX. A modo de coda final 840
Bibliografía 845

12. La máquina ante su espejo. La imagen de la técnica en el cine español (1900-1973)
María Luisa Ortega y Jesús Vega Encabo 851
12.I. La fascinación moderna: cine y atracciones en el cambio de siglo 852
12.II. Imaginarios del progreso en el período primorriverista 863
12.III. Cine y vanguardia: el alma de la máquina 874
12.III.1. Sinfonías de la ciudad 878
12.III.2. Arte y máquina 882
12.III.3. Cine-ojo 884
12.III.4. Máquina, inspiración y la vanguardia española 890
12.IV. Conflictos ideológicos: de la república a la guerra 892
12.IV.1. La ciudad y el campo. La mirada documental 892
12.IV.2. La liberación de la máquina y el trabajo 899
12.IV.3. La propaganda bélica 902
12.V. Retóricas del régimen 908
12.VI. Apertura (y cierre) 923
Bibliografía 936

13. Una aproximación al concepto de *patrimonio técnico*: la obra pública
Inmaculada Aguilar Civera 941
13.I. La historiografía sobre la obra pública: conocer y conocerse 941
13.I.1. Conocer la obra pública de la Antigüedad 941
13.I.2. Otras miradas: arquitectura popular, arquitectura moderna 943
13.I.3. La historia del ferrocarril: conmemoraciones y primeros estudios 952
13.I.4. Sobre los puentes de hormigón armado 956
13.I.5. Un estado de la cuestión: 1979 957
13.II. El proceso legislativo del patrimonio de la obra pública 959
13.II.1. Las primeras décadas del siglo 959
13.II.2. La Guerra Civil y la posguerra 961
13.II.3. Las nuevas políticas patrimoniales 962
13.III. Reparación / reconstrucción / conservación: el puente 963
13.III.1. Sobre la conservación: ¿un debate? 963

13.III.2. Intervenciones para la conservación de la obra pública: el puente de fábrica 964
13.III.3. Opciones para la conservación de la obra pública contemporánea: el puente metálico 968
13.IV. Concienciación y reivindicación del patrimonio técnico: la arqueología industrial como disciplina 973
13.V. A modo de conclusión 976
Bibliografía 979

14. El patrimonio industrial. De espacio de trabajo a legado histórico
M.ª Pilar Biel Ibáñez 985
14.I. Arqueología industrial, patrimonio industrial, paisaje industrial ..986
14.II. La fábrica: el espacio del trabajo en el capitalismo industrial. Evolución histórica 992
14.II.1. Tipologías fabriles y nuevos materiales 994
14.II.1.1. La fábrica de pisos y la estructura metálica. Del hierro al acero y el aluminio 996
14.II.1.2. Otras tipologías industriales vinculadas a la estructura metálica: los mercados y las estaciones ferroviarias 1001
14.II.1.3. Nuevas soluciones estructurales. El hormigón armado y pretensado 1004
14.II.2. El espacio de trabajo y los sistemas de control obrero 1007
14.II.2.1. La evolución del espacio de trabajo 1007
14.II.2.2. La vivienda obrera 1008
14.II.3. El estilo en la arquitectura industrial 1012
14.II.3.1. La arquitectura industrial y la mímesis con los estilos cultos 1012
14.II.3.2. El estilo propio de lo industrial: lo racional como estilo 1041
14.III. De la protección del patrimonio industrial 1021
14.IV. La conservación del patrimonio industrial. Entre el museo y los nuevos usos 1028
14.IV.1. Los museos industriales 1030
14.IV.2. Nuevos usos para el edificio industrial 1036
14.V. La difusión del patrimonio industrial: el turismo industrial 1041
14.V.1. Los itinerarios industriales dentro de los itinerarios culturales del Consejo de Europa 1044
14.V. 2. Las rutas de turismo industrial 1045
14.VI. A modo de conclusión 1047
Bibliografía 1049

Índice de ilustraciones 1057

Índice de gráficos 1062

Índice de cuadros 1063

Recuadros varios 1063

Índice abreviado del volumen IX

Trazas y reflejos culturales externos (1898-1973)

Presentación: Trazas y reflejos. Perspectivas en la historia de la técnica
Manuel Silva Suárez 7

1. La difusión de la técnica: prensa, publicidad y exposiciones. Un modelo en cambio
   Mariano Esteban Piñero 25
2. La lengua y el tecnicismo en el siglo xx
   Cecilio Garriga 109
3. Entre el futuro y el pasado: técnica e industria en las letras del siglo xx
   José-Carlos Mainer 171
4. De imágenes y palabras: trazas de la técnica en la pintura y la poesía
   Manuel Silva Suárez 225
5. La máquina ante su espejo. La imagen de la técnica en el cine español (1900-1973)
   María Luisa Ortega y Jesús Vega Encabo 329
6. Una aproximación al concepto de *patrimonio técnico*: la obra pública
   Inmaculada Aguilar Civera 419
7. El patrimonio industrial. De espacio de trabajo a legado histórico
   M.ª Pilar Biel Ibáñez 463

Colección

TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA

I. *El Renacimiento. De la técnica imperial y la popular (2ª edición revisada y ampliada)*
(ISBN 84-7820-742-2, 760 pp., 2008)

II. *El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación*
(ISBN 84-7820-815-1, 621 pp., 2005)

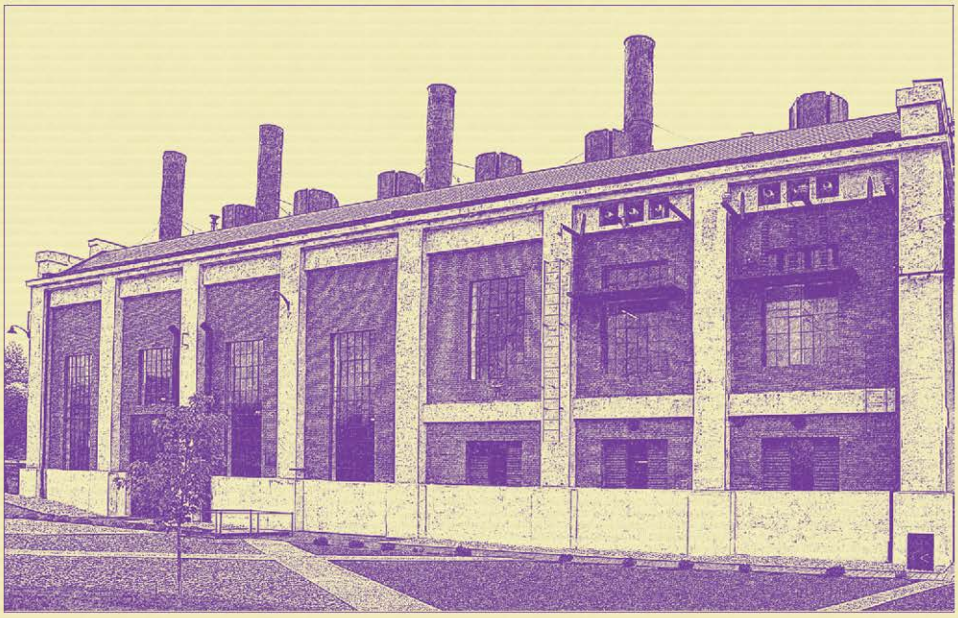
III. *El Siglo de las Luces. De la industria al ámbito agroforestal*
(ISBN 84-7820-816-X, 573 pp., 2005)

IV. *El Ochocientos. Pensamiento, Instituciones y Sociedad*
(ISBN 978-84-7820-920-0, 776 pp., 2007)

V. *El Ochocientos. Profesiones e Instituciones Civiles*
(ISBN 978-84-7820-920-0, 736 pp., 2007)

VI. *El Ochocientos. De los lenguajes al patrimonio*
(ISBN 978-84-9911-151-3, 832 pp., 2011)

VII. *El Ochocientos. De las profundidades a las alturas*
(ISBN 978-84-9911-260-2, dos tomos: 880 + 480 pp., 2013)



INSTITUCIÓN FERNANDO EL CATÓLICO

DIPUTACIÓN DE ZARAGOZA

FUNDACIÓN PRO REBUS ACADEMIAE

1542

Prensas de la Universidad
Universidad Zaragoza

GOBIERNO DE ARAGON