

Los límites de la *hulla blanca* en vísperas de la Guerra Civil: un ensayo de interpretación¹

● ISABEL BARTOLOMÉ

Universidad Alfonso X el Sabio/Banco de España

En los primeros días de 1935 entraban en funcionamiento parte de los grupos generadores del salto del Esla, primero de los embalses previstos para su aprovechamiento por *Salto del Duero*. Este proyecto constituía el emblema de las realizaciones del sector español de producción y distribución de energía eléctrica hasta esa fecha: la concurrencia de las principales empresas productoras españolas, y portuguesas, en torno a un proyecto con un capital de 160 millones de pts. para embalsar 1.200 millones de m³ de agua y producir 450 millones de *kwh* con destino, entre otros centros, a Madrid y Bilbao². En apariencia, con esta inauguración se coronaba con éxito la trayectoria iniciada medio siglo antes por el sector eléctrico español. Período en el que había logrado convertirse en una gran industria y absorber el principal flujo de la inversión española del siglo³.

Ahora bien, antes de la guerra civil, la comparecencia de la electricidad no logró eliminar la carestía energética que el conjunto de los consumidores industriales venía padeciendo desde la anterior centuria. Esto es, pese a sus efectos beneficiosos, por una parte, la energía continuaría comportándose en España con una elevada elasticidad renta hasta mediados del siglo XX⁴ y, por otra, la electricidad no arrastraría la aparición de los sectores industriales asociados a la utilización intensiva del fluido —electroquímica y electrometalurgia—, que requerían costes de energía muy bajos por unidad

1. Este artículo es un avance preliminar de la *Memoria de Doctorado* actualmente en curso de realización por parte de la autora.

2. Errandonea (1936), p. 258 y García Zarza (1973).

3. En 1921, el capital desembolsado en las sociedades eléctricas —1.161,2 millones de pts.— alcanzó al volumen desembolsado en las empresas ferroviarias españolas. García Delgado, Roldán y Muñoz (1973).

4. Sudrià (1987), p.344.

de producto⁵. España, de hecho, no seguiría la senda de otros países europeos que, gracias a la hidroelectricidad, acabaron con buena parte de sus constricciones energéticas y que acortaron distancias con los líderes de la *era del vapor*, mediante la especialización en productos de consumo energético intensivo⁶.

La historiografía ha convenido hasta la fecha en que fue el comportamiento de los precios de la electricidad el que decidió el resultado de la electrificación española anterior a 1936⁷. El alcance de la misma ha resultado, en cambio, objeto de una controversia en que los factores de oferta se han visto hasta el momento orillados⁸. En las siguientes páginas se apuntan dos hipótesis que, por el contrario, imputan buena parte de la responsabilidad en la composición de estos precios eléctricos a la propia industria española de electricidad. Se parte del hecho de que el sistema de suministro de energía eléctrica había alcanzado su primera madurez antes del conflicto civil, tras la puesta en uso de la capacidad productiva proyectada y construida en los decenios anteriores⁹ y de la existencia de un reparto apreciable de los mercados peninsulares, en torno a sistemas integrados de explotación a escala regional¹⁰. Los problemas que se consideran son dos: de un lado, las limitaciones inherentes a la opción técnica adoptada, esto es, la preferencia por la explotación de los recursos hidroeléctricos; de otro lado, la estrategia de defensa del ingreso que practicaron las empresas españolas cuando su capacidad productiva se convirtió en excedentaria. El objetivo es fundamentar que producir electricidad en España era caro, debido a las condiciones en que la explotación hidroeléctrica tenía lugar y que, en vísperas de la Guerra Civil, los precios eléctricos discriminaban favorablemente los usos domésticos sobre los industriales.

España, territorio alumbrado

En la configuración del primer sistema eléctrico español, se advierten dos etapas sucesivas: la primera, de predominio termoeléctrico, y la segunda hidroeléctrico. La difusión del vapor para la producción de electricidad fue temprana y extensa. Asociada a la extensión del alumbrado público, en 1901 se contabilizaron 858 fábricas de electricidad¹¹. El uso de los recursos hidroeléctricos a pequeña escala contribuyó en el decenio posterior a su mayor difusión. Así, en 1910, la energía de origen hidráulico igualó a aquélla de origen térmico, alcanzándose la cifra de 1.900 establecimientos, con

5. En España el consumo de electricidad en electroquímica y electrometalurgia alcanzaba en 1933 un 8,3 por 100 del consumo total, mientras que en Italia suponía un tercio y en Francia más de un 15 por 100. Errandonea (1935, b), p. 529 y ss.

6. Svernilson (1954) y Segreto (1992) y (1993).

7. En ello coinciden tanto Maluquer (1987) como Antolín (1988 a).

8. Antolín (1990) y Sudrià (1990).

9. Entre 1920 y 1930, la potencia instalada en España creció a una tasa interanual del 7,5 por 100. Elaboración propia a partir de los datos de potencia instalada de Sudrià (1990), p. 155 y ss.

10. Amigo (1992).

11. Uriarte (1949), Errandonea (1935,c) y Sudrià (1990).

una potencia instalada media aproximada de 80 Kw¹². La aplicación del motor eléctrico a las manufacturas, en sustitución del vapor, no se generalizó, sin embargo, hasta la Gran Guerra. Las circunstancias impuestas por el conflicto obligaron a una adaptación abrupta a la nueva energía que, a la postre, decidiría el porvenir del origen primario de la electricidad en España¹³.

Todo parece indicar que, durante la Guerra Europea, se recurrió a la energía de origen hidráulico porque sus precios eran ventajosos en términos relativos. Esta opción, sin embargo, no estuvo por completo exenta de consideraciones de raíz nacionalista¹⁴. Como en otros países, la hidroelectricidad se presentó como la puerta que franquearía un futuro de independencia económica y, sobre todo, de recursos energéticos baratos. En realidad, el carbón y el gas alcanzaron durante la guerra precios tan elevados que, sin duda, se traspasó el umbral de rentabilidad del uso de la hidroelectricidad, tal y como había ocurrido con anterioridad en el caso del aprovechamiento directo de los cursos de agua¹⁵. Una vez acabada la guerra, y resueltos los escollos técnicos para su explotación a gran escala, la competitividad de la industria productora se mantuvo y se expandió en ese margen a muy buen ritmo.

En efecto, el paso de la termoelectricidad a la hidroelectricidad se hizo efectivo entre 1910 y 1920, período en el que se concentraron las autorizaciones para aprovechamientos hidráulicos: 2.617 mil CV de los 5.513 mil CV que se habían concedido hasta 1930¹⁶, y se apreció un progresivo cambio en la escala de la explotación. Según los recuentos de 1908 y 1931, que se reproducen en el Anexo 2 y 3, en 1908 la potencia instalada media apenas alcanzaba los 500 CV y su presencia se extendía en particular en regiones con tradición en el empleo de los cursos de agua. Veintidós años después, la potencia se concentraba en la Cuenca del Ebro y la Vertiente Cantábrica y la capacidad media por central, entre aquéllas consideradas que eran las de tamaño medio y superior, se había quintuplicado. La hegemonía hidroeléctrica se prolongaría hasta 1960, pero el período de total predominio fue el anterior a la Guerra Civil¹⁷. En 1935 la potencia hidroeléctrica instalada sobrepasaba los 1.200 Mw y procuraba el 85 por 100 de la electricidad obtenida¹⁸. No obstante, un 15 por 100 correspondía todavía en el decenio de 1930 a termoelectricas de naturaleza residual. Al mismo tiempo, las empresas trataron de efectuar el reparto de los mercados peninsulares que resultó, al cabo, imperfecto, pues, en torno a 1935, persistía con cierto empuje la pequeña industria que, disemi-

12. Ministerio de Fomento (1910).

13. Maluquer (1987).

14. Segreto ha señalado que Francia y España eran los únicos países en que la alternativa entre empleo de recursos carboníferos e hidráulicos era verosímil. Segreto (1992).

15. Esta propuesta de investigación es deudora de las sugerencias que el profesor Carreras realizó para el caso del aprovechamiento directo de los cursos de agua en Carreras (1983)

16. Tanto el CV como el Kw son unidades de potencia. El CV es equivalente a 0,736 Kw. Por tanto, estos 5.513 miles de CV instalados hasta 1930 suponen 4.057 miles de Kw. Los datos sobre concesiones proceden de González Quijano (1932), p.48.

17. Sudrià (1987): p. 326.

18. Un Mw son 1.000 Kw.

nada localmente, distribuía alumbrado a pequeñas poblaciones y suministraba fuerza a manufacturas dispersas¹⁹. De hecho, la difusión de la hidroelectricidad consolidó la posición de la periferia peninsular; Madrid y Aragón, a su vez, ampliarían su cuota en la utilización industrial de las energías modernas, mientras, el interior se convertiría en una zona preferentemente productora²⁰.

TABLA 1
PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN DIVERSOS PAÍSES
 (en números índices. Italia, 1920=100)

	1 ESPAÑA	2 ITALIA	3 NORUEGA	4 SUIZA	5 ALEMAN	6 FRANCIA	7 G. BRETAÑA
1901	3,8	4	-	-	32,5	8,5	10
1905	5,3	11,2	-	-	65	13	25
1910	8,9	32,5	-	-	135	25,5	47,5
1915	14	64,5	-	-	245	47,5	87,5
1920	23,9	100	132,2	70	375	87,5	135
1925	38,4	161	175	99,7	508	278,5	278,5
1930	65,2	201	191	129	727,5	421	442
1935	81,8	281	196	142	892,5	436	648

Fuente: Para España: CARRERAS(1989), pp. 194-6. Para Italia: GIANNETTI(1991). Resto: MITCHELL.(1978), pp. 290-294.

Ahora bien, la transición a la explotación hidroeléctrica en grandes centrales había sido, en realidad, más tardía que en aquellos países en que las ventajas de estos equipos generadores se presentaban por sí solas, de tal modo que hacia 1935 se aprecia un retraso relativo si nos atenemos a los siguientes indicadores: la potencia media por central, el número de embalses construidos y el tendido de redes de interconexión en alta tensión²¹. Este atraso esclarece en parte por qué en vísperas de la contienda bélica, España estaba en buena medida más alumbrada que electrificada. En efecto, debido a la escasa demora en la difusión de las primeras formas de electricidad, el acceso a la iluminación eléctrica era común en 1927 a un 80 por 100 de los españoles, proporción tan sólo com-

19. Con una potencia instalada entre 5 y 100 Kw si servían a uno o más núcleos y entre 100 y 4.000 Kw de potencia si proporcionaban fluido a 15 ó 20 núcleos, en 1935, estos pequeños productores distribuían 50 millones de *kwh* al año, con una potencia instalada equivalente a 30.000 Kw. Vidal Burdils (1941), p.18.

20. La integración del mercado eléctrico nacional y la regionalización de la producción y el consumo en Amigo (1992).

21. Estos indicadores de constitución de sistemas eléctricos proceden de Hugues (1983). La comparación con el caso italiano, véase más abajo.

parable a la suiza²². Mientras, la utilización de la corriente en forma de fuerza para la industria comparaba en términos globales y per cápita desfavorablemente con la mayoría de los países de la Europa industrializada. Pese a ello, este retraso técnico no explica por sí sólo ni el ritmo lento del proceso electrificador, una vez iniciado, ni su escasa intensidad. Tal y como se desprende de la tabla 1, en el decenio anterior a la guerra, España estaba alcanzando magnitudes de producción semejantes a las que en países como Noruega e Italia habían contribuido, uno o dos decenios antes, a un destacado brote industrializador, liderado por sectores altamente consumidores de energía por unidad de producto final²³. Sin embargo, aquí la aplicación del fluido en los usos más intensivos constituía, en vísperas de la Guerra Civil, una porción exigua del total de los consumos. De hecho, aunque en 1935 el 25 por 100 del consumo bruto de energía tuviera su origen en máquinas eléctricas, los resultados de la electrificación española no se acercaban a los de aquellos países más electrificados, donde la importancia relativa de las otras energías había descendido en mayor proporción²⁴.

En suma, hacia 1936, entre los logros del proceso electrificador español se contaban la relevancia de la industria productora y su aportación directa al crecimiento español, tanto en términos absolutos, entendidos éstos como el ahorro de recursos empleados en la producción y el transporte de la energía²⁵, como en términos relativos, esto es, de acuerdo a las economías derivadas de la variación de los precios relativos entre las distintas energías²⁶. Sin embargo, sus efectos inducidos, entre los que cabe destacar la integración del mercado energético y la aparición de una serie de industrias dependientes del fluido, eran todavía limitados. Casi nada se puede decir sobre su impacto en la reorganización de los procesos productivos de las manufacturas, gracias a la aplicación del motor eléctrico, pues no ha sido abordado hasta el momento²⁷.

Según la historiografía, la escasa intensidad de la electrificación española obedece a la evolución de los precios de esta energía y de aquellas otras sustitutivas: aun cuando aceleró el cambio del vapor por electricidad en los años que siguieron a la Gran Guerra²⁸, con posterioridad, no se presentó una caída neta de los costes de energía por unidad de producto final semejante a la que disfrutaron las manufacturas de otros países²⁹.

22. Pero mientras el consumo medio por habitante en aquella fecha no era mayor de 92 *kwh*, en Suiza alcanzaba los 510 *kwh*. En *Notas* (1927), pp.114-5.

23. Segreto (1992).

24. Durante la primera mitad del decenio de 1930, la energía procedente de generadores eléctricos suponía el 61,5 por 100 de la energía consumida en Noruega, el 44,2 por 100 en Suiza y el 42 por 100 en Italia. Citado por Sudrià (1987).

25. C. Sudrià calculó que, si la hidroelectricidad no hubiera comparecido en este período y se hubiera sustituido por carbón importado, se habrían gastado 150 millones de pts. y el déficit de la balanza comercial se habría incrementado en un 20 por 100. Sudrià (1990 a), p. 166.

26. El segundo fue medido por Antolín (1988 a).

27. Su utilización eliminó gran parte de las constricciones de localización, tamaño y organización de las plantas industriales y del aparato productivo en otros países, según señalan Devine (1983) y Segreto (1993).

28. Maluquer (1987) y Antolín (1988 a).

29. Antolín (1988 b).

El comportamiento de los precios españoles de electricidad en estos años se ha atribuido bien a los efectos derivados de la debilidad de la demanda industrial española, bien a la configuración de los mercados eléctricos. La primera hipótesis señala que lo escaso del consumo de fuerza industrial no habría estimulado el mejor aprovechamiento de las instalaciones, de modo que la gran industria productora de electricidad sólo se habría establecido en aquellos mercados en que la venta de energía estuviera asegurada³⁰. La segunda tesis propone que los precios elevados de la electricidad en España son imputables a la compartimentación monopolística u oligopolística de los mercados regionales. Esto es, el poder de mercado ejercido por los responsables empresariales del sector, en ausencia de regulación estatal, habría mantenido las tarifas eléctricas por encima de los costes marginales³¹.

Aun cuando el primero de estos argumentos resuelve con entera satisfacción la cuestión de los desequilibrios regionales de la electrificación española, y la segunda viene a explicar razonablemente la combinación entre escasa utilización de las instalaciones –ritmo lento de la electrificación industrial– y rentabilidad de la industria, ambas emplean para su explicación precios medios y no someten sus tesis a la comparación con otros países de similares características. Si se analiza el caso italiano, por ejemplo, se observa, que, si bien abundaron las semejanzas entre ambas electrificaciones –predominio de la hidroelectricidad, éxito del sector como catalizador del capital y de iniciativa autóctona–, los resultados en uno y otro país fueron bien distintos. Italia disfrutó de precios muy ventajosos para su aplicación en forma de fuerza, y la irrupción de la hidroelectricidad actuó decisivamente en la modernización de la esfera productiva de aquel país, al eliminar el déficit energético que le había afectado hasta entonces, y al constituirse un sector industrial dependiente, que consumía intensivamente electricidad³². No obstante, sus mercados regionales permanecieron compartimentados oligopolísticamente como en España. Y, por lo demás, es conocido que fueron las ventajas derivadas de su oferta energética las que espolearon la creación de una demanda industrial altamente consumidora, y no al revés³³.

El ejemplo italiano invita en el caso español a analizar la composición de los precios de la electricidad para las distintas aplicaciones, desentrañando su relación con los costes de producción y las estrategias de aplicación de tarifas. La diferencia entre ambas electrificaciones podría derivar, de un lado, de la diferente dotación de recursos para el aprovechamiento de esta energía y, de otro, de la manera en que las empresas adecuaron sus precios a los tipos de demanda efectiva en cada país.

30. Maluquer (1987) y Sudrià (1990 b).

31. Antolín (1988 b) y Antolín (1992).

32. Giannetti (1984).

33. Según Giannetti, los usos para el conjunto italiano en 1936 eran los siguientes: de los 11.557 GWH consumidos en aquel año, 1.294 fueron para iluminación, 1.118 para tracción, 4.438 en forma de fuerza industrial y 4.806 para alimentar la producción electroquímica y metalúrgica. Giannetti (1991), p. 371.

La explotación hidroeléctrica: el límite natural

En todo proceso de constitución de un sistema eléctrico se aprecia la existencia de una serie de rasgos comunes que la historiografía se ha encargado de esclarecer³⁴. Asimismo, se observan una serie de divergencias en los ritmos que han marcado el perfil propio de la electrificación de cada territorio, determinados en buena medida por el origen primario de la energía transformada³⁵.

Los sistemas hidroeléctricos triunfaron durante el primer tercio del siglo XX en países tales como Suiza, Noruega, Suecia e Italia. Este éxito se debió sobre todo a la dotación de recursos hidráulicos de esos países, pero también a la utilización que de los mismos se hizo. La naturaleza hidroeléctrica define la localización de los establecimientos y la configuración territorial de los sistemas regionales de acuerdo a las cuencas hidrográficas, imponiendo un techo teórico a la capacidad productiva, o potencial hidroeléctrico, en razón de la tecnología disponible, la altura y el caudal de sus saltos y las características de la demanda de cada territorio. Además, en la mayoría de los sistemas de predominio hidroeléctrico del período de entreguerras se aprecia la permanencia de auto-productores, concentrada en empresas electroquímicas y electrometalúrgicas, y la preeminencia de políticas tarifarias interesadas en consumidores de carga constante³⁶.

La opción hidroeléctrica en España: los recursos primarios

En el caso español, no se observan algunas de las características propias de los sistemas de predominio hidroeléctrico, en particular aquéllas relacionadas con la abundancia de los usos intensivos —presencia numerosa de autoproductores y predominio de políticas tarifarias que discriminaban negativamente los usos domésticos—. Esta peculiaridad hace notar cierta falta de sintonía entre la pauta productiva y la de consumo, problema que remite a la calidad de los recursos hidráulicos empleados y al rendimiento efectivo de su utilización.

Como en otros lugares, la adopción de la alternativa hidroeléctrica no derivó de una estimación precisa del potencial hidroeléctrico español. Los contemporáneos realizaron diversos cálculos, que adolecieron tanto del respaldo empírico preciso como de mediciones sobre su viabilidad económica³⁷. España, además, quedó al margen de algunos recuentos sobre recursos hidráulicos europeos efectuados en aquellos años³⁸.

34. Hugues (1983).

35. Giannetti (1993).

36. Giannetti (1993).

37. Gallego (1917), Urrutia (1917) y González Quijano (1932).

38. Las comparaciones internacionales sobre potencial eléctrico datan en su mayoría de los decenios medios del siglo. Para 1913 se publicaron diversas estadísticas que recogieron para su comparación datos sobre potencial hidroeléctrico y potencia instalada en diversos países, en las que, sin embargo, es notoria la ausencia de España. Segreto (1992), p. 706.

En la actualidad, para evaluar la dotación de recursos primarios de un territorio se aplica la noción capacidad productiva, que somete los datos de potencia teórica de los generadores a observaciones sucesivas de su rendimiento en condiciones óptimas a lo largo de una serie de años, de modo que es posible aislar las variaciones debidas a sequías en el caso de los saltos fluentes³⁹. Lamentablemente, en las aproximaciones históricas se carece de los datos precisos para ajustar este tipo de evaluaciones al nivel tecnológico imperante en aquel período. Por tanto, se acude de ordinario a datos sobre potencia instalada, que en realidad ofrecen también una medida hipotética del potencial de un sistema⁴⁰.

Aquí tomaremos como referencia los parques hidroeléctricos de 1908 y 1931. El primer corte como indicador de los inicios de la electricidad asociada al alumbrado, y con una explotación atomizada, y 1931 para ilustrar el comienzo de la madurez del sistema eléctrico español de preguerra. En líneas generales, se observa que, dadas las características orográficas de la península, en España predominaban saltos en altura y de escaso caudal, pero sometidos a fuertes sequiajes estacionales y oscilaciones interanuales. La altura y el caudal concedido para su utilización en los establecimientos se duplicó en el caso de la altura, que pasó de 43,31 m en 1908 a 104,69 m en 1931⁴¹, y se multiplicó varias veces en el caso del caudal concedido: la media ponderada por potencia instalada de los caudales concedidos en 1908 era de 1.321 l/s y en 1931 era de 13.919 l/s⁴². Pese a este patente avance, estos últimos datos contrastan desfavorablemente, sin embargo, con los italianos del decenio de 1930: la altura de los saltos era mayor y la concentración de la potencia superior en aquel país⁴³. La escasa presencia de embalses para este uso en las cuencas españolas constituía un escollo añadido, pues el caudal concedido y el efectivamente disponible variaba anualmente de manera apreciable, tal como muestra la columna VII del Anexo III para las diferentes cuencas. En el caso de Bolarque en el Tajo, salto regulado, el estiaje hacía variar el caudal fuente de 274 m³/s a 1,10 en los meses secos⁴⁴. Las variaciones interanuales del caudal medio

39. A este respecto, véase la publicación española más reciente de UNESA (1986).

40. Para un caudal de Qm^3/s , la potencia en caballos de vapor sería: $CV=n1.000Qh/75$, siendo "h" los metros de altura del salto y "n" un coeficiente que depende de la regularidad en la utilización del mismo. En buenas condiciones, $n=0,75$. Por tanto, se puede llegar a una simplificación: $CV=10.Q.h$. Según Gelpi Blanco (1925): p. 144.

41. La media ponderada de la altura de los saltos por número de centrales en 1931 tampoco varía demasiado: 97,13 m.

42. Ambas magnitudes son medias ponderadas por potencia instalada por provincia o vertiente respectivamente, elaboradas a partir de los datos de ambos anexos. Elaboración propia a partir de los datos de los anexos 2 y 3. En este caso la media ponderada del caudal por número de centrales de cada vertiente en 1931 varía notablemente, alcanzando los 5.334 l/s.

43. Las estimaciones para el quinquenio 1931-35, señalan que en el sistema electrocomercial piemonés, por ejemplo, los saltos alcanzaban la media de 254 m y la potencia media empleada por establecimiento era de 88.823 Kw. En el caso del sistema meridional, el de menor eficiencia de aquella península, el salto medio era de menor magnitud, 58,7 m, pero la potencia media por central era de 17.714 Kw. En Giannetti (1991), pp. 355-361.

44. Mendoza (1926), pp. 360.

en el mismo lugar fueron tomadas desde 1915 a 1935: si bien la media del período fue de 45 m³/s, en el último decenio, por ejemplo, se registraron medias que oscilaron entre 60 y 22 m³/s⁴⁵. Incluso, los excepcionales Saltos del Duero, puestos en uso en el año 35, comparaban desfavorablemente en altura media con un buen número de sistemas italianos⁴⁶.

De esta suerte, España e Italia no se diferenciaban tan solo por las cifras de producción y potencia instalada, sino que los recursos empleados en uno y otro lugar, aunque de la misma naturaleza, eran en España de menor calidad en 1931. Como los costes de explotación de una central hidroeléctrica son inversamente proporcionales a su potencia efectiva, esta inferioridad de recursos se traducía en costes más elevados por unidad producida. Según uno de los escasos cálculos con que contamos sobre costes de explotación por *kwh* para distintos tipos hipotéticos de centrales eléctricas españolas, todas ellas con una potencia media instalada de 10.000 HP⁴⁷, el coste más favorable se obtenía en España gracias a las centrales hidroeléctricas. No obstante, el coste medio por *kwh* en barras de central sería de 0,025 pts.⁴⁸. Pese a que estas estimaciones se realizaran partiendo de costes de instalación subestimados, inferiores a las 500 pts., esta magnitud es mayor que las 0,01 pts. por *kwh*, que era el coste calculado en el decenio de los veinte para otros países europeos⁴⁹.

El rendimiento del sistema eléctrico español

La producción de electricidad en grandes centrales entraña una serie de rigideces que se acentúan en el caso de la generación hidroeléctrica⁵⁰. Las comunes a todos los sistemas son dos. La primera se deriva de la coincidencia de la producción y el consumo eléctrico. Como la demanda es instantánea y, a menudo, imprevisible, la oferta ha de ajustarse a las fluctuaciones constantes de aquélla, manteniendo siempre a punto el conjunto de la capacidad productiva. La segunda estriba en las pérdidas en el transporte de energía. El desfase entre producción y consumo efectivo es conocido como efecto *Joule* y obliga a que la cantidad de energía producida, medida en barras de central⁵¹, sea mayor a la cantidad consumida en un porcentaje variable⁵². Ambos fenómenos, generales a todos los sistemas eléctricos implican, en primer lugar, que los costes medios

45. Becerril (1946), pp. 10.

46. Se publicaron estos años datos bastante completos sobre Saltos del Duero, pero por su carácter excepcional no parece conveniente utilizarlos como indicador de altura y caudal de los saltos españoles. Véase, Orbeago (1926), p. 360. Sobre ésta y otras cuencas véase asimismo: González Quijano (1932); Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos. Exposición General de Manuel Lorenzo Pardo (1934); y Masachs Alavedra (1948).

47. El HP no es equivalente al CV. El valor de 75 HP es aproximadamente de 76 CV.

48. Gelpí Blanco (1924), pp. 269-271.

49. Miguel insiste en que los precios que se disfrutaban en otros países por *kwh* no eran factibles en España, Miguel (1935).

50. Garfield y Lovejoy (1964), pp. 148-164.

51. La medida en barras de central elimina cualquier coste de transporte y transformación.

52. En estos años las pérdidas oscilaban entre un 17 y un 25 por 100 en España. Redonet Maura (1947), p. 13.

de producción de las empresas sean tanto mayores cuanto más variable sea la demanda de mercado, pues será preciso mantener en reserva una porción mayor de capacidad disponible, y, en segundo lugar, que estos costes medios por unidad producida sean también tanto mayores cuanto más alejados se encuentren el centro de producción y el de consumo y cuanto menor sea la tensión a la que se distribuya: a mayor distancia y menor tensión las pérdidas se multiplican.

En el primer tercio de este siglo, los sistemas hidroeléctricos eran a su vez los más rígidos de aquéllos destinados a la explotación de energía eléctrica. Por una parte, exigían una inversión inicial elevada que, además, definía la capacidad productiva de la central a largo plazo. Por el contrario, las centrales termoeléctricas precisaban en torno a 1935 de una menor inversión para el primer establecimiento y eran capaces de adecuarse a corto plazo a los incrementos paulatinos de la demanda⁵³. Las centrales hidroeléctricas, en cambio, operaban con un sobrante de potencia instalada sin utilizar en atención a los incrementos esperados de la demanda. La oferta hidroeléctrica crecía por impulsos, por cuanto los planes de expansión se efectuaban al menos con un quinquenio de antelación⁵⁴. Por otra parte, la oferta hidroeléctrica no solía ser suficiente para atender la carga contratada. Pese a que la regulación de los cauces facilitaría con el tiempo su pleno aprovechamiento, la explotación hidroeléctrica estaba entonces sometida a las oscilaciones pluviométricas que determinaban un régimen de caudal diario, semanal, estacional y anual. En estas circunstancias, las compañías precisaban sostener pequeñas termoeléctricas de reserva con una potencia instalada equivalente a la diferencia entre la punta de carga del sistema y la menor producción hidroeléctrica esperada en las peores condiciones de estiaje. El recurso a estas *fábricas de electricidad* añadía costes de maquinaria, combustible y personal para las compañías. En resumen, los sistemas hidroeléctricos exigían cuantiosas inversiones iniciales, previsión en la explotación a largo plazo, y complementarse con centrales de reserva; asimismo, eran poco elásticos a las variaciones de la demanda a corto plazo, aunque eliminaban el coste de combustible y recortaban los costes de mantenimiento de las centrales.

En estas coordenadas, los mejores resultados del período de entreguerras se obtuvieron allí donde a las mejores condiciones naturales –altura, caudal regular y fácil accesibilidad al salto– se sumaron los siguientes factores: diversificación de la explotación eléctrica con centrales térmicas a gran escala, integración de un sistema regional con otros cercanos para compensar puntas y valles, y adecuación de la demanda a la oferta con el establecimiento de grandes industrias consumidoras intensivas de energía, que demandaran una carga constante para eliminar buena parte de las incertidumbres en la carga instantánea de las centrales de cabecera⁵⁵.

53. En los primeros años 30 se calculaba que la relación entre el capital inmovilizado y la recaudación anual obtenida en Inglaterra y Estados Unidos, países de producción principalmente térmica, era de 6,5 a 7 veces respectivamente. Para España, la relación entre recaudación y capital ascendía aproximadamente a 8,5 veces. Errandonea (1943), pp. 63-108.

54. Becerril (1946), p. 13 y 14 y Errandonea (1943), p. 65 y 66.

55. Giannetti (1991), p.362 y ss. y Giannetti (1993).

En el caso español, y tal y como queda demostrado, los recursos primarios para la obtención de energía hidroeléctrica eran, en términos comparativos, poco ventajosos en relación a la altura y el caudal aprovechable. Esto significaba la preeminencia de saltos cuyos motores instalados eran de pequeña o media potencia. Como los costes unitarios de primer establecimiento son inversamente proporcionales a la potencia instalada, aquéllos no se comparaban favorablemente con los de otros países⁵⁶. En 1935 el coste del *kwh* hidroeléctrico instalado en España era bastante elevado: tan solo el 20 por 100 de las instalaciones disponía de Kw instalados a un coste inferior a las 1.000 pts., que era el corriente en otros países⁵⁷. Por lo demás, la regulación mediante embalse, que salvaría el caudal deseado durante todo el año, al margen de las condiciones de terrenos y estiajes, apenas se había extendido⁵⁸. De hecho, no sólo la potencia teórica de los saltos no era muy elevada, sino tampoco su rendimiento medido en horas de utilización. Esto es, mientras la media en horas de utilización en las centrales hidroeléctricas españolas era de 2.693, los saltos fluentes italianos permitían su utilización durante más de 5.400 horas/año y los saltos de regulación semanal en torno a 3.800 horas⁵⁹. Se estimaba que en España las oscilaciones pluviométricas interanuales provocaban variaciones en la producción entre un 25-40 por 100 y el estiaje estacional ocasionaba que se incrementase hasta en un 75 por 100 el coste del *kwh* distribuido, a causa del recurso a las centrales de reserva⁶⁰.

La distancia entre las centrales de cabecera y los centros de consumo resultó a la postre un factor que contribuyó particularmente a la persistencia de bajos rendimientos. A lo largo de los tres primeros decenios del siglo, en España se tendieron líneas de alta tensión que competían en longitud con francesas e italianas⁶¹. Esta hazaña técnica delataba el imperativo de las compañías de distribuir a muy larga distancia, en una península cuya orografía es una de las más accidentadas de Europa. La razón estribaba en que los usos en España a pie de salto en los grandes establecimientos constituían una excentricidad. Por lo demás, y como en otros países, la ausencia de medidas estatales de unificación de tensiones hasta bien entrado el siglo XX, la duplicidad de sistemas y

56. En 1925 se calculaba que un aprovechamiento de 500 Kw requería 2.100 pts. por unidad instalada, mientras que una central de 20.000 Kw no precisaba más de 750 pts por Kw instalado. González Quijano (1926), p. 337.

57. Aproximadamente un 60 por 100 de los ingresos se dedicaba a cubrir intereses, amortización y reservas—directamente dependientes de la instalación central—. Garí y Santasusana (1929), Cfr. Sintés y Vidal (1933), pp. 255 y ss.

58. En 1926 se habían culminado las obras de regulación de tres embalses, uno en el Tajo—Bolarque—y dos en el Noguera Pallaresa, pero a partir de entonces se prefirió esta opción al mantenimiento de las centrales térmicas para equilibrar la producción durante los estiajes. Becerril (1946), pp. 27-41.

59. Errandonea (1943), p. 83.

60. Sintés y Vidal (1933), pp. 192 y 193.

61. Además de las del Júcar en el primer decenio del siglo, es conocido que Madrid se abastecía en un radio de entre 80 y 100 km y Barcelona tuvo que traer la corriente desde Pirineos. Desde Saltos del Duero, por ejemplo, se enviaba electricidad a Ponferrada, 120 km; Bilbao, 385km; Madrid, 268km; Oviedo, 210 km. Todas ellas a 120.000 voltios.

de líneas entorpecía el abaratamiento del transporte de fluido⁶². Ambas circunstancias encarecieron el *kwh* distribuido al multiplicar las transformaciones y transportes sucesivos a distintas tensiones, alcanzando pérdidas de hasta el 24,8 por 100 de la producción total en barras de central⁶³. Por esta razón, durante años, los pequeños productores mantuvieron sus minúsculas explotaciones de tecnología obsoleta en uso: permitían ofrecer a pie de salto precios menores que los correspondientes a la electricidad comercial para su aplicación en manufacturas estacionales o alumbrados locales.

Como queda dicho, tres estrategias alternativas podrían haber sido adoptadas en estas circunstancias: diversificación de la oferta, coordinación productiva y adecuación de la demanda a las condiciones de la oferta.

En primer lugar, la diversificación productiva fue poco eficiente. En efecto, en torno a 1935, la presencia de establecimientos termoeléctricos en España reflejaba la insuficiencia del sistema productivo imperante. Las pequeñas centrales térmicas atendían las necesidades de numerosas y pequeñas localidades alejadas de las grandes redes distribuidoras y, sobre todo, constituían el recurso marginal de las compañías en los años y meses secos, para compensar a las centrales de cabecera de puntas y valles de la demanda. Complementaban sólo residualmente a los establecimientos hidroeléctricos y su rendimiento era aún menor. En 1935 se calculaba que las horas de utilización de la potencia térmica instalada eran 756, mientras que la hidroeléctrica alcanzaba las 2.693 horas. Asimismo, el factor utilización de la carga máxima de las centrales termoeléctricas superaba escasamente el 13 por 100, para una producción del 8,5 por 100 del total de la electricidad producida, mientras que la utilización máxima de la carga en los establecimientos hidroeléctricos superaba el 36 por 100⁶⁴. Hasta la construcción de la central de Ponferrada, tras la guerra civil, no se acometió en España el reto de un uso diversificado de los recursos para la obtención de electricidad.

La integración de la producción de fluido eléctrico sí preocupó en buena medida a los contemporáneos. Pese a que las iniciativas en sentido de constituir un único mercado eléctrico peninsular se mantuvieron en la esfera privada, se reclamó reiteradamente el auxilio del Estado⁶⁵. Los principales logros alcanzados fueron la constitución de sistemas intrarregionales en torno al primer tercio del siglo, cuando se tendieron las grandes líneas que conectaban País Vasco y Cantábrico; Cataluña-Huesca-Zaragoza; Cen-

62. Desde 1901, en que se promulgó la ley de servidumbre de paso para la extensión de las líneas eléctricas, hasta 1924, en que el servicio es declarado "público", la legislación española se había preocupado sobre todo de delimitar los derechos de los intereses particulares afectados por esta industria, sin normalizar con exhaustividad las condiciones de producción, transporte y distribución del fluido. Véase García Rodrigo (1927), prólogo y Bartolomé (1993), cap. II.

63. E. Gelpí calculó para 1923 el coste de distribución a distintos voltajes, sin añadir otros costes adicionales al de obtención de un *kwh* hidroeléctrico en barras de central. Si entonces el coste medio en origen era de 0,025 pts: a 70.000 voltios, 0,0538 pts; a 22.000 voltios, 0,0668 pts; a 5.500 voltios, 0,0783 pts; a 220 voltios, 0,1539 pts de 1923. Gelpí Blanco (1924), p. 271.

64. Estas estimaciones se llevaron a cabo con datos procedentes de la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad (COPDE) por Vidal Burdils (1946), p. 15.

65. Amigo (1992) y Bartolomé (1993), pp. 109-128.

tro Oeste: Castilla-León, Cáceres, Madrid y gran parte de Castilla-la Mancha; Levante: Teruel, P. Valenciano, Albacete y Murcia; Sur: Badajoz, Andalucía y Ciudad Real⁶⁶. La creación de estos subsistemas obedecía a la paulatina concentración productiva que se efectuó en la primera mitad del decenio de 1920. Los intercambios en las zonas se incrementaron de 11,3 por 100 en 1929 a 29,3 por 100 en 1935, pero las líneas que unían unas zonas con otras eran una excepción: las principales eran La Fortunada, en Bilbao, y Esla, a través de Saltos del Duero⁶⁷.

Por último, no existen indicios de que las constricciones productivas señaladas se compensaran con una adecuación de la demanda al perfil de la oferta hidroeléctrica con anterioridad a la guerra civil. En España, el empleo de fluido siguió un modelo de evolución semejante al de otros países, pues las pautas de consumo más eficiente arrebataron el predominio a los usos domésticos: por ejemplo, en 1915, el alumbrado suponía todavía el 43 por 100 de la energía producida en las centrales, en 1920 el 28 por 100 y en 1930 el 15,4 según datos de la Cámara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad (COPDE)⁶⁸; en 1935 la utilización en forma de fuerza industrial suponía el 52,4 por 100 de la energía eléctrica producida, la tracción el 7,8 por 100 y para el alumbrado sólo se utilizaba el 15 por 100 de la energía emanada de las centrales⁶⁹. En apariencia, pues, se iba desterrando paulatinamente un modelo de demanda de elevada carga en punta y de baja utilización el resto de la jornada, lo que significaba una disminución del coste medio por *kwh* producido. Sin embargo, aun cuando la tendencia fuera semejante, el proceso resultó, de hecho, mucho más lento, puesto que los usos industriales en que se empleaba la corriente eléctrica eran más discontinuos que en otros países. De hecho, el total de la energía producida para su aplicación electroquímica y electrometalúrgica no superaba el 8,3 por 100 del total en 1933, mientras que en Italia, dos años después, el 36,8 de la energía consumida era empleada en estos usos y el porcentaje destinado a otros usos industriales era aún mayor⁷⁰. La rigidez del sistema de producción hidroeléctrica no se acomodaba en absoluto a este tipo de demanda, haciendo repercutir sobre cada *kwh* consumido el coste del conjunto de la capacidad instalada sin utilizar.

Los costes de la hidroelectricidad en España

En su período de madurez, el primer sistema hidroeléctrico español mostraba síntomas tanto de que los recursos empleados eran mediocres, como de que el rendimiento que se obtenía mediante su utilización era bajo.

66. Lucía (1943).

67. Lucía (1943), p. 11-12.

68. Estos datos son de consumo efectivo y no incluyen pérdidas. Proceden de Sintés y Vidal (1933), p. 63.

69. Estos datos, que tampoco incluyen pérdidas, proceden de Vidal Burdils (1941), p. 15.

70. Los datos españoles proceden de Errandonea (1935 c), p. 533. Los datos italianos: Giannetti (1991), p. 371.

En aquel tiempo, los principales indicadores de eficiencia de las centrales eran el factor de utilización de la carga máxima y el factor utilización de la potencia⁷¹. Debido a la pauta de consumo discontinua, el coeficiente promediado del factor utilización de la carga máxima para las centrales españolas en torno a 1930 era de un 40 por 100, semejante al de los establecimientos de otros países⁷². Sin embargo, el factor de utilización de la potencia era de un 24,15 por 100, menor al de otros países europeos⁷³. Este empleo poco eficaz de la dotación de factores originó que, en vísperas de la contienda civil, el coste del *kwh* producido, medido en barras de central, variase de los 3/4 céntimos de los mejores saltos en altura, a los 5/6 de los saltos bajos con regulación anual y los 10/15 céntimos en el caso de los procedentes de centrales termoeléctricas⁷⁴. A este coste había que añadir los correspondientes a transporte, distribución a distintas tensiones y los propios del coste del servicio: equipo productivo, costes de atención al cliente y el servicio del capital invertido⁷⁵. Los técnicos contemporáneos indicaron que el coste del *kwh* disponible en España era menos ventajoso que en otros países⁷⁶ y que, sin duda, se convertía en una barrera que impedía el aprovechamiento de la energía eléctrica para usos intensivos en buena parte de la península, considerando incluso su eventual empleo a pie de central. Según un estudio realizado unos años antes, en España quedaban descartadas utilidades del fluido eléctrico que precisaran un suministro a menos de 7 céntimos de pts. el *kwh*⁷⁷. Aquéllos que superaban este umbral estaban sujetos, no obstante, al incremento de los costes derivado del transporte y la transformación según la distancia y la tensión a la que debiera ser suministrada la electricidad⁷⁸.

Podría aducirse, no en vano, que estos cálculos no consideraban el incremento cuantioso de la capacidad productiva hidroeléctrica en el período anterior a la contienda civil, pero no hay que olvidar que por sí solo este hecho no implica de inmediato costes unitarios menores. Cuando la potencia instalada se incrementa, la proporción de

71. El factor utilización de la carga máxima es tanto menor cuanto la curva es más uniforme y tanto mayor cuanto más elevadas son las puntas. Se obtiene mediante la relación entre la carga máxima y la carga media del período analizado. El factor utilización de la potencia se obtiene mediante la relación entre la carga media y la potencia total instalada del sistema.

72. Sintés y Vidal (1933), p. 185.

73. El dato del coeficiente de utilización español procede de Sintés y Vidal (1933), pp. 185 y ss.

74. Estas estimaciones fueron realizadas por Sintés y Vidal (1933), pp. 180 y ss.

75. Sintés y Vidal se emplearon en el cálculo en pts. de un *kwh* producido, según las horas de utilización y la carga de una central, contando con datos de centrales eficientes en el extranjero y de centrales eficientes españolas e incluyendo los costes de administración, personal y servicio al capital. Manteniendo la carga máxima durante las 24 horas del día a lo largo de un año, el coste medio de un *kwh* en la hipotética central extranjera alcanzaba 5 céntimos de pts. y en España 8 céntimos, debido a que aquí el coste de explotación era mayor, a su juicio, y que la carga financiera que soportaban las compañías era también por término medio algo superior: un 12 por 100 fuera y un 15 por 100 en España. Sintés y Vidal (1933), pp. 262-263.

76. Destacan entre ellos los juicios de Gelpí (1925), p. 271 y Bustelo (1943), pp. 109-121.

77. Véase Anexo 1.

78. Bustelo señalaba que además del precio del suministro eran importantes las condiciones del mismo. Si las centrales estaban sometidas a fuertes oscilaciones de producción debido a estiajes y falta de regulación, determinadas producciones electrolíticas no era posible rentabilizarlas. Bustelo (1943), p. 115.

los costes variables crece en menor medida que la de los costes fijos, que alcanza entre el 30 y el 60 por 100 del precio unitario. Aunque la ventaja en los costes de explotación sea relevante, ésta sólo se verifica si los usos intensivos son predominantes⁷⁹.

No es de extrañar, pues, que los usos más relevantes del fluido en otros países no destacaran aquí, excepto en regiones cercanas a las cuencas hidroeléctricas: la ubicación de las principales electroquímicas y electrometalúrgicas coincide con la Cuenca del Ebro y la vertiente Cantábrica⁸⁰. Allí donde era distribuida tras recorrer cientos de km, la electricidad debía ser empleada por necesidad en otras aplicaciones. Así, del total de energía eléctrica empleada en usos intensivos en 1933, que sumaba alrededor de 228×10^6 Kwh, 123×10^6 Kwh eran consumidos en Aragón⁸¹.

En suma, antes de la guerra civil, la oferta hidroeléctrica española no presentaba buena parte de los rasgos que habían convertido a sistemas regionales o nacionales de naturaleza hidroeléctrica en eficientes. Los costes de producción de la electricidad en España no pudieron rebajarse en la misma medida que allí donde se contó con mejores recursos para su explotación, aprovechándose en su totalidad con una adecuación de la demanda al perfil propio de la oferta hidroeléctrica⁸².

La estrategia de defensa del ingreso: la discriminación de los usos industriales

En 1935, los ingresos del conjunto de las compañías españolas productoras de electricidad se desglosaría del siguiente modo:

TABLA 2
INGRESOS POR TIPO DE CONSUMO EN 1935

SUMINISTRO	CONSUMO EN GWH		INGRESOS (M/PTS.)	
LUZ	513,81	16,8%	308,35	57,3%
FUERZA	1.783,07	58,3%	196,13	37,6%
TRACCION	761,26	24,9%	20,90	4,1%

Fuente: Errandonea (1943): p. 81. Estas magnitudes están calculadas considerando que el precio medio del alumbrado era de 0,60 pts. de 1935, la fuerza industrial 0,11 pts. y la corriente destinada a tracción a 0,08 pts.

79. Giannetti (1992).

80. Las industrias electroquímicas más destacables de este período en España fueron Energía e Industrias Aragonesas, de Sabiñánigo, La Sociedad Ibérica del Nitrógeno, con sede en Flix y en la Felguera, y la Solvay de Santander.

81. Errandonea (1935c), pp. 697-705 y Nadal (1993).

82. En este sentido señalaba Errandonea: "La situación de España para la fabricación de nitrogenados es semejante a la de otros países (...), siempre que el precio de la energía se acomode al usual en esta fabricación" en Errandonea (1935b), p. 259.

Como se observa, predominan los ingresos procedentes del alumbrado. Este hecho no es particular, sino que venía sucediendo 10 años atrás en el resto de Europa, con la diferencia de que en otros países la energía eléctrica consumida para iluminación alcanzaba un 20 ó 30 por 100 del total y tan solo un 50 por 100 de los ingresos eléctricos procedían de la venta de energía para este uso⁸³. Esta circunstancia pudiera hacer pensar que el precio del *kwh* para esta aplicación era en España diferencialmente elevado. Diversas evidencias muestran que, por el contrario, al menos en los centros urbanos, venía rebajándose, como en la Europa servida por energía termoeléctrica, desde el final de la Gran Guerra⁸⁴. Esta tendencia de las tarifas para iluminación se ha explicado con gran satisfacción para el caso madrileño, considerando su caída fruto de la competencia que se suscitó entre compañías tras la comparecencia de la hidroelectricidad en el segundo decenio del siglo⁸⁵, pero, en torno a 1930, el fenómeno se había generalizado. Paradójicamente, en Italia, territorio de predominio hidroeléctrico, el diferencial de precios entre el alumbrado y la fuerza era mayor que en España: los precios de la iluminación en la Italia de 1929 eran 6,5 veces mayores que los de la fuerza industrial, mientras que en España lo eran sólo 5,4 veces en las mismas fechas⁸⁶.

Las condiciones normativas en que el servicio se prestaba en España con anterioridad a la guerra civil obligaba a las compañías a la publicación de las tarifas máximas en el momento del comienzo de su servicio y al respeto a las mismas, sin alteraciones al alza, bajo supervisión gubernativa⁸⁷. Las empresas eléctricas sólo podían cobrar el servicio de los *kwh* efectivamente consumidos mediante contador o los previstos por Tanto Alzado, prohibiéndose los sistemas de tarifa binomia que aplicaban una cantidad fija por potencia y otra variable por consumo⁸⁸. Tampoco se permitía siquiera el cobro del alquiler de contador, que suponía de hecho un subterfugio del establecimiento del *mínimo de consumo*⁸⁹. Sí se reconocía, en cambio, la aplicación de tarifas diferentes se-

83. Segreto (1993), pp. 345-6.

84. En 1901, la comparación de los precios para alumbrado en diversas capitales europeas y en Madrid mostraba que esta última, con precios cercanos a la peseta, era una de las urbes más caras. Sin embargo, tras la introducción de la hidroelectricidad, A. Aubanell ha demostrado que Madrid se convirtió en el segundo decenio del siglo en una de las capitales en que el alumbrado eléctrico resultaba más asequible. Por último, en los años 30, Spottorno comparó datos de los países con mejores condiciones de partida para la producción eléctrica y España -Noruega, Suiza, EE.UU., Alemania e Inglaterra- y concluyó que las tarifas medias de alumbrado en España eran claramente favorables, si se exceptuaba el caso noruego. Para 1901, suelto sin firma en *La Energía Eléctrica*, (1901), p. 322. Para Madrid, Aubanell (1992), pp. 143-171; Spottorno (1943), pp. 43-61.

85. Aubanell (1992).

86. Estimación propia a partir de los datos ofrecidos por Errandonea (1943), pp. 81 y ss.

87. Artículo 11º de las Instrucciones Reglamentarias de 1904, confirmado mediante la *Ley de Subsistencias* de 1916, en su artículo 4º. García Rodrigo (1927). Véase asimismo Bartolomé (1993), cap. 2.

88. Mediante el *Decreto Besada*, de 25 de octubre de 1907, se eliminaron los "mínimos de consumo", o facturación por potencia, entablándose un conflicto entre compañías y usuarios que se prolongó a lo largo de dos decenios, sin lograrse en este período el reconocimiento oficial de la composición de los costes de producción de electricidad que las compañías deseaban. Una descripción minuciosa del proceso es la que ofrece el principal valedor de las compañías en este período: Corella (1914 y 1915), pp. 5-26.

89. Instrucciones reglamentarias de 1904.

gún el uso que se fuera a dar al fluido. El patrón de discriminación tarifaria vigente en el decenio de 1930 fue, sin grandes variaciones, el siguiente: el alumbrado se facturaba a 60 céntimos de peseta como media, la fuerza industrial variaba entre 11 y 20 y la electricidad empleada en la tracción de vehículos se cobraba a 8 céntimos aproximadamente. En realidad, las variaciones en las series de precios medios al por menor disponibles en la actualidad reflejan más las alteraciones en la cuota de cada uno de estos consumos que cambios reales en los precios del fluido⁹⁰. Como se ha demostrado recientemente, las tarifas declaradas y las realmente aplicadas en el caso de los grandes consumidores podían variar sustancialmente a la baja⁹¹. No era así en el caso de la iluminación puesto que, dada la dispersión de sus consumidores, éstos carecían de capacidad de negociación, y los precios declarados se solían corresponder con los aplicados efectivamente.

En las páginas siguientes, se perfila una hipótesis que hace derivar el comportamiento de los precios de venta de los usos domésticos, en los años inmediatamente anteriores a la guerra civil, de la estrategia defensiva del ingreso que las empresas españolas adoptaron para ajustarse a las condiciones de la demanda española y mantener su rentabilidad. A diferencia de otros países de predominio hidroeléctrico, parece que fue la oferta la que se adaptó a la demanda de energía. De esta suerte, las compañías aplicarían una discriminación tarifaria simple, pero eficaz, que asegurase su retribución y aplazase las inversiones precisas para recortar costes de explotación y transporte, aunque, al tiempo, se beneficiara diferencialmente a unas aplicaciones sobre otras. Si la tesis es válida, ésta lograría explicar el diferencial en las relaciones entre los precios para distintos usos de electricidad en Italia y España. En Italia está demostrado que fue la demanda la que se adaptó a la oferta. Allí, la estrategia predominante de defensa del ingreso en tiempos de crisis fue la de evitar la diversificación de los consumos, favoreciendo la venta de electricidad para utilizaciones intensivas⁹².

Costes y tarifas eléctricas

La propuesta de tarifas de energía eléctrica presenta una complejidad adicional a la de otras industrias, como ya se señaló: por una parte, los costes dependen de la escala, pues al crecer la producción disminuye el coste unitario del producto final en plena capacidad, pero, por otra, derivan de la forma y momento en que esa potencia se haya utilizado. No existe, por este motivo, una relación lineal entre aumento de la producción y variación de los costes⁹³. Por esta causa, a lo largo de este período las compañías se es-

90. Las series han sido empleadas, no obstante, para establecer interesantes comparaciones con los precios del carbón. Antolín (1988 b) y Maluquer (1987).

91. Antolín (1988 a).

92. Giannetti (1991) y Giannetti (1993).

93. Garfield y Lovejoy (1964).

forzaron en todo el mundo por mejorar, de un lado, los instrumentos de medida y, de otro, afinar en sus propuestas tarifarias.

En los primeros años del siglo y, en ausencia de regulación de precios redistributiva, la competencia con las compañías del gas y con los autoproductores indujo a las empresas a que sus precios fueran tarifas ajustadas a las condiciones de los mercados, en otras palabras, a que propusieran precios inmediatamente inferiores a los de sus competidores en cada uso. Esta aproximación burda para la captación de clientes fue un criterio que se mantuvo a lo largo de todo el período, aunque la mejora paulatina en los contadores conllevó la difusión de propuestas de tarificación cada vez más conformes con el perfil de costes del sistema. Antes de fin del siglo XIX, se hicieron operativas tarifas que gravaban negativamente el pico individual de los usuarios, suponiendo que el pico del sistema se correspondería con la demanda máxima individual. Este modelo de tarificación consistía en el cobro de una cantidad fija por la carga contratada y un segundo tramo variable según el consumo efectivo⁹⁴.

Cuando los instrumentos de medida se perfeccionaron la tarifa binomia se sustituyó por tarifas bloque, que también aplicaban un fijo por potencia contratada, pero dividían la demanda individual del usuario en distintos bloques de carga, a los que se aplicaban tarifas progresivamente más elevadas⁹⁵. Aunque más cercanas al óptimo, ninguna de estas tarifas alcanzaba a ajustar los precios a los picos del sistema⁹⁶.

En todo caso, ambos modelos buscaban optimizar la utilización de las centrales, ofreciendo precios menores a los consumidores industriales, cuya demanda constante pudiera hacer aprovechable la energía procedente de los saltos fluventes. Esta óptica de tarificación fue la que prevaleció en el período de entreguerras en los países de predominio hidroeléctrico: en el caso italiano, las estrategias defensivas del ingreso trataban de evitar puntas de carga elevadas en el sistema, pues, pese a que los costes marginales eran iguales a 0 en la estación húmeda y podían, por tanto, practicarse tarifas muy bajas cuando los flujos de energía hidráulica excedían la demanda de energía eléctrica, durante la estación seca los costes marginales eran muy elevados, al menos equivalentes a las inversiones necesarias para construir los embalses de acumulación precisos para evitar la discontinuidad de los caudales⁹⁷.

Ahora bien, desde el principio de siglo venía elaborándose otra perspectiva de tarificación de energía eléctrica que, en vez de favorecer el aumento de la utilización constante de las centrales, primaba el incremento discontinuo de la carga de las instalaciones. Desde este punto de vista, favorecer una mayor diversificación de la demanda —punta y valles— sería rentable, siempre y cuando se discriminasen las tarifas adecuadamente. Los contenidos de esta polémica llegaron a España con posterioridad, pero la

94. Tal es el procedimiento de la tarifa Hopkinson.

95. La primera fue la tarifa Wright.

96. Dunsheat (1961) y Neufeld (1987).

97. Giannetti (1993), p. 290.

utilización del factor utilización de la carga máxima como indicador del rendimiento de las centrales estaba muy extendida desde el segundo decenio del siglo⁹⁸.

Durante la Gran Depresión, las sociedades europeas que se habían empeñado en grandes inversiones en el decenio anterior comenzaron a encontrar dificultades para colocar la energía sobrante de las nuevas instalaciones. Esta circunstancia, recurrente en el perfil de desarrollo de este sector, se agudizó a consecuencia de la crisis. Tanto en Francia, como en Inglaterra y Alemania, se propusieron políticas incentivadoras de los usos domésticos, sobre la base de análisis que mostraban la elevada elasticidad-precio de este tipo de consumos⁹⁹. Con la reducción de los precios para usos domésticos, se suponía que se incrementaría significativamente su consumo. El aumento de la utilización de la carga máxima de las centrales compensaría la falta de utilización de la potencia por parte de las manufacturas en momentos de depresión económica. Esto era así particularmente en los sistemas de predominio termoeléctrico, donde el incremento de los ingresos medios compensaba de sobra los crecientes costes marginales. Entroncando con la perspectiva de tarifación que proponía estrategias discriminadoras de la demanda, en buena parte de Europa los precios de venta de la energía eléctrica para utilización doméstica se alteraron a la baja¹⁰⁰.

En España, en los mismos términos, un técnico español de la Casa Osram aprovechó los materiales de la COPDE para elaborar diversos trabajos que difundieron entre los industriales la relevancia y el cuidado que habían de depositar en el mercado de alumbrado. Dicho autor demandaba precisamente tarifas más flexibles y bajas para iluminación que, a su manera de ver, constituirían la garantía de la supervivencia de esta industria¹⁰¹.

Las claves de la discriminación tarifaria en España

Como ya vimos, las condiciones normativas impuestas a las empresas españolas impedían la aplicación de tarifas eléctricas binomiales o de bloque. Esta circunstancia obligaba a las compañías a que su rentabilidad dependiera de ordinario de la discriminación tarifaria aplicada a los distintos usos.

Como es bien sabido, la discriminación tarifaria se lleva a cabo en un mercado cuando el mismo producto se vende a diversos consumidores a precios distintos. Las condiciones de la discriminación son que ésta se ejerza en régimen de monopolio, o de monopolio compartido, sin que su intención sea la de expulsar a posibles competido-

98. Ancil (1913), pp. 185-186.

99. Giannetti (1993), p. 288.

100. Existe versión española del divulgador más relevante de estas nociones, que realizó un interesante análisis comparativo de la extensión del alumbrado público en el conjunto de Europa. Seeger (1936).

101. Arrúe (1935).

res, y que el producto sea homogéneo¹⁰². En el período de madurez del primer sistema eléctrico español, la discriminación tarifaria ejercida por las empresas podía orientarse entre dos extremos, que se corresponden en buena medida con los modelos de tarifa- ción reseñados con anterioridad: o bien que los costes fijos fueran abonados tan solo por los consumidores en horas pico, y que el resto atendiera sólo a los costes variables; o bien que los costes fijos fueran sufragados conjuntamente, de modo que los consumi- dores valles abonaran un precio mayor que los costes variables y esto pudiera repercutir en una rebaja en los precios de los consumidores en horas pico.

A mi manera de ver, en estos años, la baja utilización de los establecimientos espa- ñoles no podía compensar a las empresas por sus grandes inversiones. Una explicación razonable de su supervivencia es que la discriminación tarifaria que se aplicó favore- ció, como en otros lugares, a los consumidores en horas pico, o consumidores domésti- cos. Pese al predominio hidroeléctrico, en una coyuntura de exceso de capacidad pro- ductiva, se cargó sobre ambos tipos de consumidores precios mayores al coste del servicio recibido, estableciendo como criterio la regla de la elasticidad inversa. Los consumidores beneficiados serían los que se presumía que presentaban una mayor elasticidad precio, esto es, los consumidores domésticos¹⁰³.

La comprobación empírica de esta hipótesis exigiría contrastar al menos dos mag- nitudes básicas de las que, sin embargo, carecemos: no se dispone por el momento de series representativas que distingan entre costes fijos y variables por *kwh* consumido en distintas aplicaciones, para su comparación con los ingresos de las compañías por venta del alumbrado y de la fuerza demandada por los grandes consumidores. Quien se acercó más a estos cálculos fue Gelpí en el decenio de 1920, pero partiendo de costes de instalación subestimados¹⁰⁴.

Las condiciones de la discriminación

El carácter inicial de este trabajo, y de la hipótesis sugerida, encuentra un respaldo si no cuantitativo, sí cualitativo, en las circunstancias en que tenía lugar la venta de energía eléctrica en España en el decenio de 1930: la existencia de un exceso de capa- cidad provocado por las construcciones del decenio anterior, la existencia de merca- dos oligopolizados en la distribución, la presencia de condiciones favorables para la difusión del alumbrado eléctrico y la debilidad de la demanda manufacturera.

Los testimonios sobre el exceso de capacidad de este período son cuantiosos entre los técnicos de la época, pero baste señalar que el incremento de la producción fue se- mejante al aumento acumulativo de la potencia instalada —alrededor de un 8 por 100

102. Segura (1993).

103. Referencias a los estudios sobre elasticidades precio en estos años en Giannetti (1993).

104. Gelpí (1925).

entre 1925 y 1935—, cuando era de esperar que la producción creciera en mayor medida, pues los niveles de utilización de la potencia instalada en 1925 eran muy bajos, dada la cuota de consumo correspondiente a cada uso.

Por otra parte, la cartelización temprana de la oferta de energía eléctrica se anticipó a la construcción de monopolios regionales y locales que tuvo lugar tras la expansión hidroeléctrica del segundo decenio del siglo¹⁰⁵. La configuración de mercados no competitivos fue lenta e imperfecta, pero su existencia pudo incidir en los precios y cantidades de energía suministrada¹⁰⁶. Su poder de mercado era evidente allí donde éste era suficientemente extenso y podía disfrutar de economías de escala¹⁰⁷. Este hecho, unido a la ausencia de regulación estatal, era condición previa para la discriminación tarifaria. Las empresas podían actuar de acuerdo a las condiciones de su propio mercado, sin atender a los criterios del largo plazo o del beneficio social¹⁰⁸.

En tercer lugar, el consumo de alumbrado se comportó en España con una elevada elasticidad precio a lo largo de todo el período considerado¹⁰⁹. La elasticidad renta de demanda fue acusada en los primeros años de la electrificación, pero luego se hizo más rígida, adquiriendo una evidente potencialidad anticíclica. En este sentido, el gasto en iluminación medido en porcentaje del total de los ingresos medios de una familia española era mayor que el empleado en aquellas fechas en otros países¹¹⁰. Si bien el gasto medio por familia en luz eléctrica era de 60/70 pts. año, en las zonas urbanas de hasta 100.000 habitantes, éste se elevaba a 100-110 pts. y en las ciudades de más 100.000 habitantes, el gasto alcanzaba hasta 120 pts. año.

De hecho, la difusión del alumbrado eléctrico en España se había beneficiado de la escasa extensión de la luz por gas y del retraso en el proceso urbanizador español respecto a otros países europeos. De un lado, mientras en Madrid, en 1901, el consumo anual de gas era de 21 m³ por habitante y año y en Barcelona 117, la media de las grandes ciudades inglesas era de 186¹¹¹. En torno a 1930, el consumo *per capita* español de gas se comparaba desfavorablemente incluso con el correspondiente a los países electrificados, tales como Alemania, Noruega e Italia¹¹². La difusión de la iluminación eléctrica disfrutó, por tanto, de una débil competencia en la mayoría de las ciudades españolas. Urbes que, por otra parte, iniciaron su modernización demográfica y de servi-

105. Maluquer (1985).

106. Vidal Burdils (1946), p.18.

107. Antolín (1992).

108. Como he señalado en otro lugar, no considero que los efectos de la no regulación del mercado eléctrico español con anterioridad a la guerra civil fueran tan perniciosos como se ha enjuiciado en otras ocasiones. Bartolomé (1993), cap. II.

109. Como demuestra para el caso madrileño en los años de la guerra tarifaria: Aubanell (1992).

110. En Alemania, el gasto de electricidad no alcanzaba más de 0,9 por 100 de los ingresos familiares. Errandonea (1943), p. 100.

111. Sudrià (1983), p. 109.

112. El consumo español era de 6,3 m³ por habitante y año, el de Alemania 40,2; el de Inglaterra 174,8; el de Suiza 60,5 y el italiano 19,3. Vidal Burdils (1946), p.23.

cios en el primer tercio del siglo XX¹¹³. Las infraestructuras municipales se convirtieron en uno de los principales destinos del capital, abundante en los primeros años del siglo, y la contratación del alumbrado eléctrico municipal actuó como palanca para la creación de fábricas de electricidad por toda la península¹¹⁴. Una vez establecida la red, el alumbrado doméstico permitía tal diversidad en los tipos de contratación que se adoptaría con prontitud en las distintas zonas que constituían las ciudades¹¹⁵.

La facilidad con la que se extendió el alumbrado contrasta con el crecimiento lento de los consumos industriales. La electricidad rebajó la factura energética de las manufacturas y flexibilizó la localización y organización de la mayor parte de los procesos industriales. Ahora bien, la ventaja que procuró fue insuficiente para desencadenar un intenso proceso de creación de nuevas industrias, para un mercado con escasa capacidad de absorción¹¹⁶. A pesar de que la cuota de consumo eléctrico industrial se incrementó sin interrupciones a lo largo de todo el período, no alcanzó ni a los porcentajes italianos ni a los franceses¹¹⁷. La elasticidad precio del consumo de energía eléctrica para las manufacturas se había mostrado positiva en coyunturas tales como la I Guerra Mundial, durante la cual se observó un destacado efecto sustitución de carbón por electricidad¹¹⁸. Sin embargo, acabado el período bélico, los precios de la fuerza industrial menguaron a un ritmo menor y la electrificación se ralentizó. Las siguientes ampliaciones de la oferta eléctrica, coincidentes con la culminación de los grandes proyectos constructivos del tercer y el cuarto decenio del siglo, no derivaron en una rebaja de los precios del fluido suficiente para que se traspasase el umbral de rentabilidad de la utilización de esta energía por parte de buena parte de las manufacturas y, sobre todo, de electroquímicas y electrometalúrgicas¹¹⁹.

En suma, mientras en Italia, la crisis derivada de la Gran Guerra había originado una adaptación de la demanda a la oferta que consistió en políticas de defensa del ingreso que promovieron los usos más intensivos, y retrasaron la diversificación de los consumos eléctricos¹²⁰, en España, en cambio, la crisis industrial del decenio de 1930 provocó una acomodación de la oferta en función de la demanda. En efecto, todo pare-

113. Las ventajas asociadas a la iluminación en Derry y Williams (1986). El incremento de la tasa de urbanización fue analizado por Gómez Mendoza y Luna (1986). Una lectura de la aparición de los servicios municipales en Antolín (1991).

114. La acción municipal y el aumento de la inversión por parte de las élites locales en los servicios públicos ha sido abordado para los casos de Valencia y Madrid por Aguilar Civera (1990) y Rueda (1991), respectivamente.

115. En palabras de Cambó, la difusión del alumbrado constituía la "Democratización del bienestar", pues este fue el título que dio a un artículo publicado en la *Revue de Economie Internationale*, en 1922, cuando ya eran patentes sus intereses en la CHADE.

116. Véase Maluquer (1987).

117. En este último país, un 32 por 100 del consumo efectivo de electricidad se destinaba a la producción electrometalúrgica y un 20 por 100 a la electroquímica en 1927. Notas (1927), pp. 114-5.

118. Maluquer (1987).

119. Véase para el caso de la electroquímica Nadal (1993).

120. En realidad, se habían enfrentado dos estrategias distintas, representadas por la SIP y la Edison. Pero la de esta última fue la que triunfó. Giannetti (1991).

ce indicar que el modelo de discriminación tarifaria que se impuso promovió la diversificación de los usos eléctricos.

Conclusiones

“Se podría decir que la venta de energía eléctrica estaba dentro de la paradoja de que se vendía poca cantidad porque era cara y, a su vez, la energía era cara, porque se vendía poca”¹²¹.

La electrificación española vino determinada en buena medida por efecto de la evolución de los precios de esta energía. Si por un lado impulsaron su pronta difusión, por otro, impidieron la intensificación de su uso. En vísperas de la guerra civil, existen indicios de que los precios de venta de la energía eléctrica comercial en forma de fuerza eran responsables, en buena medida, del ritmo lento de la electrificación industrial.

Un componente relevante de estos precios era el coste del *kwh* distribuido. Por sí mismo, constituía una barrera para su empleo intensivo. Este coste elevado derivaba de las condiciones de explotación de la energía eléctrica en España y de la configuración de la demanda energética. Por una parte, la dotación de recursos hidroeléctricos de la península imponía una barrera a la rebaja de los costes. La utilización de saltos mediocres, la irregularidad de los caudales y la lejanía entre los centros de producción y consumo serían sus principales variables. Por otra, la debilidad de la demanda intensiva de electricidad obstaculizaba un mejor aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos en explotación y, por tanto, hacía repercutir sobre los *kwh* efectivamente consumidos el coste del conjunto de la capacidad instalada. Ambas restricciones se agudizaban a causa de la falta de integración del sistema de producción y de los mercados de consumo.

Por el contrario, las condiciones de difusión del alumbrado eléctrico en España fueron bastante favorables, debido en particular a la ausencia de competidores y al retraso con el que se emprendió el proceso de urbanización y de modernización metropolitana. Este último coincidió temporalmente con la implantación de esta innovación. La demanda de alumbrado eléctrico fue, por tanto, amplia y sostenida a lo largo de este período.

Las empresas suministradoras asignaron precios diferentes a las distintas aplicaciones eléctricas. Esto venía dado, en primer término, porque la energía eléctrica empleada en forma de fuerza o de alumbrado implicaba costes asimismo diversos, debido al modo de distribución y al perfil horario de cada uno de estos usos. Pero, en segundo término, esta discriminación en las tarifas según los usos obedecía en buena parte a la existencia de mercados eléctricos diferenciados, con elasticidades precio diversas

121. Errandonea (1943), p. 91.

para aplicaciones domésticas o industriales. La imposibilidad legal de hacer uso en España de fórmulas de tarificación complejas pudo inducir a que la discriminación en el precio de los distintas aplicaciones fuera el único mecanismo de ajuste de ingresos para las empresas eléctricas.

En el decenio de 1930, en que la crisis de consumo industrial coincidió con un período cíclico de exceso de oferta, las empresas se vieron conminadas a incrementar la carga de las centrales vía iluminación aún a costa de mantener parte de su potencial infrutilizado. El hecho de que los precios del alumbrado eléctrico en España comparasen entonces favorablemente con las tarifas para luz vigentes en otros países y que, sin embargo, los precios para aplicaciones industriales lo hicieran desfavorablemente indicaría, en esta lógica, que la discriminación tarifaria que se llevó a cabo por parte de las empresas eléctricas españolas actuó en favor de la extensión del alumbrado. Con el propósito de rentabilizar sus instalaciones y de que sus ingresos no disminuyeran, es probable que las empresas eléctricas españolas aplicaran tarifas de uso doméstico inferiores al coste marginal total y que, de este modo, el consumo de luz eléctrica comenzara un período expansivo.

No es posible evaluar por el momento en qué medida esta circunstancia pudo perjudicar la extensión del uso de la fuerza eléctrica y, por tanto, de una electrificación industrial de mayor alcance. Aunque es sabido que otros factores, señalados más arriba, yugulaban también su aprovechamiento.

En suma, la energía hidroeléctrica constituía en 1935 un recurso valioso, que había empujado el avance en la utilización de las energías modernas, y que contribuyó a la integración del mercado energético español. Sin embargo, sus logros no alcanzaron a los de aquellos países que contaron con mejor dotación de recursos, un mercado energético más coordinado y una demanda industrial sostenida. Ahora bien, aunque esta electrificación fue limitada, también fue rentable, por cuanto supo adaptarse a las exigencias de una demanda diversificada. Fue tan grande la industria que se constituyó para su explotación, según los baremos industriales españoles, que hasta nuestros días ha persistido la tentación de confundir la relevancia del sector eléctrico con el alcance de la electrificación que de él se derivó.

ANEXO 1

**COSTE MÁXIMO DE KWH PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
EN LOS SIGUIENTES USOS**

Empleo de la energía	Coste en centimos de pts.
Fundición eléctrica partiendo del mineral	1,25
Aceros eléctricos dulces	2,00
Industrial del aluminio	4,00
Industria de trituración y monde menas pobres	4,00
Fabricación de carburos metálicos y derivados	4,00
Industrias de la sosa electrolítica, hipocloritos	4,50
Otras industrias electrometalúrgicas	5,00
Otras industrias electroquímicas	5,00
Industria del cobre electrolítico	7,00
Tracción eléctrica de ferrocarriles	8,00
Navegación marítima	8,00
Navegación fluvial	9,00
Grandes construcciones metálicas: puentes	9,00
Industrias mineras extractivas	9,00
Otras industrias químicas	9,00
Industrias de pulverización: cerámica, cementos	9,00
Tracción de tranvías	10,00
Fabricación de aceros eléctricos especiales	10,00
Industrias textiles: blanqueo, aprestos	10,00
Tracción de automóviles y camiones	12,00
Construcciones mecánicas y eléctricas	15,00
Navegación aérea	16,00
Fábricas de aserrar maderas	16,00
Laboreo de campos	18,00
Fábricas de extractos tánicos y curtidos	22,00
Fábricas de harina y derivados	25,00
Fabricación de colorantes naturales y artificiales	27,00
Industrias agrícolas: vino, aceite, cerveza	30,00
Fábricas de pinturas, esmaltes, barnices	30,00
Fabricación de perfumes	35,00
Industrias domésticas y calefacción	40,00
Alumbrado de poblaciones	100,00

Fuentes: Gelpí Blanco (1924), pp. 78 y 79.

ANEXO 2

RECUENTO DE ESTABLECIMIENTOS HIDROELÉCTRICOS AUTORIZADOS POR PROVINCIAS EN 1908: POTENCIA, ALTURA, CAUDAL Y UTILIZACIÓN

Provincia	I. Potencia H. (C.V.)	II. Potencia H. Prov/tot (%)	III. Potencia media (C.V.)	IV. Establecimientos H.	V. Caudal medio (Us)	VI. Altura media (m)	VII. Utilización (E/M)
Alava	4.014	0,520	669,0	6	917	81,90	3E/3M
Guipúzcoa	19.224	2,500	534,0	36	2.037	29,40	33E/3M
Vizcaya	1.876	0,240	208,5	9	1.845	16,00	2E/6M
Navarra	16.241	2,100	626,6	26	4.094	14,80	26E
Albacete	11.378	1,500	813,0	14	9.429	9,50	14E
C. Real	940	0,120	313,3	3	7.331	8,80	3E
Guadalajara	14.870	1,920	1.959,0	8	15.862	10,34	2E/6M
Toledo	39.636	5,140	2.642,0	15	24.607	5,90	13E/2M
Alicante	1.727	0,220	576,0	3	725	30,00	2E/1M
Castellón	32.187	4,170	1.893,0	17	6.660	21,30	17E
Almería	1.876	0,240	938,0	2	630	94,12	2E
Cordoba	10.264	1,380	763,0	14	10.264	4,66	12E/2M
Huelva	s.d.	s.d.	s.d.	1	1.000	6,00	1E
Málaga	160	0,020	160,0	1	2.000	6,00	1M
Ávila	987	0,130	493,0	2	3.500	506,00	2E
Burgos	41.964	5,440	1.447,0	29	5.151	16,72	29M
Palencia	36	0,005	36,0	1	3	1,80	1E
Salamanca*	109.534	14,210	36.511,0	3	23.000	144,10	3E
Segovia	1.425	0,180	475,0	3	967	14,30	3E
Soria	511	0,060	46,0	11	2.230	2,36	6E/5M
Zamora	5.221	0,670	2.610,0	2	19.500	9,03	1E/1M
Badajoz	1.316	0,170	439,0	3	9.676	2,80	1E/2M
Cáceres	188	0,020	47,0	4	2.175	2,16	4E
Barcelona	438	0,060	219,0	2	5.250	2,98	2M
Lérida	160.269	20,800	5.936,0	34	12.049	38,33	26E/8M
Huesca	97.861	12,700	2.127,0	51	5.220	44,11	33E/18M
Zaragoza	64.688	8,400	2.940,0	22	29.319	11,80	16E/6M
Lugo	4.470	0,580	559,0	9	7.312	6,18	8E
Orense	72.664	9,430	7.266,0	10	13.890	61,65	10E
Pontevedra	13.882	1,800	1.262,0	11	2.359	40,13	11E
Santander	24.810	3,220	1.181,0	24	1.630	51,46	24E
Oviedo	9.226	1,200	1.153,0	8	4.937	17,52	8E
Murcia	6.590	0,850	659,0	10	8.400	7,70	10E
Total	770.473	99,995	-	394	-	-	295E/95M

Fuentes: Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes (1912), tomo I, pp. 298 y ss. *Los datos sobre Salamanca han de tomarse con precaución, pues no concuerdan con los de otros recuentos contemporáneos.

ANEXO 3

ESTADÍSTICA DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS SUPERIORES A 400 KVA
POR VERTIENTES EN 1931: POTENCIA, ALTURA, CAUDAL CONCEDIDO
Y REGULARIDAD INTERANUAL DE LOS CAUDALES

Cuenca	I. Potencia H. en KVA	II. Potencia Ver/tot (%)	III. Potencia media (KVA)	IV. Centrales	V. Caudal medio (l/s)	VI. Altura media (m)	VII. Regula- ridad intera.
V. Catalana	44.654	3,72	1.313	34	3.119	57,41	s.d.
C. del Ebro	516.549	43,07	8.609	60	18.700	105,70	6,96
Pirenaicas	18.996	1,58	4.749	4	547	305,00	s.d.
Levantinas	27.640	2,30	2.126	13	5.950	62,00	s.d.
Júcar	118.552	9,88	6.586	18	19.440	36,90	3,25
Segura	42.442	3,54	3.858	11	9.666	23,50	5,68
S. Mediterráneo	27.422	2,29	3.917	7	1.943	298,50	3,28
Guadalquivir	95.932	8,00	2.821	34	9.104	73,00	4,42
Sur Atlántica	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Guadiana	5.492	0,46	915	6	2.687	32,53	3,77
Tajo	108.393	9,04	5.704	19	19.300	83,00	3,40
Duero	20.096	1,67	1.180	17	15.501	45,86	2,73
Miño	2.034	0,17	678	3	s.d.	4,80	3,19
V. Oeste	37.865	3,16	3.155	12	6.000	96,30	s.d.
Cantábrica	133.275	11,11	2.298	58	3.445	150,00	2,68
Total	1.199.315	100,00	4.024	296	-	-	-

Fuentes: para las columnas I-VI, Bello Poeuyusan (1932). Para la columna VII: Ministerio de Obras Públicas (1932). Tomo II: *Datos Fundamentales*, Anexo VIII, Aforos, pp. 123-147.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, I. (1990): *El orden industrial en la ciudad. Valencia en la segunda mitad del siglo XIX*, (Valencia).
- AMIGO, P. (1992): "La formación del mercado eléctrico nacional en España: la aportación de Castilla y León" en *Cuadernos de Economía de Castilla y León*, n. 2, (Valladolid, Junta de Castilla y León), pp. 119-153.
- ANCIL, M. (1913): "Las tarifas según la carga: horas valle y horas punta según las épocas del año" en *La Energía Eléctrica*, pp. 185-186.
- ANTOLIN, F. (1988,a): "Electricidad y crecimiento económico. Los inicios de la electricidad en España" en *Revista de Historia Económica* (VI), n.3, pp. 635-655.
- ANTOLIN, F. (1988,b): "Un servicio público con escasa intervención. Los primeros cuarenta años de la electricidad en España" en *Economía Industrial*, pp. 27-38.

- ANTOLIN, F. (1989): "Hidroeléctrica Ibérica y la electrificación del País Vasco", en *Revista de Economía Pública*, (VI), n. 5, pp. 107-130.
- ANTOLIN, F. (1990): Electricidad y crecimiento económico. Una hipótesis de investigación en *Revista de Historia Económica*, n.3, pp. 661-671.
- ANTOLIN, F. (1991): "Las empresas de servicios públicos municipales" en MARTIN ACEÑA y COMIN (ed.): *Historia de la empresa pública en España*, (Madrid), pp.283-330.
- ANTOLIN, F. (1992): "Public policy in the development of the spanish electric utility industry", ejemplar mecanografiado sin publicar.
- ARRUE ASTIAZARAN, M. (1935): *Desarrollo y perspectivas del consumo de energía eléctrica para luz*, (Madrid).
- AUBANELL, A.M. (1992): "La competencia en la distribución de electricidad en Madrid, 1890-1913" en *Historia Industrial*, año I, n.2, (Barcelona), pp. 143-171.
- BARTOLOME, I. (1993): *La electrificación española y la intervención estatal en el sector eléctrico (1880/1936)*, Memoria de Licenciatura, sin publicar (UCM).
- BECERRIL, E. (1943): "La regulación de los ríos como garantía del servicio hidroeléctrico" en *Electricidad*, pp. 27-41.
- BECERRIL, E. (1946): *Algunos aspectos de la Industria Eléctrica*, (Madrid).
- BELLO POEYUSAN, S. (1932): *Estadística de las Centrales Eléctricas superiores a 400 KVA con un mapa. Año 1932*, (Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Consejo de la Energía).
- BUSTELO, F. (1943): "La producción de energía eléctrica y la electroquímica" en *Electricidad*, pp.109-121.
- CAMARA OFICIAL DE PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DE ELECTRICIDAD por VIDAL BURDILS (1946): *Estado comparativo de la industria francesa y española de producción y distribución de energía eléctrica*, (Madrid).
- CARDOT, F. (1987): *1880-1980. Un siècle d'électricité dans le monde*, (París).
- CARRERAS, A. (1983): El aprovechamiento de la energía hidráulica en Cataluña, 1840-1920. Un ensayo de interpretación en *Revista de historia Económica*, n. 2, pp. 97-118.
- CARRERAS, A. (1989), (coord.): *Estadísticas históricas de España, ss. XIX y XX*, (Madrid).
- CORELLA, S. (1914 y 1915): *Apéndices a la Legislación Eléctrica*, (Zaragoza).
- DARMSTADTER (1971): *Energy in the world economy*, (Londres).
- DERRY, T.K. y WILLIAMS, T.I. (1986): *Historia de la tecnología, desde 1750-1900*, vol. II, (Madrid).
- DEVINE, W. (1983): "From shats to wires: historical perspective on electrification" en *The Journal of Economic History*, (XLIII), n.2, pp.347-372.
- DUNSHEAT (1961): *A history of electrical engineering*, (Londres).
- ERRANDONEA, E. (1935,a): "Desarrollo y producción de la electricidad en España" en *Ibérica*, (6 de abril), p.210.
- ERRANDONEA, E. (1935,b): "Desarrollo y producción de la electricidad en España" en *Ibérica*, (27 de abril), p. 259.

- ERRANDONEA, E. (1935,c): "La economía de la producción eléctrica en España" en *Ingeniería y Construcción*, XIII, 153, (Septiembre), pp. 529-535.
- ERRANDONEA, E. (1935,d): "Producción de Electricidad en varios países y en España", en *Ingeniería y Construcción*, XIII, 156, (Diciembre), pp. 697-705.
- ERRANDONEA, E. (1936): "Desarrollo de la industria eléctrica nacional en el año 1935" en *Ibérica*, (25 de abril).
- ERRANDONEA, E. (1943): "Aspectos económicos de la producción de energía eléctrica" en *Electricidad*, (Madrid), pp. 63-108.
- GALLEGO, E. (1917): *La hulla blanca en España*, (Madrid).
- GARCIA RODRIGO, M. (1927): *Legislación eléctrica*, (Madrid).
- GARCIA ZARZA, E. (1973): *El aprovechamiento hidroeléctrico salmantino-zamorano*, (Salamanca).
- GARCIA DELGADO, ROLDAN y MUÑOZ (1973): *La formación de la sociedad capitalista en España, 1914-20*, (Madrid).
- GARFIELD y LOVEJOY (1964): *Public Utility Economics*.
- GARI y SANTASUSANA (1929): *Aportación a la Conferencia Mundial de la Energía*, (Barcelona, 1929), Cfr. SINTES y VIDAL (1933), pp. 255 y ss.
- GELPI BLANCO, J. (1925): *Aprovechamiento de las energías naturales*, (Barcelona).
- GIANNETTI, R. (1984): *La conquista della forza: risorse, tecnologia ed economia nella industria elettrica italiana (1883-1940)*, (Milán).
- GIANNETTI, R. (1987): "Resources, firms and public policy in the growth of italian electrical industry from beginnings to the 30's" en F. CARDOT (1987).
- GIANNETTI, R. (1991): "I 'sisteme' elettrici italiani. Struttura e prestazioni dalle origini al 1940" en BEZZA, B. (ed.): *L'industria elettrica italiana e la società Edison*, (Bologna).
- GIANNETTI, R. (1992): "Tecnologia ed economia del sistema elettrico" en MORI (1992): *Storia dell'industria elettrica in Italia. Le origini. 1882-1914*. (Roma).
- GIANNETTI, R. (1993): "Dinamica della domanda e delle tariffe" en GALASSO, G. (1993): *Storia dell'industria elettrica in Italia. Espansione e Oligopolio. 1926-1945*. (Roma), pp. 269-324.
- GLETE, J. (1987): "Demand pull or technology push? pre-conditions for the development of the Swedish heavy electrical industry" en F. CARDOT (1987).
- GOMEZ MENDOZA, A. y LUNA, G. (1986): "El desarrollo urbano en España, 1860-1930" en *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, (IV), n.2, (julio), pp.3-22.
- GONZALEZ QUIJANO, P.M. (1926): "La energía hidráulica en España" en Sección A de la Colaboración Española en la Conferencia Internacional de Energía de Londres en *Revista de Obras Públicas*, p. 337.
- GONZALEZ QUIJANO, P.M. (1932): *Avances para una evaluación de la energía hidráulica en España*, (Madrid, Ministerio de Obras Públicas).
- HUGUES, T.P. (1983): *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*. (Baltimore).

- LUCIA, P.J. (1943): "La electricidad en España" en *Electricidad*, (Madrid).
- MALUQUER DE MOTES, J. (1985): "Cataluña y el País Vasco en la industria eléctrica española, 1901-1935" en GONZALEZ PORTILLA y otros (eds.): *Industrialización y nacionalismo: análisis comparativos*, (Barcelona), pp. 239-252.
- MALUQUER DE MOTES, J. (1987): "L'electricité facteur de développement économique en Espagne" en F. CARDOT (1987): *1880-1980. Un siècle d'électricité dans le monde*, (Paris), pp. 57-67.
- MASACHS ALAVEDRA, V. (1948): *El régimen de los ríos peninsulares*, (Madrid, CSIC).
- MENDOZA, C. (1926): "Régimen de algunos ríos españoles" en Sección B de la Colaboración española en la Conferencia Internacional de la Energía de Londres en *Revista de Obras Públicas*, p. 360.
- MIGUEL, A. de (1935): *El potencial económico de España*, (Madrid).
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Estadística de la industria eléctrica a fin de 1910*.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS (1934): CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRAFICOS. Tomo I. Exposición General de Manuel LORENZO PARDO: *Plan Nacional de Obras Hidráulicas*, (Madrid).
- MINISTERIO DE INSTRUCCION PUBLICA Y BELLAS ARTES (1912): *Reseña Geográfica y Estadística de España*, (Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico), Tomo I, pp. 298 y ss.
- MITCHELL, B.R. (1978): *European Historical statistics. 1750-1970*, (Londres).
- NADAL, J. (1993): La consolidació pel biaix dels adobs. 1914-1939 en NADAL, MALUQUER, SUDRÍA Y CABANAS (1993): *Història econòmica de la Catalunya Contemporània*, (Barcelona), pp. 149 y ss.
- NEUFELD, J.C. (1987): Price Discrimination and the Adoption of the Electricity Demand Charge en *Journal of Economic History*, vol. XLVI, (septiembre).
- NOTAS sobre la producción y consumo de electricidad en España (1927) en *Ingeniería y Construcción*, (marzo).
- ORBEGOZO, J. (1926): "Características y breve descripción de un principio de utilización de los importantes grupos de saltos en la cuenca del Duero" en La Colaboración española en la Conferencia Internacional de Londres., sec. B, p. 360.
- REDONET MAURA (1947): *Unesa. Pasado, presente y futuro de la energía eléctrica en España*, (Madrid).
- RUEDA LAFFOND, J.C. (1991): "Antonio Maura: las pautas inversionistas de un miembro de la elite política de la Restauración" en *Historia Social*, n.11 (otoño), pp. 125-144.
- SEEGER, B. (1936): *El consumo de energía eléctrica para alumbrado en Europa*, (Madrid).
- SEGRETO, L. (1992): Electricità de economia in Europa en MORI, G. (1992): *Storia dell'industria elettrica in Italia, Y, Le origini. 1882-1914*. (Roma), pp.697-704.
- SEGRETO, L. (1993): Aspetti e problemi dell'industria elettrica in Europa tra le due guerre en GALASSO, G. (1993): *Storia dell'industria elettrica in Italia. Espansione e Oligopolio. 1926-1945*. (Roma), pp. 325-398.
- SEGURA, J. (1993): *Teoría de la Economía Industrial*, (Madrid).

- SINTES y VIDAL (1933): *La industria eléctrica en España*, (Barcelona).
- SPOTTORNO, R.: "Tarificación de la energía eléctrica" en *Electricidad*, pp. 43-61.
- SUDRIA, C. (1983): "Notas sobre la implantación y desarrollo de la industria del gas en España" en *Revista de Historia Económica*, (I), n.2.
- SUDRIA, C. (1987): "Un factor determinante: la energía" en NADAL, CARRERAS y SUDRIA (comp.): *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, (Barcelona).
- SUDRIA, C. (1990 a): "La industria eléctrica y el desarrollo económico en España" en GARCIA DELGADO, J.L. (ed.): *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo*, (Oviedo, Hidroeléctrica del Cantábrico), pp. 155 y ss.
- SUDRIA, C. (1990 b): "La electricidad en España antes de la Guerra Civil: una réplica" en *Revista de Historia Económica*, VIII, n.3, pp. 651-660.
- SVENNILSON, I. (1954): *Growth and Stagnation in Western Economies*, (Ginebra).
- UNESA (1986): *El desarrollo hidroeléctrico en España*, (Madrid).
- URIARTE, E. (1949): "La energía eléctrica en España" en *Agenda Financiera del Banco de Bilbao*, (Bilbao), reproducido en *Información Comercial Española*, 408, (1967), pp. 107- 22.
- URRUTIA, J. (1917): *La energía hidráulica en España y sus aplicaciones*. (s.l.).
- VIDAL BURDILS (1941): *La economía eléctrica en España*, (Barcelona).
- WILLIAMS, T.I. (1986): *Historia de la Técnica. Desde 1900-1950*, vol.III, t.I, (Madrid).



The Water Power Limitations just before the Civil War: an Interpretation

ABSTRACT

This article focuses on the development of the hidroelectricity supply before the Spanish civil war. The author suggests that the cost of obtaining energy by using hidroelectricity provided only a relative advantage, according to its physical features and irregular rainfall. Otherwise, the Spanish electrical companys succeeded. The price system they imposed took advantage of the high price-elasticity of the lightening demand. Thus, Spain didn't achieve intensive industrialization by using hidroelectricity in the thirties, but more than 90 per cent of the country's inhabitants become electric lightening users.

