

Las empresas eléctricas y la oferta de energía en Barcelona: el ciclo de la termoelectricidad, 1881-1913

Luis Urteaga*

El desarrollo de las infraestructuras y servicios eléctricos desempeñó un papel de primer orden en la modernización económica y en la transformación espacial de las ciudades. A partir de 1880, los principales centros urbanos cambiaron sus sistemas de alumbrado, pasando del gas a la electricidad, y electrificaron los medios de transporte. Paralelamente, sus industrias comenzaron a incorporar el motor eléctrico como fuente de fuerza motriz. Sin embargo, la adopción de la nueva tecnología distó de ser un proceso lineal y uniforme. Los estudios comparativos muestran marcados contrastes en el grado de electrificación alcanzado por las ciudades en las décadas iniciales del siglo xx.¹ El proceso de electrificación no obedeció al mandato inexorable de la máquina, ni tampoco fue una mera función de la dimensión poblacional de los centros urbanos. El estudio de Barcelona permite examinar los factores que condicionaron la difusión del uso de la electricidad en una ciudad con una fuerte vocación industrial.

Este trabajo se centra en la primera etapa de la electricidad comercial en Barcelona. Un ciclo que, desde el punto de vista tecnológico, estuvo dominado por la generación térmica y que, utilizando palabras de Lewis Mumford, podría considerarse como una bisagra entre el mundo paleotécnico y el mundo neotécnico.² Durante esa etapa, las centrales termoeléctricas entregaron una nueva forma de energía, limpia y flexible, pero para ello debieron quemar enormes cantidades de carbón.

En el período que media entre 1881 y 1913, se registró una sucesión de innovaciones en el campo de la tecnología eléctrica; entre otras, los motores eléctricos alimentados con corriente alterna, la transmisión a larga distancia con corriente alterna a alta tensión y la aparición de los primeros turbogeneradores. Los nuevos sistemas de generación y transmisión se asentaron muy gradualmente, y para ello, resultó decisiva, como veremos, la aparición de un nuevo tipo de empresas eléctricas, fuertemente vinculadas a los grandes fabricantes de maquinaria y material eléctrico.

Barcelona conoció con rapidez las oportunidades de la tecnología eléctrica y, desde 1881, fue escenario de algunos de los ensayos pioneros de electrificación a escala mundial. Sin embargo, el impulso inicial se vio frenado por una suma

* Universitat de Barcelona.

1. William J. HAUSMAN, Peter HERTNER y Mira WILKINS, *Global Electrification. Multinational Enterprise and International Finance in the History of Light and Power, 1878-2007*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008.
2. Lewis MUMFORD, *Technics and Civilization*, Nueva York, Harcourt, Brace and World, 1934. Traducción castellana: *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza Universidad, 1971.

de factores; entre ellos, la incertidumbre tecnológica, la falta de capitales autóctonos y la debilidad del mercado doméstico para alumbrado. A la postre, la consolidación de la nueva tecnología dependió críticamente de la positiva evolución de la demanda industrial y de la transferencia de capitales y tecnología extranjeros. La fundación de la Compañía Barcelonesa de Electricidad, en 1894, y la casi inmediata constitución de la Central Catalana de Electricidad, en 1896, abrieron una nueva etapa, marcada por la presencia de grandes centrales termoeléctricas destinadas al abastecimiento urbano. En los tres lustros siguientes, se consolidaron los proyectos de producción a gran escala y se configuró la primera red comarcal de distribución de energía eléctrica. La sostenida expansión de la demanda industrial, impulsada por el cambio tecnológico y por la progresiva reducción del precio de la fuerza motriz, permitió rentabilizar las fuertes inversiones realizadas en las centrales eléctricas. Paulatinamente, la electricidad dejó de ser un lujo y se transformó en una gran industria.

La presente exposición se divide en cinco partes.³ La primera aborda muy brevemente los difíciles comienzos de la electrificación barcelonesa. En la segunda se describe la implantación de las grandes empresas termoeléctricas en la capital catalana. La tercera da cuenta del fuerte crecimiento de la producción a partir de 1897 y de los cambios en la estructura de la demanda; dado que la electricidad es un producto que no puede almacenarse a gran escala, cada incremento en la producción debía ir acompañado por una extensión paralela de la red de distribución. En la parte cuarta se presenta la expansión de la red eléctrica en el Pla de Barcelona y se describen las primeras tentativas de articular una red comarcal. Por último, se realizan algunas comparaciones con otras ciudades europeas.

Un ensayo fallido: la Sociedad Española de Electricidad

Como ya ha explicado en páginas anteriores Carles Sudrià, Barcelona fue una ciudad pionera en la adopción de la energía eléctrica. Las primeras instalaciones permanentes de iluminación eléctrica se realizaron en una fecha tan temprana como 1875. Los artífices de esas instalaciones fueron Tomàs Josep Dalmau, un comerciante barcelonés que realizó las primeras importaciones de material eléctrico, y Narcís Xifra Masmitjà, un ingeniero innovador en el campo de la telefonía y la electricidad.⁴

3. Baso esta presentación en dos trabajos anteriores, que han sido reelaborados y actualizados: Luis URTEAGA, «Producción térmica y extensión de la red eléctrica en Barcelona (1896-1913)», en Horacio CAPEL (dir.), *Las tres chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, vol. I, pág. 141-169; y «El consumo de electricidad en Barcelona, 1897-1935», en Horacio CAPEL y Paul-André LINTEAU (dir.), *Barcelona-Montréal. Desarrollo urbano comparado*, Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1998, pág. 259-283.
4. Sobre el proceso de electrificación en Cataluña son esenciales los siguientes trabajos: Carles SUDRIÀ, «L'energia: de l'alliberament hidroelèctric a la dependència petrolera», en Jordi NADAL (dir.), *Història econòmica de Catalunya contemporània. Segle XX: Població, agricultura i energia*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1989, pág. 209-293; CAPEL, *Las tres chimeneas...*; y Joan Carles ALAYO, *L'electricitat a Catalunya: de 1879 a 1935*, Lleida, Pagès editor, 2007. Para una síntesis puede verse Luis URTEAGA, «El proceso de electrificación en Cataluña (1881-2000)», en Salvador TARRAGÓ (ed.), *Obras Públicas en Cataluña. Presente, pasado y futuro*, Barcelona, Real Academia de Ingeniería, 2003, pág. 355-376.

La asociación de Dalmau y Xifra dio lugar a la fundación de la Sociedad Española de Electricidad, una compañía creada en 1881 que iba a dedicarse a la fabricación y montaje de material eléctrico y al suministro de fluido para alumbrado. La Sociedad Española de Electricidad construyó en Barcelona una central eléctrica destinada al servicio público que con el tiempo llegó a contar con una potencia de 1.100 cv. Se trata de la primera instalación de este género que operó en España. La misma compañía protagonizó la puesta en servicio de la primera instalación de alumbrado eléctrico en la vía pública de Barcelona.⁵

Pese a estos prometedores comienzos, la penetración de la energía eléctrica en el mercado barcelonés resultó muy lenta, y la aventura empresarial de Tomàs Dalmau se saldaría con un fracaso. En 1894, tras poco más de una docena de años de actividad, la Sociedad Española de Electricidad tuvo que cerrar sus puertas y vender todos sus activos a una empresa recién creada: la Compañía Barcelonesa de Electricidad.

No conocemos las cifras de producción y consumo de electricidad en ese período. Sin embargo, existen elementos suficientes para poder afirmar que la actividad fue necesariamente muy baja. Un catálogo publicado por la Sociedad Española de Electricidad en 1884 permite conocer la totalidad de las instalaciones eléctricas realizadas por esta compañía en Barcelona hasta la fecha citada. Además de 15 arcos voltaicos de servicio en la vía pública, había realizado trabajos en 30 establecimientos, habiendo instalado en total 126 arcos voltaicos y 313 lámparas incandescentes. Los principales clientes eran empresas de servicios: grandes almacenes, cafés y teatros. Unas pocas industrias de la ciudad –algunas tan importantes como La Maquinista Terrestre y Marítima y La España Industrial– contaban también con instalaciones de alumbrado eléctrico, pero los establecimientos industriales no estaban conectados a la red de suministro de la Sociedad Española de Electricidad, ya que disponían de sus propios sistemas de generación de fuerza motriz. Así, pues, hacia 1884, la cifra real de clientes de la empresa no debía sobrepasar las dos docenas de abonados.

Diez años más tarde, en el momento de su liquidación, la Sociedad Española de Electricidad daba servicio a 130 abonados, que tenían instalados 199 arcos voltaicos y 7.670 lámparas de incandescencia. La cifra es muy baja. Ridícula casi, si se compara con el desarrollo de empresas eléctricas en ciudades de tamaño similar a Barcelona. Por las mismas fechas, la mayor compañía de Montreal daba servicio a 1.600 lámparas de arco y más de 40.000 lámparas incandescentes.⁶ En un contexto geográfico más próximo, la experiencia de Madrid puede resultar significativa. En 1894, las empresas eléctricas madrileñas prestaban servicio a más de 10.000 abonados.⁷ El contraste entre las ciudades españolas es sorprendente. Las empresas comerciales de producción de fluido eléctrico habían logrado consolidarse en Madrid desde los inicios de la década de 1890. En Barcelona, mientras tanto, se asistía al declive de una empresa pionera.

5. Jordi MALUQUER DE MOTES, «Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: la Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)», *Revista de Historia Industrial*, 2 (1992), pág. 121-142; Mercedes ARROYO y Gerardo NAHM, «La Sociedad Española de Electricidad y los inicios de la industria eléctrica en Cataluña», en CAPEL, *Las tres chime-neas...*, vol. I, pág. 25-51.

6. Claude BELLAVANCE y Paul-André LINTEAU, «La diffusion de l'électricité à Montréal au début du XX siècle», en CAPEL y LINTEAU, *Barcelona-Montréal...*, pág. 239-258.

7. Anna M. AUBANELL, «La competencia en la distribución de electricidad en Madrid, 1890-1913», *Revista de Historia Industrial*, 2 (1992), pág. 143-171.

Dos trabajos solventes han analizado las causas del fracaso de la Sociedad Española de Electricidad, aportando explicaciones parcialmente divergentes. Mercedes Arroyo y Gerardo Nahm consideran que la debilidad de la demanda, tanto pública como privada, fue la causa principal de la escasa implantación de la compañía.⁸ Jordi Maluquer de Motes, por el contrario, subraya las dificultades del lado de la oferta: el empleo de una tecnología ineficiente y el elevado precio de la electricidad serían la razón principal del bajo nivel de consumo.⁹ Es posible, sin embargo, que ambas interpretaciones capturen una parte de la realidad.

Que la Sociedad Española de Electricidad estaba empleando una tecnología obsoleta parece cosa probada. La Compañía Barcelonesa de Electricidad, que adquirió todas sus instalaciones, decidió construir de inmediato una planta termoeléctrica enteramente nueva, con dirección, maquinaria y equipo suministrados por la Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG), así como la instalación de una nueva red de cables. La Española de Electricidad quedó obligada por contrato a proseguir dando servicio «por su propia cuenta» hasta el 1 de enero de 1896,¹⁰ entretanto no se concluyese la nueva central. Si las viejas instalaciones hubieran sido mínimamente eficientes nunca se habría incluido esta cláusula en el contrato de compra.

Por otra parte, la debilidad de la demanda en el mercado barcelonés, y en particular de la demanda doméstica, es un asunto que merece destacarse. Como se ha dicho, en 1894, las empresas madrileñas de producción de energía eléctrica disponían del orden de 10.000 abonados. Los fabricantes barceloneses tardarían una buena docena de años en alcanzar esa cifra. Cuando la alcanzaron, hacia 1906, el mercado madrileño superaba ya de largo los 40.000 abonados.¹¹ Dado que el servicio eléctrico era idéntico y que no existían diferencias sensibles de precios entre Madrid y Barcelona, la explicación debe recaer en la existencia de niveles de renta y de estructuras de la demanda marcadamente dispares.

El período de ensayos, abierto en 1875 con las primeras instalaciones eléctricas realizadas por Dalmau y Xifra, se cerró veinte años más tarde con la liquidación de la Sociedad Española de Electricidad. La primera central dedicada a la producción de electricidad comercial no logró superar la dura competencia de los fabricantes de gas, que dominaban el mercado del alumbrado. Tampoco logró atraer a un número suficiente de abonados. El área de servicio era muy reducida, toda vez que la transmisión de corriente continua a bajo voltaje comportaba grandes pérdidas en el transporte. El precio de la iluminación eléctrica era poco competitivo: sólo resultaba rentable para aquellos establecimientos donde el alumbrado eléctrico podía suponer un motivo adicional de atracción.

La electricidad había comenzado a abrirse camino también en las industrias, que empleaban pequeños generadores de suministro privado. Es posible que, durante aquellos años iniciales, la producción de las instalaciones eléctricas particulares fuese superior a la energía puesta en red por la Española de Electricidad. Por desgracia, sabemos poco acerca de estos autoprodutores. Un anuario publicado en 1895 informa de la existencia de una decena de fábricas

8. ARROYO y NAHM, «La Sociedad...

9. MALUQUER DE MOTES, «Los pioneros...

10. Archivo de FECSA, *Actas de las Juntas Generales de la Compañía Barcelonesa de Electricidad*, 27-VI-1896. [Documentación consultada en 19** en la sede de la compañía en la calle de Ramelleres de Barcelona].

11. AUBANELL, «La competencia...

con instalaciones propias de alumbrado en Barcelona, Sant Andreu y Sant Martí de Provençals, con un total de 1.350 lámparas conectadas.¹² La *Estadística del impuesto sobre el consumo de luz de gas, electricidad y carburo de calcio* ofrece el primer censo de autoprodutores para el año 1901: medio centenar de empresas que empleaban generadores autónomos, con 55 dínamos en servicio y un consumo declarado de 192.000 kWh. Cabe pensar que bastantes de esas empresas habían incorporado la tecnología eléctrica a lo largo de la década anterior. Disponiendo ya de un generador propio de fuerza motriz, la instalación del alumbrado eléctrico era relativamente barata y ofrecía seguridad y autonomía a los fabricantes. Ahora bien, y esto quizá es lo más importante, hasta 1895 las aplicaciones industriales de la energía eléctrica se habían limitado al campo del alumbrado. Las tres primeras licencias para instalar electromotores se solicitaron en Barcelona durante el ejercicio 1896-1897. Para entonces, el proceso de electrificación de la ciudad había entrado ya en una nueva fase.

El despegue de los grandes productores termoeléctricos: la Compañía Barcelonesa de Electricidad y la Central Catalana de Electricidad

La entrada en servicio de la Compañía Barcelonesa de Electricidad en 1896, y la casi inmediata constitución de una empresa competidora, la Central Catalana de Electricidad, abrieron una nueva fase marcada por la presencia de grandes centrales termoeléctricas destinadas al abastecimiento urbano. Durante esta fase, que se prolonga hasta vísperas de la Gran Guerra, se consolidaron proyectos de producción a gran escala y se configuró la primera red comarcal de distribución de energía eléctrica. Un factor clave para la consolidación de la industria eléctrica fue la progresiva diversificación de la demanda. Con el cambio de siglo, la extensión del alumbrado, público y privado, y el consumo de los primeros electromotores hicieron posible el despegue de las compañías eléctricas. Posteriormente, la demanda de las compañías de tranvías y la progresiva electrificación de la industria amplió el campo a los productores de electricidad comercial. En particular, la sostenida expansión de la demanda industrial, impulsada por el cambio tecnológico y por la progresiva reducción del precio de la fuerza motriz, permitió mejorar el factor de utilización y la rentabilidad de las centrales. El extraordinario dinamismo del mercado industrial es el factor que singulariza la experiencia de Barcelona.

La Compañía Barcelonesa se había constituido el 7 de diciembre de 1894. Entre sus promotores figuran AEG, el Deutsche Bank, la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage y dos financieros españoles, el marqués de Robert y Manuel Arnús, que tomaron una pequeña participación accionarial.¹³ Desde el punto de vista financiero, técnico y de gestión, la contribución de la empresa eléctrica ale-

12. Román ORIOL (dir.), *Anuario de la minería, metalurgia y electricidad de España. Año segundo, 1895*, Madrid, E. Teodoro, 1895.

mana era decisiva. En este sentido, la Barcelonesa de Electricidad constituye un verdadero prototipo de una “manufacturers’ satellite” de la AEG.¹⁴

La llegada a Barcelona del grupo alemán estuvo precedida de iniciativas similares en Madrid y Sevilla, que habían llevado a la fundación de la Madrileña de Electricidad en 1890 y la Sevillana de Electricidad en 1894. Una semana después de su constitución, la Barcelonesa adquirió todas las propiedades y derechos de la Sociedad Española de Electricidad por dos millones de pesetas. Su único activo de auténtico valor era un solar de casi 7.000 m² situado entre las calles Mata, Parallel, Cabanes y Vila i Vilà. En ese solar se construyó una nueva central termoeléctrica con proyecto y dirección técnica de la AEG (*Figura 1*). La planta se equipó

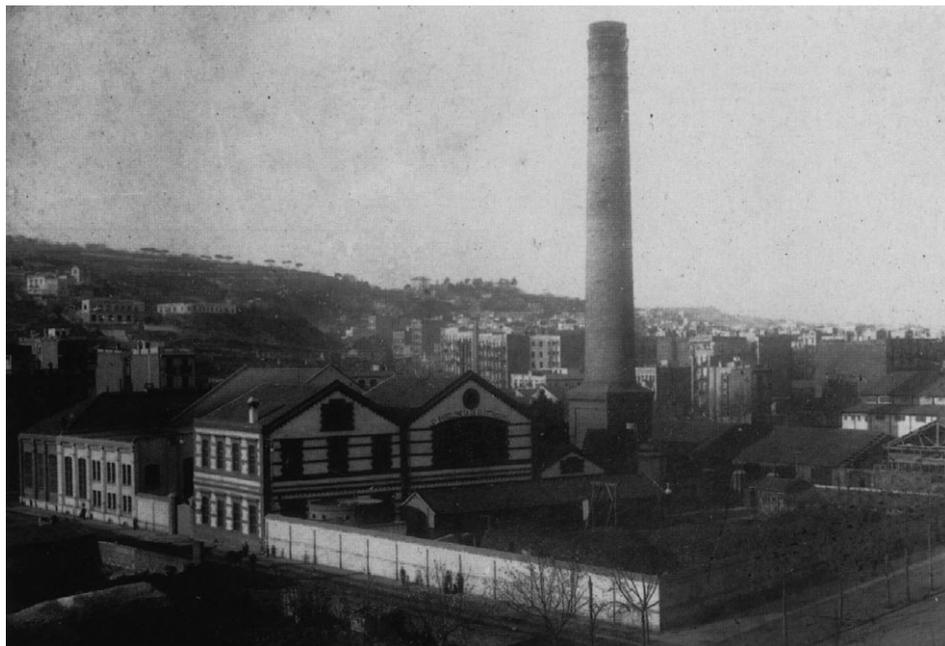


Figura 1. La central térmica de la calle Mata construida por la Compañía Barcelonesa de Electricidad. Toma desde el ángulo de la calle Mata y Parallel. En primer plano el depósito de carbón. Sin fecha, c. 1897. Fuente: Archivo Técnico de FECSA. Reproducida en Horacio CAPEL (dir.), *Las tres chimeneas*, 1994, vol. I.

con cinco generadores de vapor multitubulares de 750 cv, a los que se acoplaron dínamos de corriente continua suministrados por la misma empresa alemana.¹⁵ La localización de la central era ventajosa. La proximidad del puerto facilitaba el acarreo del carbón y también el imprescindible suministro de agua para la refrigeración de las calderas, lo que se consiguió mediante la construcción de un canal que tenía la toma en el muelle de Barcelona.

13. Horacio CAPEL y José Ignacio MURO, «La Compañía Barcelonesa de Electricidad (1894-1914)», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. I, pág. 53-101.

14. Sobre el concepto de “Manufacturers’ satellite”, ver HAUSMAN, HERTNER y WILKINS, *Global Electrification...*

15. José Ignacio MURO y Horacio CAPEL, «La central térmica de la calle Mata», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, pág. 103-139.

Los planes iniciales de la Barcelonesa eran tener listas las nuevas instalaciones a comienzos de 1896. No pudo ser. El retraso en la concesión de licencias por parte del Ayuntamiento y diversas demoras en la recepción de los generadores fueron aplazando la entrada en servicio de la nueva planta. La empresa tuvo que operar en precario durante todo 1896 y la mitad del año siguiente, empleando dos máquinas de escasa potencia heredadas de la antigua fábrica. Finalmente, en julio de 1897, entraron en servicio los dos primeros generadores de los cinco previstos.

Con muy pocos meses de diferencia, se ponía en actividad también la Central Catalana de Electricidad, cuya fundación data de 1896. La sociedad se constituyó con un capital de seis millones de pesetas aportados a partes iguales por las compañías gasistas de la ciudad: la Catalana de Gas y la Compañía Lebon.¹⁶ El proyecto técnico de la central termoelectrica fue desarrollado en Nuremberg por la casa Schuckert. La central se equipó con cuatro máquinas de vapor de tipo vertical, construidas por la firma F. Schichau de Elbing, con una potencia de 600 cv, y una quinta máquina de 400 cv. Las máquinas de vapor estaban acopladas a dínamos de corriente continua de 530 kW de la casa Schuckert. Para la generación de vapor se utilizaban cinco calderas Babcock and Wilcox, con una superficie de calefacción de 376 m².¹⁷ La potencia total instalada ascendía a 2.590 kWh en 1897, año en que entró en actividad la central (*Figura 2*).



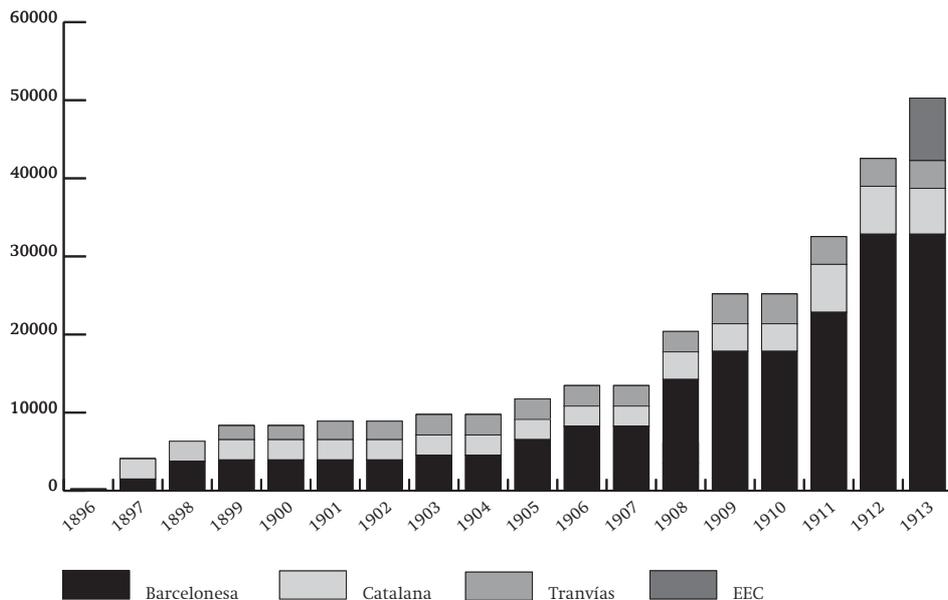
Figura 2. Fachada de la central eléctrica de la Central Catalana de Electricidad, situada en la calle Vilanova. Fuente: Fotografía del autor.

16. Mercedes ARROYO, «La electricidad frente al gas», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. I, pág. 22-29.

17. Joan Carles ALAYO, «Els vapors utilitzats per la generació d'electricitat a Catalunya fins l'any 1936», en *III Jornades d'Arqueologia Industrial de Catalunya*, Sabadell, 1994, pág. 22-29.

La evolución de la potencia instalada en las centrales eléctricas barcelonesas ofrece un buen indicador de las pautas generales del proceso de electrificación. La capacidad total se multiplicó por dos entre 1897 y 1900, pasando de 4.000 kW a 8.340. En el año 1905, se había alcanzado una potencia instalada de casi 12.000 kW. A partir de entonces, la progresión fue constante, hasta superar los 50.000 kW en 1913. El histograma que refleja esta evolución permite distinguir tres fases bien marcadas (*Figura 3*).

Figura 3. Potencia instalada en las centrales térmicas de Barcelona (kW).



Fuente: Luis URTEAGA, «El consumo de electricidad en Barcelona, 1897-1935», en Horacio CAPEL y Paul-André LINTEAU (dir.): *Barcelona-Montréal. Desarrollo urbano comparado*, Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1998, pág. 259-283.

La primera, de 1896 a 1898, corresponde al período de construcción y puesta en servicio de las grandes centrales térmicas de la calle Mata y de la calle de Vilanova.

La segunda fase se extiende desde 1899 hasta 1905. Durante esos seis años, mientras la capacidad productiva de las centrales se mantiene casi constante, se asiste a la construcción de nuevas plantas para dar servicio a los tranvías. La potencia instalada en las centrales para tracción eléctrica no era muy considerable, en torno a 2.500 kW, pero, debido a la distribución horaria de la carga, gozaron de un factor de utilización muy elevado. De hecho, entre 1899 y 1905, los mayores productores y consumidores de energía eléctrica pasaron a ser las compañías de tranvías.

En 1906, se abre una nueva fase de expansión acelerada, que vuelve a estar protagonizada por las empresas de electricidad comercial y que se prolonga hasta 1913. En este caso, el incremento de capacidad coincide con un cambio

decisivo en el sistema de producción. Primero la Barcelonesa, en 1906, y unos años más tarde, en 1911, la Catalana, procedieron a la instalación de grandes turboalternadores para la generación de corriente alterna. El paso de la corriente continua a la corriente alterna obedecía a una necesidad estratégica: ampliar el área de servicio de las centrales y abastecer la pujante demanda de las industrias que estaban instalando electromotores cada vez más potentes (Figura 4).

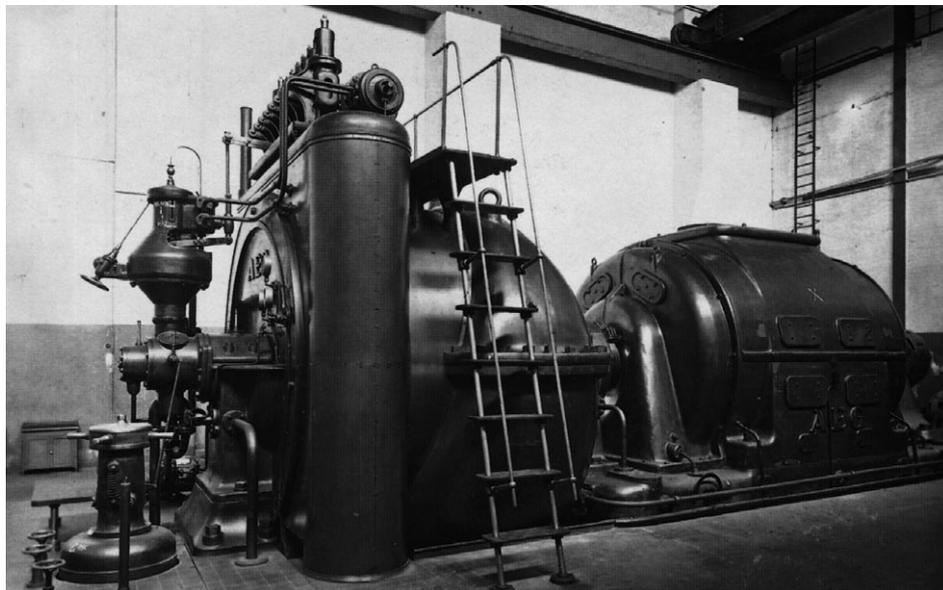


Figura 4. Turboalternador instalado en la central térmica de Mata. Fabricado por AEG. Archivo técnico de FECSA. Reproducida en Horacio CAPEL (dir.), *Las tres chimeneas*, 1994, vol. I.

Los turbogeneradores pueden considerarse la innovación clave del ciclo que estamos considerando. La turbina de vapor imprime a la dínamo una velocidad de rotación superior a la que se alcanzaba con las máquinas de vapor. En consecuencia, permitió un ahorro radical en el consumo de energía e hizo posible la instalación de equipos de gran potencia, que podían sacar provecho de las economías de escala. Naturalmente, la renovación de las centrales requirió una importante inversión. La celeridad de la Compañía Barcelonesa en acometer tales inversiones le otorgó una ventaja decisiva sobre su competidora (Figura 5).

En 1913, entraba en servicio una central de vapor construida en Sant Adrià de Besòs por una nueva empresa: Energía Eléctrica de Cataluña. Paradójicamente, la inauguración de esta nueva central cierra el ciclo de predominio de la termoelectricidad. La planta de Sant Adrià se concibió desde el principio como central de reserva para una poderosa empresa hidroeléctrica cuyo potencial productivo estaba desplegándose en el Pirineo.¹⁸ La central térmica de Mata sufriría idénti-

18. Francesc NADAL, «Energía Eléctrica de Cataluña y la hulla blanca de la Vall Fosca», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. II, pág. 83-123.

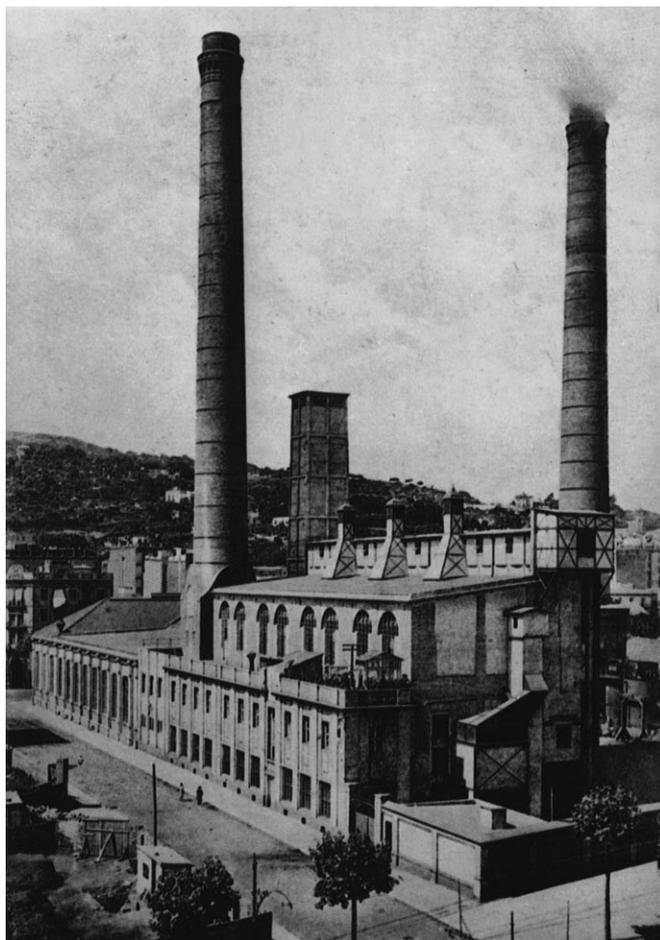


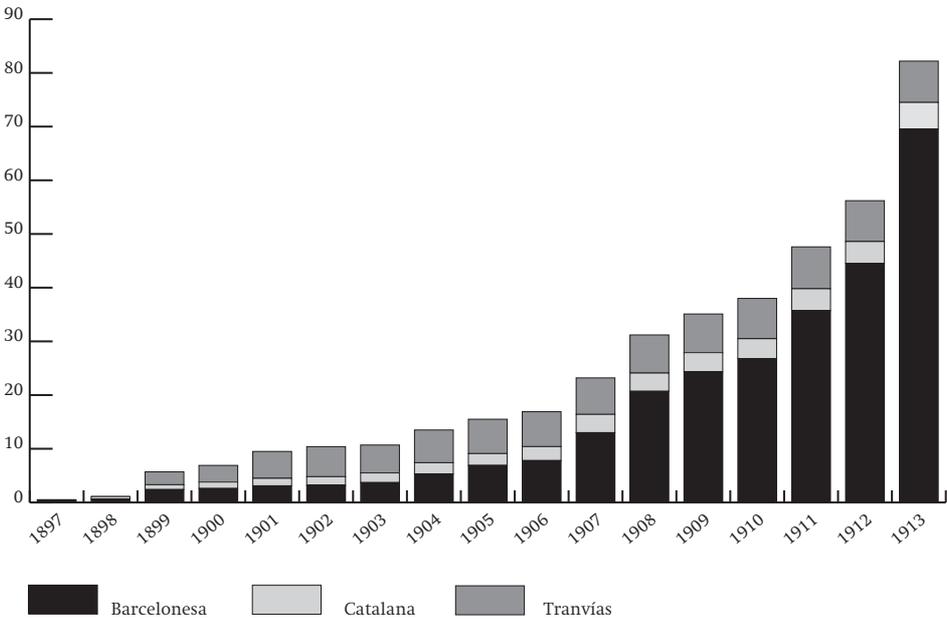
Figura 5. Vista de la central térmica de la calle Mata, tras la ampliación de 1906. Se aumentó la potencia de la central y se agregó una nueva chimenea. Toma fotográfica desde la esquina de la calle Mata y la avenida Paralel. Sin fecha, c. 1910. Fuente: Archivo técnico de FECSA. Reproducida en Horacio CAPEL (dir.), *Las tres chimeneas*, 1994, vol. I.

ca transformación el año siguiente. Por entonces, la era de la hidroelectricidad había llamado a las puertas de Barcelona.

El emplazamiento de la central de Sant Adrià, en la desembocadura del río Besòs, a unos seis kilómetros del centro de Barcelona, ilustra el cambio técnico operado. Al producir corriente alterna, posteriormente transformada y transportada a alta tensión, la nueva central no estaba sujeta ya a las servidumbres de localización que habían afectado a sus predecesoras. En efecto, las primeras centrales que producían corriente continua, suministrada luego en baja tensión a una red trifilar, habían debido emplazarse muy próximas a los consumidores para minimizar las pérdidas por transporte.

Desde el punto de vista de la oferta, los rasgos dominantes del período 1897-1913 fueron el predominio absoluto de la termoelectricidad y la competencia abierta entre la Barcelonesa de Electricidad y su rival, la Central Catalana de Electricidad, para dominar el mercado barcelonés. En un trabajo anterior he ofrecido una reconstrucción de la evolución del consumo de electricidad en Barcelona entre las fechas citadas.¹⁹ El consumo anual de energía eléctrica en el área barcelonesa apenas superaba el millón de kWh en 1898. Desde ese nivel tan bajo, la demanda creció impetuosamente hasta alcanzar los siete millones de kWh en 1900. En el lustro siguiente, el ritmo expansivo se atenuó, pasándose a un crecimiento acumulado del consumo ligeramente inferior al 10% anual. En 1906, se alcanzaba la cifra de 17 millones de kWh. Desde ahí, la demanda volvió a tomar un nuevo impulso, registrándose un extraordinario ritmo expansivo en los ocho años siguientes, con tasas anuales superiores al 20%. En 1913, Barcelona consumía más de 80 millones de kWh al año (Figura 6).

Figura 6. Evolución del consumo de energía eléctrica en Barcelona, 1897-1913 (Millones de kWh)



Fuente: Luis URTEAGA, «El consumo de electricidad en Barcelona, 1897-1935», 1998.

El indicador del consumo por habitante, más matizado, muestra una evolución similar. Antes de 1900, el gasto de electricidad per cápita apenas superaba los 10 kWh anuales. En los trece años siguientes, el consumo por habitante se multiplicó por diez, superándose los 130 kWh en 1913.

19. URTEAGA, «El consumo...»
 20. Bernardo CABANAS, «Alumbrado eléctrico», *La Energía Eléctrica*, (1902), pág. 55-67.

La formación del mercado eléctrico

Esta vigorosa expansión del consumo se dio en un contexto de cambios rápidos y profundos en la composición de la demanda. Los consumidores de electricidad formaban mercados diferentes en función de los usos potenciales de la electricidad para alumbrado, tracción o fuerza. La dinámica de esos mercados ofrece un marcado contraste.

El alumbrado fue el primer negocio de las compañías eléctricas, y hasta 1900 supuso más del 50% del consumo de electricidad. Sin embargo, la expansión ulterior del mercado del alumbrado fue en Barcelona un proceso particularmente lento y difícil. A comienzos del siglo xx, tanto el alumbrado público como la iluminación de comercios y viviendas eran garantizados por las compañías gasistas. Y el gas supo ofrecer una eficaz resistencia a la difusión de la iluminación eléctrica.

Las pruebas iniciales de iluminación eléctrica, con arcos voltaicos y a partir de 1881 con lámparas incandescentes, habían dado resultados prometedores. Hoteles, comercios y locales públicos podían sorprender a su clientela con la luz brillante y continua de las lámparas eléctricas. Pero para desplazar a la luz de gas en los hogares se precisaba algo más que espectacularidad. Las primeras lámparas incandescentes, fabricadas con filamentos de carbono y platino, eran demasiado caras y tenían un consumo muy elevado. Por añadidura, soportaban mal las variaciones de voltaje y el filamento de las lámparas mostraba escasa resistencia.²⁰ En definitiva, la luz eléctrica era espectacular, limpia y segura, pero poco económica comparada con el gas.

Los fabricantes de lámparas lograron reducir poco a poco el consumo de las lámparas incandescentes y aumentar su duración. Pero, paralelamente, se producían innovaciones de gran importancia en el campo del gas. La más destacada fue la introducción del mechero de Auer en 1897. La innovación de Auer y una competitiva política de precios prolongaron durante el primer tramo del siglo xx la presencia del gas de hulla.²¹

Esta presencia fue hegemónica en el servicio de alumbrado público, sin que los productores de electricidad pudiesen lograr sensibles avances en muchos años. En 1910, el número de puntos de luz abastecidos por corriente eléctrica representaba tan sólo el 4% del total. El resto seguía iluminándose con farolas de gas o con faroles de petróleo. El triunfo de la electricidad en el alumbrado no se produciría hasta finales del siguiente decenio.²²

El mercado doméstico fue también difícil de conquistar. Para la mayoría de los hogares la luz eléctrica resultaba demasiado cara (una peseta el kWh hasta 1906 y 60 céntimos de promedio a partir de entonces). Por añadidura, las primeras lámparas incandescentes tenían un consumo muy elevado y resultaban poco duraderas. En consecuencia, el consumo doméstico tuvo un lento arranque.

21. Carles SUDRIÀ, «Notas sobre la implantación y el desarrollo de la industria del gas en España, 1840-1901», *Revista de Historia Económica*, 2 (1983), pág. 97-118.

22. Un buen panorama de la industria gasista en Mercedes ARROYO, *La industria del gas en Barcelona, 1841-1933. Innovación tecnológica, territorio urbano y conflicto de intereses*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1996.

En 1905, la Compañía Barcelonesa de Electricidad tenía un total de 5.763 abonados y la Central Catalana de Electricidad una cifra sensiblemente menor (no alcanzaría los 6.500 abonados hasta 1911). En total, menos de 10.000 abonados para una ciudad de más de 560.000 habitantes. Dado que esta cifra incluye industrias y comercios, además de abonados domésticos, el porcentaje de hogares electrificados en torno a 1905 debía de ser inferior al 10%.

En términos absolutos, el consumo de electricidad para iluminación suponía tres millones de kWh en 1899. Pasarían cinco años más hasta superarse los cuatro millones de kWh. Desde 1905 en adelante, la demanda de alumbrado progresó con más rapidez. En 1911, el consumo se acercaba a los 10 millones de kWh anuales. En términos relativos, la contribución del alumbrado al consumo total de electricidad decreció constantemente a partir de 1900.

A principios del siglo xx, la tracción eléctrica constituyó un mercado mucho más dinámico que el alumbrado. La electrificación del transporte barcelonés fue relativamente tardía. Se inició en 1899 con la puesta en servicio de los primeros tranvías eléctricos por parte de la empresa The Barcelona Tramways. Para abastecerse de energía, esta empresa construyó una central termoeléctrica propia en la calle Carrera, equipada con tres generadores de 500 kWh, que se mantuvo en actividad durante toda la etapa que estamos considerando (*Figura 7*). A The Barcelona



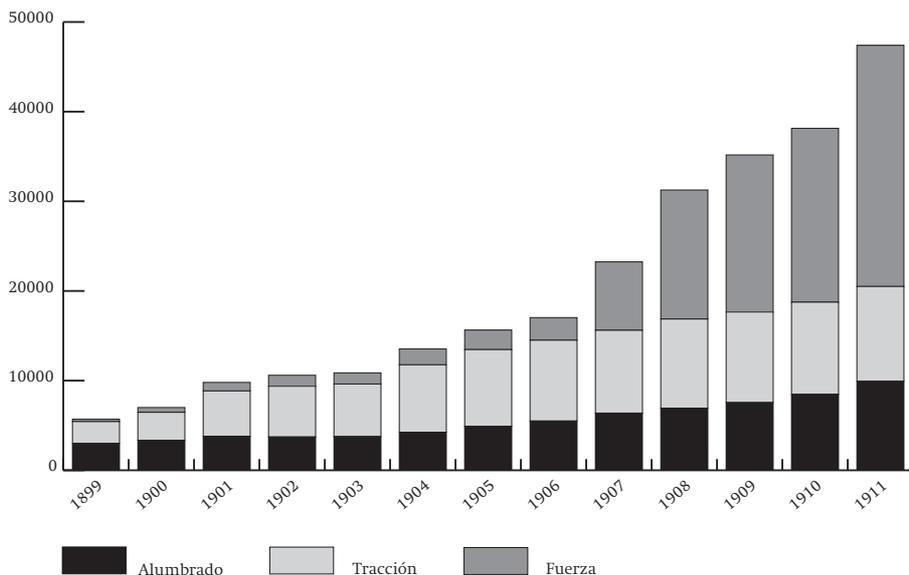
Figura 7. La zona portuaria de Barcelona al anochecer (1905). En primer plano el penacho de humo saliendo de la chimenea de la central termoeléctrica de la calle Carrera perteneciente a The Barcelona Tramways. Un ejemplo temprano de fotografía estereoscópica, de autor desconocido. Fuente: Cortesía de Alberto Borrajo Calero.

Tramways le seguía en importancia la Sociedad de Tranvías de Barcelona a San Andrés, que acometió la electrificación de su red en 1901. Contaba para ello con una pequeña central eléctrica situada en la avenida de Borbón, equipada con tres generadores de 300 cv. El proceso de electrificación del transporte quedó cerrado en 1906 con la electrificación del Ferrocarril de Sarrià, que llevaba funcionando 45 años con tracción a vapor. Durante el período citado, la longitud total de la red electrificada alcanzó los 274 kilómetros de vía.

Mientras duró el impulso electrificador del transporte, las compañías de tranvías se convirtieron en los mayores consumidores de energía eléctrica. En 1901, el consumo de fluido para tracción se situó en torno a los cinco millones de kWh, superando ampliamente la electricidad gastada en iluminación. Entre 1901 y 1906, la tracción eléctrica supuso algo más del 50% del consumo total de Barcelona. A partir de esta última fecha, la progresión dependió más del incremento del tráfico que de la extensión de la red electrificada. Un documentado estudio del transporte barcelonés ha señalado que el mantenimiento de tarifas relativamente elevadas provocó un período de atonía en la evolución del tránsito tranviario.²³ Paralelamente, la racionalización de los trayectos y las mejoras introducidas en el servicio permitieron a las compañías de transporte un empleo más eficiente de sus equipos, reduciendo la energía puesta en red por kilómetro recorrido. En consecuencia, el consumo de electricidad para tracción aumentó lentamente a partir de 1907 y la contribución porcentual de este aprovechamiento respecto al consumo total descendió progresivamente hasta situarse en el 14% en 1913.

El factor que caracterizó el proceso de electrificación de Barcelona no fue la extensión del alumbrado (tardía y lenta) ni la adopción del transporte electrificado (igualmente tardía y de desarrollo cansino). La rápida expansión del consumo de electricidad, en particular a partir de 1906, está directamente asociada a la demanda industrial (*Figura 8*).

Figura 8. Composición de la demanda de energía eléctrica en Barcelona (Miles de kWh).



Fuente: Luis URTEAGA, «El consumo de electricidad en Barcelona, 1897-1935», 1998.

23. Francisco Javier MONCLÚS y José Luis OYÓN, «Eixample i suburbanització. Trànsit tramviari i divisió social de l'espai urbà a Barcelona, 1883-1914», en AAVV, *La formació de l'Eixample de Barcelona*, Barcelona, Olimpíada Cultural, 1990, pág. 151-187.

Las primeras licencias para instalar electromotores eléctricos se solicitaron durante el ejercicio de 1896-1897. A partir de entonces, los electromotores multiplicaron las aplicaciones industriales de la energía mecánica y en pocos años revolucionaron los procesos productivos. En el caso de Barcelona, donde los costes del carbón eran elevados, abrieron paso a un renovado impulso industrializador.

El uso de la electricidad como fuerza motriz industrial fue un proceso gradual. A comienzos del siglo xx, el generador industrial por excelencia seguía siendo la máquina de vapor. A los convertidores térmicos les seguían en importancia los motores de gas. En 1902, el número de máquinas de vapor registradas en Barcelona era superior a la de los motores de gas y duplicaba el número de electromotores. La potencia de los generadores de vapor era más de diez veces superior a la de los motores alternativos. Los primeros motores eléctricos empleaban corriente continua y tenían escasa potencia (una media de 3 cv). Su uso sólo podía adaptarse a talleres e industrias de bajo consumo energético. En realidad, los primeros motores eléctricos no podían substituir a los sistemas tradicionales de fuerza industrial. Se emplearon para rellenar huecos, integrándolos en el sistema de maquinaria existente, como un motor complementario cuya principal virtud era garantizar un poder de transmisión económico.

La progresiva electrificación de la industria dependió de dos tipos de innovaciones paralelas: la aplicación de motores polifásicos y el empleo de grandes turbodinamos para la producción de corriente alterna en las centrales eléctricas. En Barcelona, tal como ya se ha indicado, ambas innovaciones se dieron cita a partir de 1906.

En el citado año, la Compañía Barcelonesa de Electricidad acometió una profunda renovación de sus sistemas de generación y transporte de electricidad. La potencia de la central térmica de Mata fue ampliada notablemente, instalándose un grupo de turbodinamos dedicadas a la producción de corriente alterna trifásica. El objetivo era extender el área de servicio de la central, y en especial acceder a las instalaciones fabriles situadas en la periferia de Barcelona. Para alcanzar este objetivo fue preciso remodelar de arriba a abajo el sistema de distribución.

La remodelación de la red eléctrica

El éxito de la Compañía Barcelonesa de Electricidad en el mercado de la fuerza motriz debe atribuirse, en buena medida, a un factor crítico para cualquier compañía de servicios: la capacidad para extender la red de distribución hasta alcanzar las mayores densidades de demanda. A finales del siglo xix, los problemas de transmisión habían configurado un esquema de distribución característico: pequeñas redes locales articuladas en torno a centrales aisladas. Entre 1897 y 1905, tanto la Barcelonesa como la Central Catalana de Electricidad participaron plenamente de ese modelo. La distribución de energía eléctrica se hacía por medio de un sistema radial de canalizaciones subterráneas que, arrancando desde las centrales térmicas, se extendía como una tela de araña por la ciudad. Sin embargo, a partir de 1906, la Barcelonesa comenzó a apartarse de ese modelo.

Los gestores de la empresa decidieron ampliar la zona de servicio llevándola hasta los municipios recientemente agregados de la ciudad. El propósito explícito era adelantarse a la competencia e incrementar el número de abonados.²⁴ Un cierto tipo de clientes potenciales merecía especial atención: las grandes fábricas instaladas en Sants, Sant Martí de Provençals, Sant Andreu y, aún más lejos, en el municipio de Badalona. El acceso a ese prometedor mercado suponía transportar la electricidad a localidades alejadas hasta 10 km de la central.

La corriente trifásica permitió hacerlo en condiciones rentables. La producción de corriente alterna marca un punto de inflexión en el desarrollo de la red de distribución de la Barcelonesa, que en 1906 tenía una extensión total de 471 km, con un radio máximo de servicio de 4 km, aproximadamente. A partir de 1907, el crecimiento de la red fue muy rápido y estuvo concentrado en la red trifásica.

Con el fin de reducir costes, se decidió que la red de los pueblos del área barcelonesa se instalaría mediante conducciones aéreas. El transporte de corriente alterna se proyectó mediante líneas de 6.000 voltios. Para su distribución a los abonados fue necesario construir un amplio sistema de subcentrales y pequeñas estaciones transformadoras. Las dos primeras, situadas en Gràcia y el Tibidabo, entraron en servicio en 1907. Progresivamente, se añadirían las subcentrales emplazadas en la Barceloneta, la calle de Tallers, el Rec Comtal y el Poblenou (*Figura 9*).

En 1908, la red eléctrica de la Barcelonesa presentaba una configuración típicamente dendrítica. La organización jerárquica (central productora, subcentrales, estaciones transformadoras) y el crecimiento arborescente eran sus características más notables. La rápida instalación de la red trifásica hacía posible el abastecimiento a los principales núcleos industriales próximos al centro de Barcelona. Siguiendo la línea de costa, en dirección norte, la red se prolongaba hasta Badalona, abriendo camino a una posible ampliación de la zona de servicio en el Maresme.

En realidad, la expansión geográfica de la red no había hecho más que empezar. En 1909, se inauguró el servicio de corriente en el Poble Sec y Can Tunis, barrios muy próximos a la central de Mata. Al año siguiente, se inició, desde Sants, la prolongación de la red hasta l'Hospitalet de Llobregat y Cornellà. Desde allí, podría seguir progresando en el futuro hacia las poblaciones del Baix Llobregat. En 1910, la red tenía una extensión total próxima a los 1.000 km y contaba con 128 estaciones transformadoras. Pero seguía siendo, en esencia, una red local. Todas las subcentrales estaban instaladas en el término municipal de Barcelona.

La Barcelonesa se marcó, entonces, un nuevo objetivo: la extensión del servicio a las ciudades industriales de Mataró, Sabadell y Terrassa, distante esta última más de 20 km de la central de Mata. Para ello sería preciso afrontar, en primer término, la competencia de pequeñas empresas que disponían ya de sus propios sistemas de producción y distribución. El obstáculo fue superado adquiriendo la mayoría de las acciones de las sociedades que suministraban fluido en las localidades citadas. Con ello, la Barcelonesa pasó a disponer de dos pequeñas centrales productoras situadas respectivamente en Terrassa y Mataró. Paralelamente, se

24. Archivo de FECSA, *Actas de las Juntas Generales de la Compañía Barcelonesa de Electricidad*, 28-VI-1905.

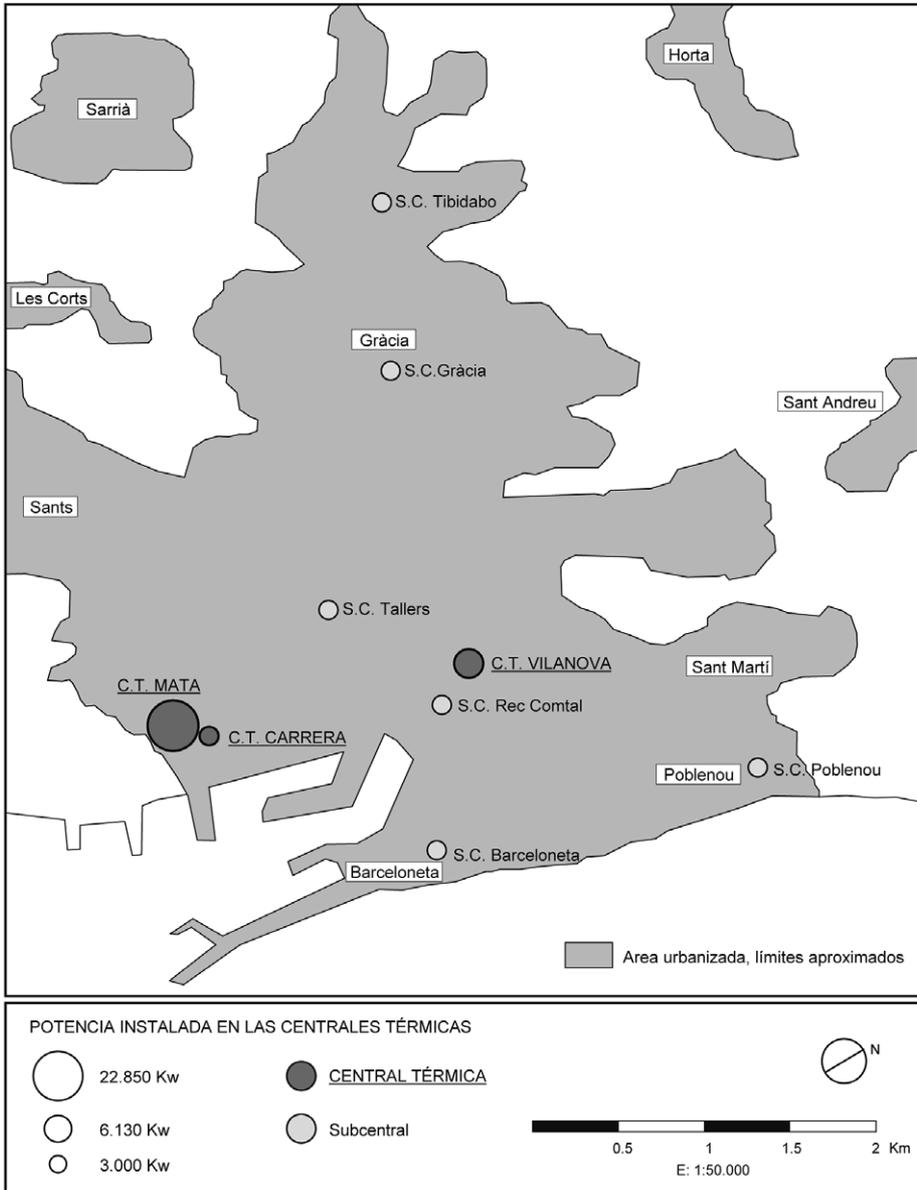


Figura 9. Localización de las centrales térmicas y subcentrales de transformación instaladas en Barcelona (1911). Fuente: elaboración propia.

decidió la adquisición de una pequeña central hidroeléctrica instalada en Sant Andreu de la Barca.

Así, el desarrollo de la red pasó a constituir un importante desafío. El problema era no sólo transportar energía a distancias cada vez mayores; había que hacerlo, pero, además, se debían articular diferentes centrales productoras y

mercados dispersos en las comarcas del Barcelonès, el Baix Llobregat, el Maresme y el Vallès. La *Figura 10* muestra la solución dada a este problema en los años 1912 y 1913. El elemento esencial fue la construcción de una línea de transporte de alta tensión, prevista inicialmente a 50.000 voltios, que debía conectar las centrales productoras y las subcentrales de transformación.

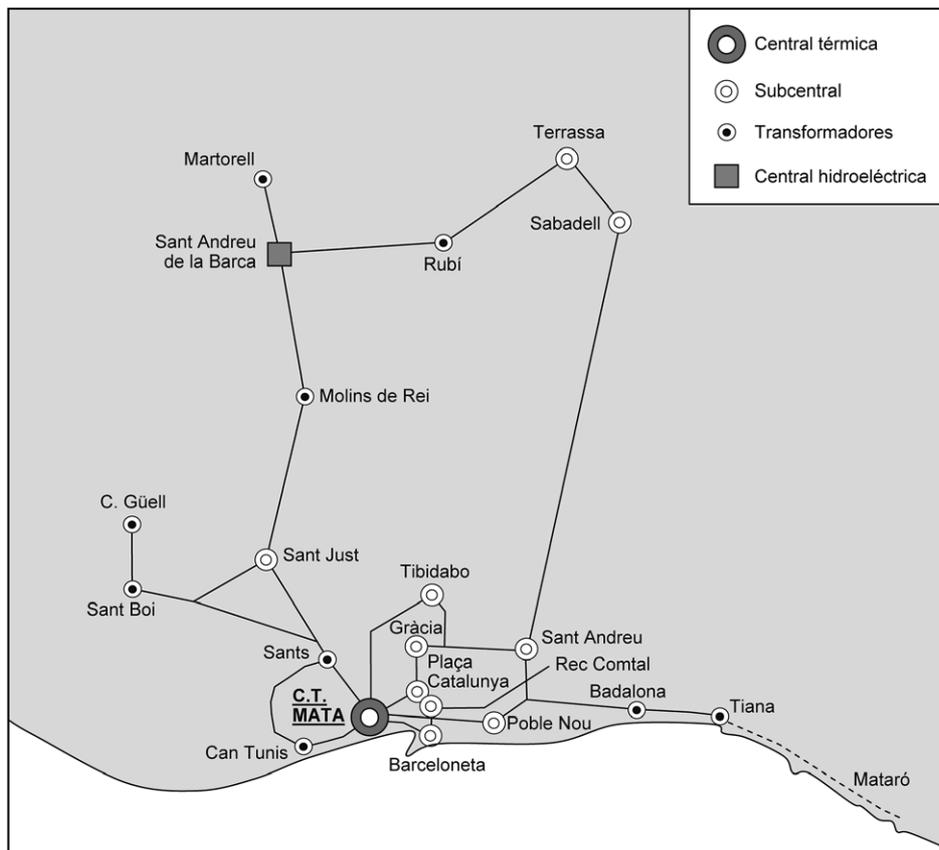


Figura 10. Esquema de la red de transporte del alta tensión de la Compañía Barcelonesa de Electricidad, 1912-1913. Fuente: elaboración propia.

El enlace con la zona del Baix Llobregat se realizó a través de una potente subcentral construida en Sant Just, equipada con dos transformadores estáticos de 1.000 kW. La producción de la central hidroeléctrica de Sant Andreu de la Barca, que entró en servicio en octubre de 1912, se canalizó hacia Sant Just para complementar el abastecimiento de las poblaciones del delta del Llobregat. La línea de alta tensión que conducía a Sabadell y Terrassa fue inaugurada en julio de 1912. Para su servicio se construyó una estación elevadora en Sant Andreu del Palomar, con tres transformadores estáticos de 1.500 kW, que alimentaban las potentes subcentrales de Sabadell y Terrassa. El circuito de las líneas de alta tensión se cerró en 1913, mediante una conexión entre Sant Andreu y Terrassa que

pasaba por Rubí. La red de alta tensión, instalada finalmente a 25.000 voltios, tenía entonces una extensión superior a los 250 km. El proyecto de enlace con Mataró quedó finalmente en suspenso debido a los acuerdos alcanzados en 1913 con Energía Eléctrica de Cataluña, cuya potente central térmica de Sant Adrià del Besòs entraría en funcionamiento al poco tiempo.

Pese a su modesto alcance, si se compara con los complejos sistemas a que muy pronto daría lugar el transporte de electricidad de generación hidráulica, la red de 1913 tiene un interés cierto. Se trata del primer modelo de interconexión logrado en Cataluña. El circuito de alta tensión permitía itinerarios alternativos y, por tanto, una respuesta más flexible a las variables condiciones de carga. Paralelamente, el enlace de la central térmica de Mata con la central hidráulica de Sant Andreu de la Barca sugería ya el futuro de la industria eléctrica: la complementariedad de sistema de producción. La red eléctrica regional había dado su primer paso.

La corriente alterna permitió abatir la barrera de la distancia y, paralelamente, mejoró la competitividad de la energía eléctrica al reducir las pérdidas por transmisión. Entre 1906 y 1910, la productividad de la Compañía Barcelonesa aumentó un 60%. En un contexto de estabilidad de los precios del carbón, esa mejora de la productividad pudo trasladarse a los consumidores por vía de los precios. Las tarifas establecidas para alumbrado y tracción se redujeron moderadamente a partir de 1906. El precio de venta de la fuerza motriz, en cambio, experimentó un acusado descenso. Entre 1905 y 1909 pasó de 33 a 12 céntimos el kWh: una reducción de más del 60% en cuatro años.

Los consumidores industriales reaccionaron con enorme presteza ante los nuevos precios. El consumo de fuerza motriz pasó de dos millones y medio de kWh en 1906 a casi quince en 1908. En 1913, las ventas de fuerza superaron los cincuenta y siete millones de kWh, lo cual suponía el 70% de la energía consumida en el área barcelonesa. La expansión del mercado industrial había sido fulgurante, con un crecimiento anual acumulado superior al 50%.

Al privilegiar la conquista de la clientela industrial, la Barcelonesa de Electricidad no sólo alcanzó mayores densidades de demanda, también consiguió deshacer el equilibrio del mercado eléctrico barcelonés. En efecto, la Central Catalana de Electricidad, su empresa competidora, no realizó el cambio de la corriente continua a la corriente alterna hasta cinco años más tarde. En 1910 decidió ampliar el edificio de la central térmica de la calle de Vilanova para instalar dos grupos turboalternadores, que no llegaron a entrar en servicio hasta 1911. Esos cinco años de retraso fueron un pesado lastre. Hasta 1905, las redes de distribución de la Catalana y la Barcelonesa se habían superpuesto en las calles de Barcelona, y las dos empresas habían mantenido una dura competencia. Aunque la Barcelonesa mantuvo siempre una cierta ventaja, la cuota de mercado de la Catalana no era nada despreciable: hacia 1905, su cifra de ventas equivalía a un tercio de la de su rival. En los años siguientes, la situación se decantó de manera rotunda. En 1913, la cuota de mercado de la Catalana de Electricidad se había reducido a menos de un 7%. Y, más significativo todavía, ya que afectaba a las posibilidades de expansión futura, la red de distribución de la Barcelonesa de Electricidad era diez veces mayor que la de la Catalana, y

el consumo medio de sus abonados era cuatro veces mayor. Tras tres lustros de competencia, la *Barcelonesa* había ganado la partida.

Comparaciones y explicaciones

El rápido crecimiento del consumo de energía eléctrica en Barcelona fue paralelo al que se registró en las mayores ciudades europeas y norteamericanas. Sin embargo, la evolución de Barcelona presenta interesantes diferencias con ciudades de su mismo rango.

En un apartado anterior se ha señalado que, hacia 1894, la electrificación de la ciudad mostraba un sensible retraso respecto a centros como Madrid o Montreal. Esta situación de atraso relativo se mantenía todavía en 1900. En ese año, la difusión de la electricidad en Madrid era muy notable: las compañías eléctricas abastecían a más de 26.000 abonados, una cifra que no se alcanzó en Barcelona hasta una década más tarde. El consumo total y per cápita también ponía en desventaja a Barcelona, y no sólo con Madrid, sino con ciudades europeas como Hamburgo, Frankfurt, Manchester o Copenhague, de similar tamaño demográfico.

Esta situación iba a dar un giro notable a lo largo del primer decenio del siglo xx. *La Tabla 1* compara el consumo per cápita de energía eléctrica en 1911 en tres ciudades: Berlín, Londres y Barcelona. La comparación debe hacerse con

Taula 1. Consumo de energía eléctrica por habitante en Barcelona, Berlín y Londres (1911)

Ciudad	Tracción (kWh)	Alumbrado (kWh)	Fuerza (kWh)	Total (kWh)
Berlín	26	20	37	83
Barcelona	17	16	44	77
Londres	6	30	13	49

Fuente: Elaboración propia. Las cifras relativas a Berlín y Londres proceden de Georg KLINGENBERG, «Electricity supply in large cities», *The Electrician*, 12 (1913), pág. 398-401.

cautela, toda vez que Berlín tenía por entonces un tamaño cuatro veces superior al de Barcelona y Londres superaba en más de diez veces la población de la capital catalana. En una industria tan sensible a los rendimientos de escala como la industria eléctrica, estas diferencias de mercado potencial importan. Por añadidura, Berlín había tenido una destacadísima trayectoria de innovación continua en el campo de la industria eléctrica.²⁵ Sin embargo, hacia 1911, el consumo eléctrico de Barcelona resulta perfectamente comparable al de estas grandes metrópolis.

25. Thomas F. HUGHES, *Networks of power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore, The John's Hopkins University Press, 1983.

En efecto, el consumo per cápita de electricidad en Barcelona era sensiblemente igual al de Berlín y claramente superior al de Londres. La debilidad relativa de Barcelona en el campo del alumbrado y de la tracción eléctrica queda compensada por su superior consumo industrial. La abundancia y bajo precio del carbón, tanto en Londres como en Berlín, seguramente inhibió la sustitución de la fuerza del vapor por la fuerza motriz eléctrica. En Barcelona, el empleo de electromotores liberó una actividad manufacturera atenazada hasta entonces por el elevado precio de la energía. En realidad, el consumo de energía eléctrica en el área barcelonesa superaba ya con creces a Madrid, Roma, París y la mayoría de las ciudades europeas. En vísperas de la Primera Guerra Mundial, Barcelona constituía uno de los mercados más dinámicos de Europa para las compañías eléctricas.

Los estudios comparativos sobre el desarrollo de la electrificación en las ciudades han suministrado distintos tipos de explicaciones acerca del retraso relativo en la difusión y adopción de la nueva tecnología, cuya principal diferencia radica en el énfasis concedido a las características tecnológicas, al modelo empresarial y al funcionamiento de los mercados. Georg Klingenberg, ingeniero jefe de la AEG, fue pionero en considerar el problema de la electrificación desde una perspectiva comparada.²⁶ Para Klingenberg, los factores decisivos en la expansión del consumo de electricidad estribaban en las condiciones de la oferta. Hacia 1911, Berlín disponía de un sistema centralizado para el suministro de alumbrado y fuerza a toda la ciudad, abastecido por seis centrales eléctricas de gran capacidad. Mientras tanto, Londres presentaba una industria de producción de energía eléctrica atomizada en 64 centrales productoras, con una capacidad media inferior a 5.000 kW. La pequeña escala de sus instalaciones impedía la racionalización de la producción y la mejora del factor de utilización de las centrales. La oferta de energía eléctrica en Londres parece haber estado decisivamente condicionada por la capacidad de las autoridades locales para crear empresas municipales de producción de energía eléctrica y para limitar la extensión de las redes de distribución de la competencia. Los costes de instalación por kW eran, consecuentemente, más elevados en Londres que en las otras ciudades. Salvando las distancias de escala, la estructura productiva de Barcelona se asemejaba más a la de Berlín que a la de Londres. Sin embargo, los costes de producción de la energía eléctrica no sólo dependen de la potencia instalada en las centrales. En la producción termoelectrónica, el coste del combustible desempeña un papel capital. En este aspecto, Barcelona estaba en clara desventaja respecto a cualquiera de las otras ciudades aquí consideradas.

La analogía entre Berlín y Barcelona, en cuanto al sistema tecnológico y la estructura de la demanda, permite otra aproximación de interés: el protagonismo empresarial. En su penetrante análisis del proceso de electrificación a escala internacional, William J. Hausman, Peter Hertner y Mira Wilkins han puesto de relieve el papel crucial de las empresas multinacionales y de las finanzas internacionales en la difusión de la tecnología eléctrica.²⁷ La apertura a la inver-

26. Georg KLINGENBERG, «Electricity supply in large cities», *The Electrician*, 12 (1913), pág. 398-401.

27. HAUSMAN, HERTNER y WILKINS, *Global Electrification...*

sión exterior en la España de finales del siglo XIX confería a las mayores ciudades españolas el papel de candidatas sólidas a la inversión extranjera. En el caso de Barcelona, al igual que en Madrid o Sevilla, esas inversiones se materializaron una vez superada la fase de incertidumbre tecnológica característica de la década de 1880. La Compañía Barcelonesa de Electricidad fue, lisa y llanamente, una compañía satélite de una de las más grandes e innovadoras empresas electrotécnicas de Europa: la alemana AEG. La asociación con la tecnología y la experiencia empresarial alemana fue, en este caso, particularmente fructífera. La AEG transfirió con celeridad la tecnología eléctrica más moderna desde Berlín a Barcelona. Los poderosos turboalternadores instalados en su central berlinesa en 1903 estaban produciendo corriente alterna sólo tres años más tarde en la capital catalana.

Una tercera línea de trabajo ha puesto el acento en el régimen de intervención administrativa y en la capacidad de los agentes para regular la competencia.²⁸ Las modalidades de intervención administrativa fueron muy variables. En algunas ciudades europeas, como Roma o París, el desarrollo inicial de la electrificación se produjo en un régimen de monopolio no regulado. Las tarifas se mantuvieron muy elevadas, la electrificación avanzó con lentitud y el consumo per cápita se mantuvo en niveles muy bajos. En Berlín existió un régimen de monopolio regulado. Las autoridades locales establecieron tarifas máximas y fijaron el área de suministro de las compañías eléctricas. En España, la capacidad legal de la administración local para influir en el desarrollo de la industria eléctrica estaba limitada por la Ley Municipal de 1877. El margen de actuación de los ayuntamientos se limitaba a contratar los servicios de alumbrado público, a conceder licencias de explotación y a fijar los requisitos técnicos para el tendido de cables en la vía pública. Debido al citado marco legal, los ayuntamientos no podían conceder monopolios de explotación del servicio eléctrico ni tampoco intervenir en el régimen de concurrencia de las empresas.

Es conocida la feroz competencia que presidió la distribución de la electricidad en Madrid en el tránsito del siglo XIX al XX, con media docena de compañías disputándose cada abonado y centenares de abonados cambiando cada año de empresa proveedora en función de las rebajas de tarifas o de ofertas gratuitas de instalación.²⁹ Esta competencia dio un resultado aparentemente sorprendente. Hacia 1914, la difusión del alumbrado privado era superior en Madrid al que se registraba en Roma, París o Berlín, aun cuando el consumo per cápita era más bajo que en esta última ciudad.

Aunque con menos actores en juego, en Barcelona la competencia fue similar a la de Madrid. El régimen de intervención administrativa era idéntico en ambas ciudades, y las tarifas eléctricas siguieron una pauta común, aunque más descendente, en Barcelona, a partir de 1906. Sin embargo, las sendas del consumo de electricidad no fueron paralelas. El número de abonados y la difusión del alumbrado privado eran muy superiores en Madrid a comienzos de siglo. A igualdad de precios, esto sólo puede significar sensibles diferencias en los nive-

28. AUBANELL, «La competencia...

29. AUBANELL, «La competencia...

les relativos de renta. En consumo por abonado y el consumo per cápita eran sensiblemente superiores en Barcelona. La razón obvia, en este caso, es el peso de la demanda industrial.

Los motores industriales han ofrecido a las empresas eléctricas barcelonesas un mercado profundo, capaz de generar fuertes economías de escala. El dinamismo de este mercado entre 1906 y 1911 contribuye a explicar el ciclo de inversiones de la nueva generación de empresas hidroeléctricas que, en poco tiempo, va a transformar por completo el sistema eléctrico catalán.³⁰ El propio paisaje urbano barcelonés empezaba a ser testigo de los cambios. A la altura de 1913, casi las únicas chimeneas humeantes de Barcelona eran las de las centrales termoeléctricas. Las numerosas fábricas de la ciudad habían comenzado la clausura de sus ingenios de vapor. El bosque de chimeneas fabriles, uno de los rasgos característicos del paisaje barcelonés ochocentista, pronto desaparecerá del escenario (*Figura 11*).



Figura 11. Vista de Barcelona desde la torre de la catedral. Al fondo las chimeneas humeantes de la calle Mata, y de la central de la compañía de tranvías en la calle Carrera. Sin fecha, pero anterior a 1917. Fuente: *Barcelona artística e industrial, lujoso álbum de fotografías con un resumen histórico de la ciudad*, Barcelona, Establecimiento Gráfico Thomas, [1917], pág. 156.

30. Sobre la decantación hidroeléctrica puede verse Horacio CAPEL y Luis URTEAGA, «El triunfo de la hidroelectricidad y la expansión de La Canadiense», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. II, pág. 13-81.

Conclusiones

Aunque no siempre se ha reconocido así, el ciclo de la termoelectricidad resultó crucial en el proceso de electrificación de Cataluña. En un negocio en el que la producción no puede almacenarse, las empresas termoeléctricas construyeron lo esencial: un mercado dinámico centrado en los consumos urbanos.

Los ensayos pioneros, correspondientes al período 1881-1894, que tienen considerable interés desde el punto de vista de la historia tecnológica y empresarial, dejaron escasa huella en la ciudad. La Sociedad Española de Electricidad acometió un proyecto de producción de energía eléctrica en un momento de incertidumbre, cuando la tecnología de producción y distribución eléctrica distaban de estar consolidadas. El Ayuntamiento de Barcelona podía haber favorecido la implantación del alumbrado público eléctrico, y con ello la consolidación de la primera empresa de electricidad comercial, pero no lo hizo.

La electrificación de la ciudad arranca realmente de 1896 y tiene dos episodios decisivos: la electrificación del transporte, de 1899 a 1906, y la electrificación de la industria, de 1906 a 1913. Durante esos períodos, la estructura de la demanda sufrió una completa transformación.

El consumo público no repercutió de modo apreciable en la consolidación de las empresas eléctricas. Siempre constituyó una fracción minúscula de la energía vendida por los grandes productores. Es cierto también que los poderes locales no perjudicaron la expansión de la electricidad. El marco legal constreñía su actividad en dos aspectos críticos: no podían acotar la competencia ni limitar la extensión territorial de los servicios eléctricos.

Las transferencias de capital y tecnología extranjeros fueron decisivas en el desarrollo de la electricidad comercial. Las expectativas que el mercado urbano e industrial de Barcelona podía despertar entre las empresas multinacionales atrajeron cuantiosas inversiones en los momentos clave: el despegue de la producción termoeléctrica a gran escala (1894-1897), la transformación del suministro de corriente continua a corriente alterna (1906-1910) y la decantación hidroeléctrica (1911-1914).

El consumo eléctrico de Barcelona gravitó decisivamente en torno a la demanda industrial. Las comparaciones interurbanas muestran que el desarrollo de este mercado fue temprano y profundo. La demanda de tracción eléctrica progresó con mayor lentitud que en otras ciudades de tamaño similar y siempre constituyó un mercado reducido. Por añadidura, la difusión de la electricidad en los hogares fue limitada y tardía, y el consumo doméstico de escasa entidad. Es muy posible que el bajo nivel de renta de la población constituya un factor explicativo en ambos casos. En definitiva, si bien varias ciudades europeas podrán reclamar con justicia el título de “ciudad de la luz”, Barcelona es merecedora del lema de “ciudad de la fuerza”.