

La generación eléctrica en México: una aproximación cuantitativa, 1880-1930.*

Ana Paula Solis Rojas

Estudiante de Doctorado del Programa Interinstitucional
en Historia e Instituciones Económicas de la AUB y la UB.

Becaria del CONACYT.

anapaulasolis@gmail.com

Resumen.

La historiografía económica sostiene que México inició la electrificación poco después de las economías occidentales más avanzadas, pero fue incapaz de seguir el ritmo de crecimiento. La anterior afirmación se mantenía gracias a las estadísticas existentes a partir de 1930. Sin embargo, poco se sabía de la trayectoria del sector en México, en términos agregados, para el periodo que ha sido denominado como la Revolución Eléctrica. Gracias a los enormes avances en la literatura de la temática en México y el uso de fuentes oficiales aún no explotadas, el presente estudio presenta una propuesta metodológica de reconstrucción de las series de potencia y producción eléctrica entre 1880 y 1930, presentando los resultados preliminares en perspectiva comparada con los datos disponibles para el caso español.

Palabras clave: potencia eléctrica, producción eléctrica, termoelectricidad, hidroelectricidad, México.

A diferencia de la tecnología emanada del uso del vapor de la primera revolución industrial, la electricidad fue adoptada de forma casi simultánea en México. Su incorporación implicó profundas transformaciones de largo plazo en la estructura económica mexicana a partir de 1880, originando nuevos sectores y transformando los existentes en las décadas siguientes.¹

En primer lugar, algunas fábricas textiles y compañías mineras integrarían plantas generadoras de electricidad en su estructura productiva. Posteriormente, aquellas con excedentes en la producción, diversificarían su actividad tradicional adicionando la venta del fluido eléctrico sobrante en aldeas, poblaciones y ciudades cercanas para la iluminación y el transporte. Las empresas suministradoras de gas integrarían generadores eléctricos para ofrecer la innovadora alternativa de iluminación, que complementarían y/o sustituiría el alumbrado público. Se instalarían filiales de las principales compañías de material eléctrico para su venta en el territorio nacional y se impulsaría el estudio técnico y profesional de la electricidad en escuelas y universidades en el país.

A pesar de lo anterior y en contraste con la proliferación de artículos y monografías que existen para otros países, en México la trayectoria del despegue de la electrificación y su impacto en la economía a nivel agregado es un tema aún inexplorado. Rescatando

* Este trabajo presenta datos preliminares de mi investigación doctoral, aún en curso, por lo que no deben considerarse como definitivos.

¹ La primera planta de alumbrado eléctrico se instaló en la fábrica de hilados y tejidos "La Americana" en León Guanajuato, con una capacidad de 1.8 kW, en 1879. Durante la década de 1880 las aplicaciones de la electricidad se habían extendido no sólo en el uso del teléfono y el telégrafo, sino en la iluminación de espacios públicos y privados en las principales ciudades, se habían conformado nuevas empresas dedicadas al suministro eléctrico, así como se habían transformado las existentes suministradoras de gas al complementar el suministro de gas con fluido eléctrico para la iluminación, de fábricas, molinos, minas, y se había implementado su uso en la medicina con la electroterapia y la galvanoplastia a lo largo de la década de 1880. Best, 1889, p.7.

el reciente y fructífero interés que ha suscitado el tema en el entorno académico mexicano, del que resultan minuciosos estudios de caso y monografías regionales que aportan datos precisos sobre compañías y plantas generadoras de electricidad, así como por la disposición de fuentes oficiales que no han sido incorporadas en los agregados disponibles actualmente, es posible hacer una aproximación sobre la trayectoria del sector mexicano para este periodo.

Por ello, en este trabajo presento una aproximación preliminar de la trayectoria del sector de generación eléctrica en México en el periodo 1880-1930 a través de la estimación de la serie de potencia instalada y producción eléctrica en términos totales y per cápita por tipo de fuente.

He organizado el trabajo en los siguientes apartados. En primer lugar, realizó una revisión de la literatura mexicana y las series estadísticas disponibles en torno al proceso de electrificación en México. Posteriormente, presento los materiales y fuentes secundarias en que baso mi propuesta metodológica para la agregación de los datos. Finalmente, presento la trayectoria de las series preliminares en perspectiva comparada con las existentes para el caso español.

Revisión de la literatura mexicana y las series disponibles en torno al sector eléctrico

La historiografía eléctrica de México

Hasta hace pocos años, la historiografía disponible sobre el despegue y penetración de la Revolución Eléctrica en México, desde una aproximación agregada, era un campo relativamente poco explorado.

Los primeros estudios en abordar la adopción y penetración de la electricidad en la esfera económica y social fueron elaborados por la Secretaría de Fomento de México en 1889 y 1899. Su objetivo era atraer la Inversión Extranjera Directa promoviendo al sector en la Exposiciones Internacionales de París de 1890 y 1900, mediante tres memorias sobre el estado del sector eléctrico en México. El primero de ellos de Best (1889), recoge datos sobre las instalaciones eléctricas de alumbrado en la esfera público y privada en las principales ciudades del país, así como de sus aplicaciones en la telefonía, telegrafía, galvanoplastia y medicina, entre otros.² Dos documentos realizados diez años después, con el mismo fin, e información agregada los llevo a cabo Rafael Arizpe (1900).³

El estado de la industria eléctrica durante el periodo posrevolucionario, podemos analizarlo a través de la labor del Ingeniero mexicano José Herrera y Lasso (1920, 1924, 1927, 1933, 1936) con varias publicaciones sobre el estado de la Industria eléctrica en el país, donde resalta las principales características, limitaciones y desafíos que enfrentaba la industria en el periodo. Los trabajos de analistas estadounidenses, Sterrett y Davis

² La publicación, pretendía dar a conocer las aplicaciones de la electricidad en el país, para “que por ella pueda juzgárense como un país consumidor de material eléctrico, capaz de sostener ese nuevo ramo de comercio con la industria Europea, y evitar el monopolio del material americano que, (...), es el que predomina en toda clase de instalaciones”. Best, 1889, p.7.

³ Ambas memorias son la primera fuente estadística oficial que incorpora en cuadros y series con datos precisos sobre las instalaciones eléctricas en las principales ciudades del país. Particularmente, aportan importantes elementos sobre las tres primeras empresas que se fundaron en la Ciudad de México, así como en el resto de la república mexicana. Incluye los contratos y negociaciones con las autoridades, datos sobre el equipo de generación y costos del suministro, el estado del transporte, distribución y tracción eléctrica por estado, con datos comparativos para 1889 y 1899, así como el de algunos países.

(1928), Bradley (1931) y del Departamento de Comercio de Estados Unidos, son otra fuente importante de las condiciones de las empresas y plantas hidroeléctricas existentes en la década de 1920. Diez años después, Ortega (1939) llevaría a cabo el primer análisis académico sobre la industria eléctrica. Su estudio tiene como objetivo enfatizar la importancia del sector de generación eléctrica como palanca del desarrollo económico. Su enfoque desde la política económica va acorde al nuevo papel de la Estado en la economía, enfatizando los beneficios sociales de la generación eléctrica. Díaz (1946) es el primer autor cuyo análisis vincula de forma específica la electricidad con la industrialización mexicana.

En la década de 1950, la falta de crecimiento del sector privado, los problemas de financiamiento de las empresas, las diferencias entre los ciclos y voltajes de los sistemas, entre otros, impulsaron dos nuevos estudios gubernamentales a cargo de Rodríguez Mata (1952) con un estudio detallado sobre las condiciones del sistema de 1939 a 1949, y Lara Beautell (1953) enfocado al estudio de las condiciones geográficas, sociales, económicas, sociales, tecnológicas y financieras para evaluar posibles soluciones al problema de estancamiento que vivía en el sector a finales de la década de 1940.

La mexicanización en 1960, colocó nuevamente a la industria eléctrica en la mira académica, destacando el trabajo de Wionczek (1964, 1965, 1967, 1982), donde analiza la compleja dinámica que permeó la actividad económica entre los agentes que participaban, directa o indirectamente, en el sector de producción eléctrica: estados, empresarios y sindicatos, resultando en un desempeño “incompleto” del mismo hasta la mexicanización en 1960.

El énfasis de los trabajos de 1960 hasta 1980, comprenden trabajos enfocados al sector público, las finanzas públicas, la política económica, la política industrial y el desempeño de la economía nacional. En todos se aborda parcialmente el papel del sector eléctrico desde dos perspectivas, el primero como uno de los ejes en que se sustentó la política económica del periodo de Sustitución de Importaciones y su declive en la década de 1970 (Reynolds 1970, Cárdenas 1987, 1996; Vernon 1966) el segundo en torno al desempeño de la empresa pública y el crecimiento del sector paraestatal (Vernon 1964; Ayala, 1999).

En cuanto a la historiografía económica contemporánea, encontramos importantes avances en la materia en los últimos treinta años, que aportan elementos significativos desde el enfoque empresarial, industrial, de arqueología industrial, geográfica, regional y financiera. Estos trabajos, se han orientado al análisis por periodos, la primera oleada de globalización hasta la primera guerra mundial, que concuerdan con el periodo porfirista y la Revolución Mexicana (1870-1920), El periodo posrevolucionario (1920-1940); del “Milagro Mexicano” (1940-1970), y el quiebre del modelo de crecimiento a partir de la década de los ochenta. Entre los trabajos de la era porfiriana, tenemos un primer grupo, donde se mencionan algunos casos de electrificación como parte del proceso de diversificación e integración vertical de las actividades mineras o textiles del empresariado local, aportando algunas pinceladas importantes sobre la conformación de las empresas eléctricas. Destacan los trabajos de Gamboa (1985, 2001), Meyer (1995), Marichal y Cerutti (1997), Gamboa, Estrada y García (2000), Puga y Tirado (1992), Romero-Ibarra, Contreras y Méndez, (2006).

La proliferación de artículos y monografías en el entorno académico mexicano e internacional ha resultado en una fructífera reconstrucción de las principales empresas eléctricas que se conformaron en el periodo del despegue electrificador. Un primer grupo, lo aborda como una manifestación de la iniciativa de emprendedores extranjeros y la diversificación del capital internacional en su expresión como inversión extranjera

directa (IED) y como *Free Standig Company's*. Desde esta perspectiva, las investigaciones han dado importantes elementos sobre la *Mexican Light and Power, Ltd.* Young (1995) analiza el papel de la banca alemana y la inversión extranjera en América Latina, enfocándose al respaldo financiero que se otorgó a la Casa Siemens y Halske, para fundar una de las primeras empresas eléctricas en México la *Mexican Electric Works, Ltd.* Hausman y Neufeld (1997) en un breve ensayo sobre la formación de la *American and Foreign Power Company, Ltd.*, señalan cómo se apoyó a empresarios estadounidenses para establecer centrales eléctricas en México. Armstrong y Nells (1984, 1988, 1995) han estudiado las empresas canadienses e incluyen en varias de sus publicaciones, la experiencia de inversión en América Latina, dando importantes elementos sobre la diversificación de la actividad empresarial y su incursión en el territorio Mexicano. Liher y Torres (2006, 2007, 2010), han brindado grandes aportaciones sobre la *Mexican Light and Power Company*, así como del proceso de electrificación en México y las compañías extranjeras. A diferencia de Armstrong y Nells, la observan desde la línea establecida por Mira Wilkins sobre las *Free-Standing-Company's* y la penetración del capital extranjero en el país.

Capítulos y artículos académicos han aportado a la historia empresarial importantes avances con estudios de caso de empresas generadoras y de tracción eléctrica: la *Guanajuato Power and Electric Company* (Galván 2004, Méndez 2005, Meyer 1995), la *Puebla Tramway and Electric Company* (Godoy, 1992, 1993, 2000) la *Cía. Hidroeléctrica e Irrigadora de Chapala*. (Ulloa, 2002, 2003, 2006), la *Compañía eléctrica e irrigadora en el Estado de Hidalgo* (Ortega, 2000, 2010), *La Michoacan Power Company* (Galván 2004), *The Central Mexico Company Light and Power Company*, (Sánchez 2002), *Compañía Agrícola y de Fuerza Eléctrica del Río Conchos, S.A* (Rascón 1940) la *Mexican Northern Power Company* (Garza, 1985; Liher y Torres 2010) y de la *Comisión Federal de Electricidad* (1987, 1992), Resendiz-Núñez (1994) que puede ser evaluada a partir de publicaciones propias, en su mayoría trabajos conmemorativos y algunos sobre las grandes obras de infraestructura y el trabajo de ingeniería de grandes proyectos. Encontramos también importantes avances sobre empresas tranviarias (Lara, 1992; Garza, 1992; Camarena, 1992; Leidenberg, 2002, 2003; Toledo, 2010).

Entre los trabajos monográficos regionales sobre procesos de electrificación encontramos estudios para la Ciudad de México (Carranza, 1998; Campos, 2005), Sinaloa (Frías, 2010), Michoacán (Guzmán 1982, 1986; Galván, 2004); Jalisco (Ulloa, 2002, 2004) y Oaxaca (Medina, 2004).

Desde una perspectiva de la participación de las finanzas internacionales y el protagonismo de las empresas multinacionales, destaca el caso mexicano como parte del proceso de penetración en América Latina en la reciente publicación de Hausman, Hertner y Wilkins (2008).

Existe una amplia documentación en los dos volúmenes sobre la Industria eléctrica Mexicana de Garza Toledo, et.al(1994, 1995) que aporta importantes elementos desde una perspectiva multidisciplinar.

Finalmente, los que se enmarcan en la temática de la historia agrícola y la historia del agua, mencionan algunos de los problemas relacionados con las concesiones para la explotación del recurso acuifero entre los agricultores, las comunidades y las empresas eléctricas (Aboites, 1988, 1998; Aboites y Estrada, 2004, Ávila, 2002), por mencionar algunos.

Una gran diversidad de enfoques y periodizaciones que han aportado, a pinceladas, información cualitativa y cuantitativa sumamente valiosa sobre la evolución de la generación eléctrica. Investigaciones que a su vez plantean nuevas preguntas, y abren

nuevas líneas de investigación sobre casos aún no estudiados, pero principalmente sobre la ausencia de una investigación sobre la evolución del sector de generación eléctrica de México a nivel agregado.

En conclusión, la historiografía económica sobre la generación eléctrica hasta este momento, carece de un estudio de la evolución de la generación eléctrica a nivel agregado para el periodo del despegue y difusión de la electricidad en México en lo que se ha denominado como la Revolución Eléctrica, que este trabajo pretende cubrir.

Las series estadísticas disponibles

México cuenta con series estadísticas oficiales generadas por dos dependencias gubernamentales: el Instituto Nacional de Estadística (INEGI) y la Secretaría de Energía (SE), que presentan agregados nacionales con diferentes periodizaciones, criterios diferenciados y en dos tipos de unidades, que corresponden a la contabilidad tradicional y a las cuentas medioambientales.

En primer lugar, las Estadísticas Históricas de México publicadas por el INEGI (1996, 2009), presenta series del sector eléctrico, tanto para la potencia (capacidad) como la producción (generación) desde 1900 hasta 2008. Sin embargo, las series presentan algunos inconvenientes. La serie de capacidad no presenta datos anuales hasta 1955. De 1900 a 1950 incorpora datos quinquenales o decenales recopilados por la Secretaría de Industria y Comercio para los años: 1900, 1905, 1910, 1920, 1930, 1940, 1945 y 1950.⁴ La serie de generación, importación y consumo eléctrico, cuenta con datos anuales a partir de 1933.

La segunda fuente para el sector eléctrico es el banco de información económica (BIE) del INEGI, el cual incluye entre sus series en línea estadísticas del Sector energético al subsector de electricidad. Estas series, pueden ser consultadas en dos modalidades, anual o mensualmente, para el periodo 1980-2000. La desagregación puede ser nacional o por estados, con series de Capacidad Instalada, Generación Bruta y Neta, número de centrales, así como series que siguen las tendencias actuales de Contabilidad Medioambiental, con indicadores anuales a nivel agregado sobre la disponibilidad de energía primaria y secundaria desde 1965 hasta 2004.⁵ La Comisión Federal de Electricidad (CFE) publicó en varias memorias, series de capacidad y generación eléctrica a nivel nacional, tanto en la esfera pública como en la privada, a partir de su constitución en 1937.⁶

En cuanto a los esfuerzos cuantitativos para la reconstrucción de series de estadísticas homogéneas de la electricidad desde una perspectiva de largo plazo, los esfuerzos han sido impulsados desde la línea de los energéticos y su papel en el crecimiento económico. En años recientes Rubio, Folchi, Carreras, Yañez y Tafunell, han enfatizado la importancia de la reconstrucción de series de consumo energético para América Latina y han propuesto una aproximación metodológica que pretende llenar los vacíos que se observan en este sentido. En su revisión de la literatura, señalan únicamente cuatro series reconstruidas para periodos previos a la contabilidad nacional tradicional para países latinoamericanos en los que existen datos para México las de Prebisch

⁴ INEGI, 2009, Tomo II, cuadros 10.2.1, 10.2.2; Estadísticas históricas de México, información digital EA62135, INEGI, México.

⁵ Véase: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe>

⁶ La serie de la CFE de 1992 concuerda con la serie del BIE INEGI que concuerda con los datos de la CFE de 1980 a 1993, que a su vez son los datos registrados para México de 1990 al 2007 en el Energy Outlook. Esta serie puede consultarse en: *Comisión Federal de Electricidad* (1987, 1992), Resendiz-Núñez (1994)

(1951), CEPAL (1956;), Darmstadter, et al. (1971) y Mullen (1978). Los autores señalan que únicamente las series de la CEPAL (1951 y 1956) y la de Darmstadter et al. (1971) son series de largo plazo que se aventuran más allá de las frecuentemente utilizadas de las Naciones Unidas World Energy Supplies, que ofrecen datos anualizados desde 1952. De estas series cabe rescatar únicamente los datos que encontramos para México. En los de la CEPAL (1951 y 1956) encontramos datos sobre el consumo de electricidad en MW de 1925 a 1948. El estudio de Joseph W. Mullen (1978) *Energy in Latin America: the historical record*, ofrece series decenales de 1950 a 1975, así como un panorama sobre la evolución y características de la generación de electricidad para el caso de México. El estudio de Joel Darmstadter (1971) ofrece series de producción hidroeléctrica en valor calorífico de la electricidad (en lugar de la cantidad equivalente de carbón para producirla) entre otras series básicas (producción nacional, exportaciones e importaciones de productos energéticos, cargas a buques) con estimaciones puntuales para 1925 y 1929 para elaborar las series de consumo aparente de energía.⁷

Estas series reconstruidas tenían como objetivo la cuantificación de los recursos energéticos dirigidos al establecimiento o crítica de las estrategias de política económica en el ramo energético con una clara perspectiva de cómo el desarrollo económico afecta el uso de la energía. Por ello, la serie de “Consumo Aparente de Energías”, propuesta por Carreras, Hofman, Tafunell y Yañez (2003) Rubio y Folchi (2004, 2005), Rubio (2007), Yañez, Rubio, Carreras (2006), se enmarca en la línea opuesta a la contabilidad tradicional, es decir su objetivo es medir la disponibilidad de energía y su efecto en el crecimiento económico. Como resultado, su serie histórica es la primera que permite una aproximación analítica a la contabilización de la hidroelectricidad, como parte del consumo aparente de energías primarias. Sin embargo no captura a la termoelectricidad, por ser una fuente secundaria de energía.

De la revisión de fuentes y materiales podemos subrayar que hasta el momento sólo se cuenta con la serie de importación de equipo eléctrico de Tafunell (2011) como evidencia cuantitativa para el periodo 1891-1930. Sin embargo, su serie, aporta datos sobre el valor de las importaciones de equipo eléctrico en América Latina con el objetivo de contrastar empíricamente las afirmaciones realizadas por Carson (1946) y Rippey (1947) respecto al proceso de electrificación en América Latina.⁸ Tafunell, afirma que ante la falta de datos sobre las magnitudes de la producción, el consumo o incluso la evolución del número de plantas, el valor de las importaciones de material eléctrico es, hasta el momento, la única evidencia cuantitativa para aproximarse a la evolución del proceso de electrificación en los países latinoamericanos, incluido México.

Por ello, rescatando este enorme esfuerzo para la reconstrucción de series estadísticas fiables y homogéneas que se ha llevado a cabo en los últimos años, la elaboración de series de potencia y producción eléctrica, que permitan estudios agregados sobre la evolución del parque eléctrico mexicano y su penetración en la esfera económica resulta impostergable.

Las fuentes, los materiales y la reconstrucción de las series, 1879-1937

⁷ Sobre un análisis detallado de las fuentes véase: Rubio y Folchi (2004, 2005), Rubio (2007).

⁸ Ambos historiadores, afirman que los países latinoamericanos, se incorporaron puntualmente a la Revolución eléctrica, pero fueron incapaces de seguir la trayectoria de crecimiento de los países tecnológicamente más avanzados. Tafunell, 2011, p.330.

Basándome en la amplia gama de trabajos en torno al caso español, las vicisitudes y debates que ha propiciado su estudio y tras examinar las fuentes cualitativas y cuantitativas que están ahora a mi alcance, me propongo reconstruir la trayectoria de la potencia y generación eléctrica en México apoyada en las estadísticas oficiales existentes incorporando materiales estadísticos oficiales impresos, así como en datos recabados en trabajos académicos recientes para la agregación de datos.

Partiendo de las series histórica del INEGI (1996, 2009), que he descrito anteriormente, incorporo los datos sobre la capacidad instalada de Best (1889) y Rafael Arizpe (1900a y 1900b), los datos de la “Estadística General de Plantas Generadoras de Energía Eléctrica elaborada en 1926 por la Comisión Nacional de Fuerza Motriz, donde se presenta un recuento de la capacidad instalada para este año; así como recuentos de capacidad instalada elaboradas por el Departamento de Medidas y Control de la Industria Eléctrica de la Secretaría de Economía Nacional en 1933 y 1936.⁹ Una quinta fuente de información sobre la capacidad instalada y la producción eléctrica, la proporcionan el primer censo quinquenal industrial de 1930. Todas estas fuentes oficiales contienen recuentos de la capacidad instalada a nivel nacional, fuentes que hasta el momento no han sido difundidas, ni utilizadas y nos proporcionan datos iniciales para la construcción de la serie. Estos datos se muestran en la figura 1.

Figura 1. Resumen de datos procedentes de diversas fuentes
(kW)

Años	Capacidad	
	Hidroeléctrica	Termoeléctrica
1889 ^{1/}	79,68	758,21
1899 ^{1/}	12043,06	18995,76
1926 ^{2/}	248386,67	144009,33
1930 ^{3/}	315682,86	159743,14
1933 ^{3/}	335165,49	207788,49
1936 ^{3/}	371979,04	257001,42
1937 ^{4/}	488610,50	265484,45

Fuentes:

- 1/ Secretaría de Fomento, Best (1889) Arizpe (1900a y 1900b).
- 2/ Comisión Nacional de Fuerza Motriz, 1926
- 3/ Secretaría de Industria y Comercio, años señalados
- 4/ Departamento de Medidas y Control de la Industria Eléctrica de la Secretaría de Economía Nacional, 1933 y 1936.
- 5/ A partir de este año los datos está encadenados a las Estadísticas de la Comisión Federal de Electricidad 1993.

Para sortear los vacíos anuales de las memorias y recuentos oficiales, realicé una primera recopilación de datos que han sido publicados en monografías de empresas y estudios regionales sobre el sector eléctrico de 1879 hasta 1936 por capacidad de planta registrada en la literatura, tanto por los incrementos y reducciones en la capacidad por año. Las plantas incluidas hasta el momento sólo corresponden a aquellas de producción pública y se resumen en la figura 2.¹⁰

⁹ Ortega, 1939, pp.70-72.

¹⁰ Se toma el dato de capacidad instalada de la primera planta de alumbrado eléctrico del que se tiene registro en el país, que de acuerdo a Rafael Arizpe y Sánchez Ponce, fue la que se instaló en la fábrica de hilados y tejidos “La Americana” en León Guanajuato, con una capacidad de 1.8 kW. Por ello se toma este dato inicial para el cálculo de la serie. Arizpe, 1900, p.86; Sánchez Ponce, 1976, p. 41.

Figura 2. Registro de entrada, aumento, disminución y cierre de plantas de suministro público, 1881-1936

Hidroeléctricas				Termoeléctricas			
Planta	Año en operación	Año de incremento de la capacidad	Año de cierre	Planta	Año en operación	Año de incremento de la capacidad	Año de cierre
Echevarría	1884	1897		La Americana	1879		
El Salto	1893	1898/1907/1912/1917		San Lázaro	1881		1920
Regla	1894	1928/1970	1970	La Verónica	1883		1920
Fernández Leal	1896	1927/1928		Nopalito	1887	1897	
Villada	1896	1927/1928		Nonalco	1896	1922/1944/1947/1972	
Tilán	1896	1927/1928		Pachuca	1906	1930	
Alameda	1898	1920/1922		Veracruz	1908		
Chiculca	1898		1930	Franck L. Gimore	1923	1960	
Mandín	1898		1930	S. de Mier	1929		
Juandó	1898	1928		Zacatecas	1929		
Portezuelo I	1899	1906		Saltillo	1930	1960	
Las Juntas	1899	1912/1917/1940		Andónegui	1930		
Platanal	1902	1954		Aguascalientes	1930	1960	
Cañada	1902	1938/1970	1970	Francke	1930	1960	
Elba	1902	1938/1970	1970	Durango	1930	1960	
Necaxa	1905	1910/1950		Mazatlán	1930	1976	
Tirio	1905			Mérida	1931	1980	1980
Coacoyunga	1906	1920	1970	San Luis	1936	1960	
San Sebastián	1906	1970	1970				
San Francisco	1906						
Los Molinos	1907						
Ixtaczoquitlán	1908						
Portezuelo II	1908						
Sabino	1908						
Botello	1908						
Tezcapa	1911	1928					
Laguna I	1911		1930				
Laguna II	1911		1930				
Puente Grande	1912	1917/1940					
Patla	1913						
San Agustín	1914	1929/1930					
Boquilla	1915	1966					
Colina	1918	1996					
Las Rosas	1919		1959				
Tepexic	1923	1927					
Zepayutla	1928	1940					
San Simón	1928	1940					
Zitotecpec	1928	1940					
San Pedro Porrúas	1928						
Tamascaltepec	1928						
Tuxtepango	1929						
Carmela	1929						
Carmelita	1929						
Concepción	1929						
Ventanas	1929						
Itzicuaró	1929						
Rosetilla	1930	1944/1950					
Lerma (Tepuxtepec)	1931	1940					
Las Fuentes	1936	1940					

Fuente: Elaboración propia, varios autores, varias obras:
 Alberto Best, "Noticia sobre las aplicaciones de la electricidad en la República Mexicana", Ministerio de Fomento, México 1885.
 Arque Rafael, El alumbrado público, México, S.E. La Europea, 1906.
 CFE, Informe, anual 1969-1970.
 CFE, Plantas generadoras y localidades con servicio, 1988.
 CFE, 25 años al servicio de México, 1917-1962.
 CFE, Empresas y plantas eléctricas en la República Mexicana / recopilación de datos y edición de la Oficina de Estadística, 1959.
 CFE, Informe de labores / Comisión Federal de electricidad.
 CFE, [http://www.cfe.gob.mx/fin/La Empresa/que es los estados centrales generadoras](http://www.cfe.gob.mx/fin/La%20Empresa/que%20es%20los%20estados%20centrales%20generadoras)
 CFE, 50 Aniversario: Comisión Federal de Electricidad, 1937-1987 (México 1987).
 Galera, Ernesto. La industria eléctrica en México. México: Fondo de Cultura Económica, 1943.
 Garza Villameal, Gustavo. El sistema ferropviario eléctrico como germen de la concentración industrial en la ciudad de México, 1876-1919.
 Godoy, Ernesto. Empresas y empresarios en la industria pública de Puebla 1887-1933, en Cristina Puga y Ricardo Trujillo, Los empresarios mexicanos ayer y hoy 1992.
 Campos Aragón, Leticia. La electricidad en la ciudad de México y área conurbada, Ed. Siglo XXI, México, 2005.
 Valera Cifra, Sergio. Empresas, Ferrovías y Alumbrado Público. La Compañía Hidroeléctrica y motora de Chapala.
 Ortega Moral Javier. Consideraciones del Patrimonio Industrial Eléctrico del Estado de Hidalgo", Comité Mexicano Para la Conservación del Patrimonio Industrial, Boletín 7, noviembre 2006.
 Javier Pérez Siller, Charal Cisamoussi, México-Francia: memoria de una sensibilidad común, siglos XIX-XX, volume 2, 2002.
 Godoy De la Cruz, Ernesto. "El primer cuarto de siglo del Sector Eléctrico en Puebla: bosquejo histórico de su implantación", 1888-1933, Elementos, No. 18, Vol. 3, 1993.
 Reinhard Lieht and Mariano Torres, Iron Free-Standing Company to Public Enterprise: the Mexican Light and Power Company and the Mexican Traction Company, 1902-1905.
 Meyer Cosío, F. J., La Misión de Guanajuato: Denuncias, Minas y Empresas (1892-1913), El Colegio de México, México, 1995.
 Galván Silva, M. L., "Hidroeléctricas e Eléctrica Extranjera (En Michoacán, 1913-1940, Tres Casos: La Guanajuato Power and Electric Company, La Michoacán Power Company y La Mexican Light and Power Company", Reinhard Lieht y Mariano E. Torres Bañón, en Mike Wilkins y Hans G. Schiller, The free-standing company in the world economy, 1890-1994.
 Urquidí Víctor, El desarrollo económico de México y su capacidad para absorber capital del exterior, México, Nacional Financiera, 1953.
 Rodríguez Niza Emilio, Generación y Distribución de energía eléctrica en México, 1929-1949, Banco de México, México, 1952.
 Revuelto Páez Daniel (Coord), El sector eléctrico de México, CFE y FCE, 1994.
 Méndez Reyes Jesús, The Guanajuato Power and Electric Company, páginas: 131 a 188.
 Víctor Sánchez Ronca, La industria eléctrica y el nacionalismo revolucionario, Acta Sociológica No. 5, Serie Industria, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Centro de Estudios del Desarrollo, UNAM, México 7, 1976.
<http://www.medes.com.mx/temas/temas/tema2001.htm#historia.html>
http://biblioteca.bguia.liceo.edu.mx/files/temas/felumen2/tema3/254/tema3_8.htm

A pesar de no ser de suministro público, permite sortear el vacío de información de 1880 con fines comparativos.

La serie presenta algunos desafíos que ya han sido discutidos por Bartolomé (1999) para el caso español. En primer lugar, debido a las características de las propias investigaciones, encontramos algunos datos parciales y en magnitudes heterogéneas, lo cual, conllevó a ciertos supuestos. El primero lo encontramos en las variaciones de las unidades de medida que se varían desde los watts-vatios, caballos de fuerza, caballos de vapor y amperes, En algunos casos la maquinaria eléctrica descrita, no reportaba su capacidad, pero sí el número, tipo e intensidad de lámparas que alimentaban, así como los rendimientos o duración anual, por lo que se asume un cálculo impreciso por el factor de conversión.¹¹ Otro inconveniente fue la ausencia detallada de algunas de las instalaciones donde la recopilación de datos no distinguió entre capacidad instalada, capacidad en operación, capacidad media o capacidad proyectada de acuerdo a la concesión, por ello se asume que los datos obtenidos corresponden a la capacidad instalada y en operación.

A partir de estos supuestos, se utilizan los datos obtenidos para construir una serie de tendencia utilizando tasas de crecimiento promedio para los años en los que no se disponen datos, suponiendo que los datos recabados corresponden al total de la capacidad instalada acumulativamente hasta 1937, donde encadeno los datos anualizados disponibles de la serie de la Comisión Federal de Electricidad de 1994.¹²

A partir de estas series de potencia hidroeléctrica, termoeléctrica y total, calculo las series de producción.

Utilizando la serie histórica del INEGI (1996, 2009), se establece el rendimiento de la maquinaria eléctrica por tipo de fuente, para el año en que se encadena la serie 1930.¹³

Posteriormente, se hace el cálculo de potencia para las plantas hidroeléctricas considerando un rendimiento inicial de 1,500 horas en 1880 que propone Isabel Bartolomé.¹⁴ El rendimiento se incrementa de forma acumulativa hasta alcanzar los rendimientos que reporta la serie del INEGI en 1910 de 2,020 horas, 2,032 para 1920 y de 2,206 en 1930.

Para las termoeléctricas, no se tienen datos sobre factor de planta ni rendimientos hasta 1930. Dada la elección del tipo de planta correspondía a su localización geográfica y las plantas termoeléctricas no funcionaron como subestaciones o plantas de emergencia hasta mediados de la década de 1950, se consideró oportuno mantener el mismo rendimiento que las hidroeléctricas hasta 1906 en que la capacidad hidroeléctrica despunta y posteriormente reducirlo hasta un factor de 0,20 o de 1,816 horas en operación que muestran los datos para 1930.

¹¹ Para la conversión de unidades utilicé el método de Isabel Bartolomé, dónde reconoce que a pesar de las diferencias en la denominación producto de tradiciones diferentes y no equivalentes con los kW, se ha aceptado internacionalmente su conversión a producto de 0,7457. Bartolomé, 1999, p.142.

¹² La serie de la Comisión Federal de Electricidad, contiene datos para el periodo de 1937 a 1993, que concuerdan con los datos que presenta el INEGI en el BIE de 1980-2001. Para consultar la serie, véase: Reséndiz-Núñez, 1994, Anexo Estadístico, cuadro A1.

¹³ El cálculo se hace considerando el valor de rendimiento máximo, es decir de un factor de planta del 100% o de 8760 horas de operación anual. Considerando que los datos del INEGI reportan una producción de 376 GWh o 376,000,000 kW, el rendimiento al que trabajaba la maquinaria corresponde a un factor de planta del 0,2306 o de 2020 horas.

¹⁴ Este dato es solvente al coincidir con el número de horas contratadas por algunos gobiernos municipales para el alumbrado público, así como al rendimiento factor de planta que ha elaborado la Secretaría de Energía de México, para las plantas de una capacidad menor a los 4MW instalados, dónde propone como rango promedio entre un 0,2 y 0,4. para la micro producción. Sobre el rendimiento inicial en 1,500 horas véase: Batolomé, 1999, p.153. Sobre el factor de planta: http://www.sener.gob.mx/webSener/res/168/A8_Minihi.pdf; y sobre los contratos

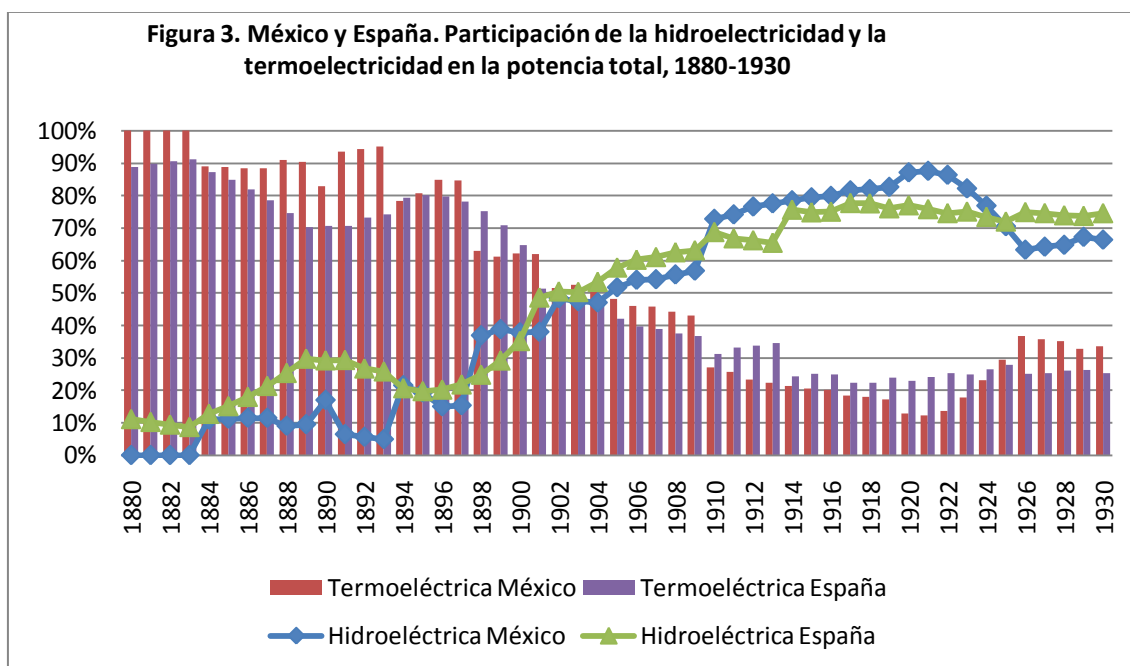
Dado que no se dispone de datos para un cálculo más preciso sobre los rendimientos del total de las plantas, la serie conlleva a un alto grado de incertidumbre. Sin embargo, los supuestos sobre los que está construida parecen sólidos ante la imposibilidad de otros elementos de contraste¹⁵.

Finalmente con datos sobre la población de ambos países se obtienen las series de potencia y producción per cápita.

Estas series, como ya he mencionado, son una aproximación que permiten vislumbrar la tendencia en la evolución de la capacidad de la generación eléctrica nacional, por tipos de fuentes en hidroeléctricas y termoeléctricas, desde 1880 hasta 1930 de México a nivel agregado con los datos que he podido incorporar hasta este momento.

Evolución de la capacidad y generación de México en perspectiva comparada con España, 1889-1930

El despegue de la electrificación, tanto en México como en España podemos situarlo en las últimas dos décadas del siglo XIX. Al igual que en países avanzados como Estados Unidos y Alemania, predominó la generación termoeléctrica hasta principios del siglo XX, cuando el perfeccionamiento del transporte de la electricidad a largas distancias favoreció e impulsó la adopción del agua como principal fuente de energía para la producción de electricidad hasta el final de periodo en estudio como se observa en la Figura 3.¹⁶

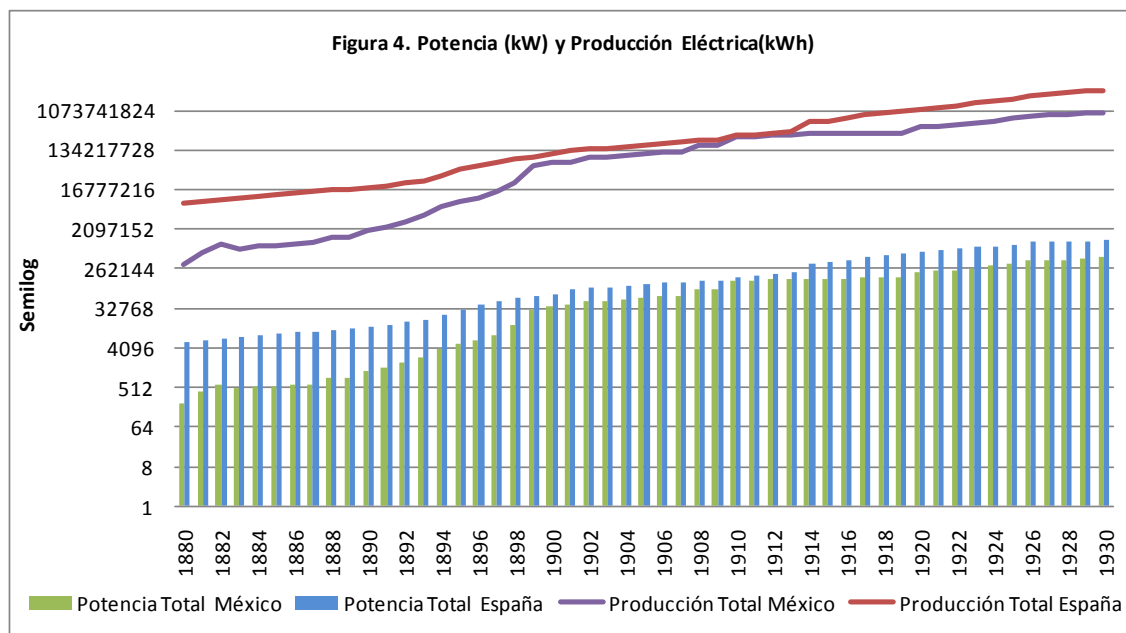


Fuentes: Para España, Bartolomé (1999); Para México elaboración propia.

¹⁵ Se cuenta con datos de rendimientos para las grandes compañías Compañía Mexicana de Electricidad, Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Eléctrica, Compañía Nacional de Luz Eléctrica, Compañía de Luz Eléctrica de forma agregada y sin distinguir por tipo de planta. Por ello, a pesar de que parece que mi propuesta dista mucho del rendimiento promedio anual de 3,245 horas para el alumbrado de las principales poblaciones de México, se consideró prudente mantener los rendimientos por tipo de planta que se observaron en las hidroeléctricas que los mismos datos arrojan y con ellos inferir el rendimiento de las termoeléctricas. Véase: Arizpe, 1900, p.113.

¹⁶ En España el predominio hidroeléctrico se alcanza en 1902, en tanto que en México en 1905. Véase Figura 3.

Como se observa en la figura 4, de 1880 a 1930, la trayectoria de la capacidad instalada total muestra tendencias similares para ambos países. Sin embargo, existe un amplio margen en sus niveles observándose un claro rezago del caso mexicano respecto al español. En tanto que la evolución de la capacidad española muestra un crecimiento moderado hasta 1910 y una expansión hasta 1930, en el caso mexicano se observa una expansión marcada hasta 1910 y un crecimiento moderado en la década de 1920, la desaceleración producto del movimiento revolucionario y el panorama económico internacional del periodo de entreguerras, no favoreció la tendencia de crecimiento que el sector había sostenido en la etapa del despegue térmico e hidroeléctrico.



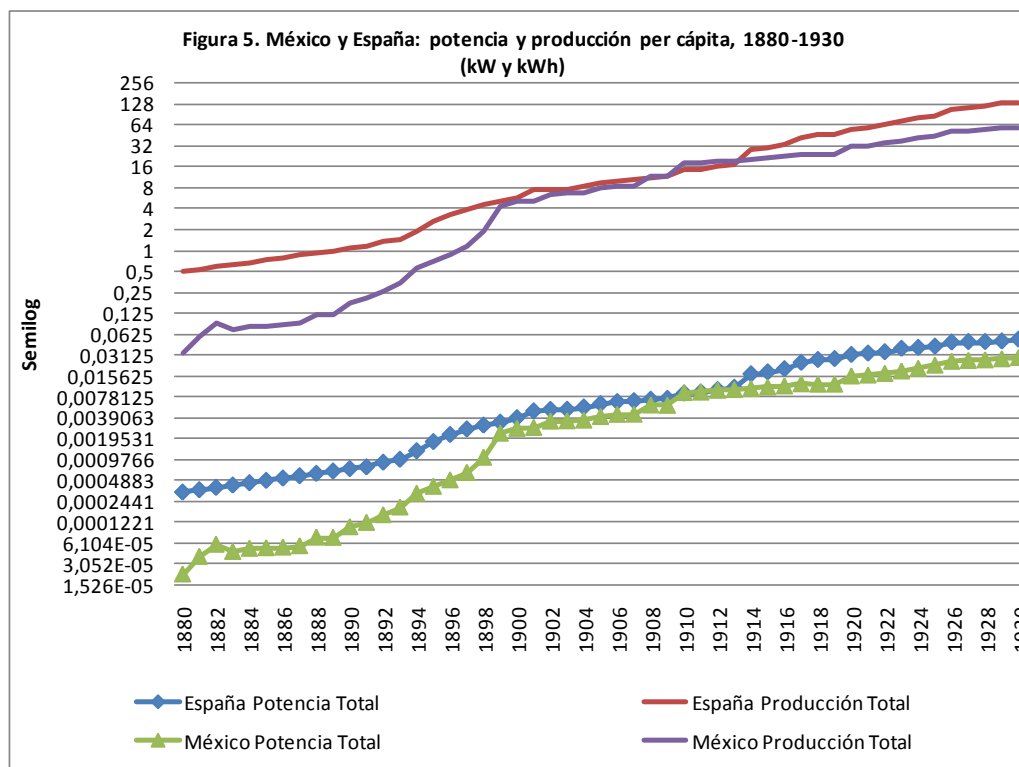
Fuentes: Para España, Bartolomé (1999); Para México elaboración propia.

En cuanto a la trayectoria de la producción, el rezago de México permanece hasta 1890, cuándo el mayor rendimiento de las plantas térmicas mexicanas permitió alcanzar mayores niveles y reducir notablemente la brecha con la trayectoria de generación de España entre 1909 y 1913, años dónde su rendimiento térmico alcanzó sus niveles más bajos con rendimientos alrededor de las 1,000 horas de operación al año, como se observa en la Figura 4. A pesar de que la brecha se acorta notablemente, el viraje en 1913 coincide con la Revolución mexicana, lo que parece impactar negativamente el crecimiento del parque mexicano.

Las tasas de crecimiento confirman el rezago relativo del parque mexicano, producto de los bajos niveles de la capacidad instalada en la etapa del despegue. A pesar de que la potencia instalada de México creció a una tasa promedio del 16.57 entre 1880-1930, que le permitió reducir la brecha inicial, no pudo alcanzar los niveles del parque español que creció a una tasa promedio del 11.35 en el mismo periodo. La misma tendencia se observa en la producción eléctrica, la tasa de crecimiento promedio entre 1880 y 1930 observa para México un ratio de 17.30, en tanto que la de España es de un 12.59.

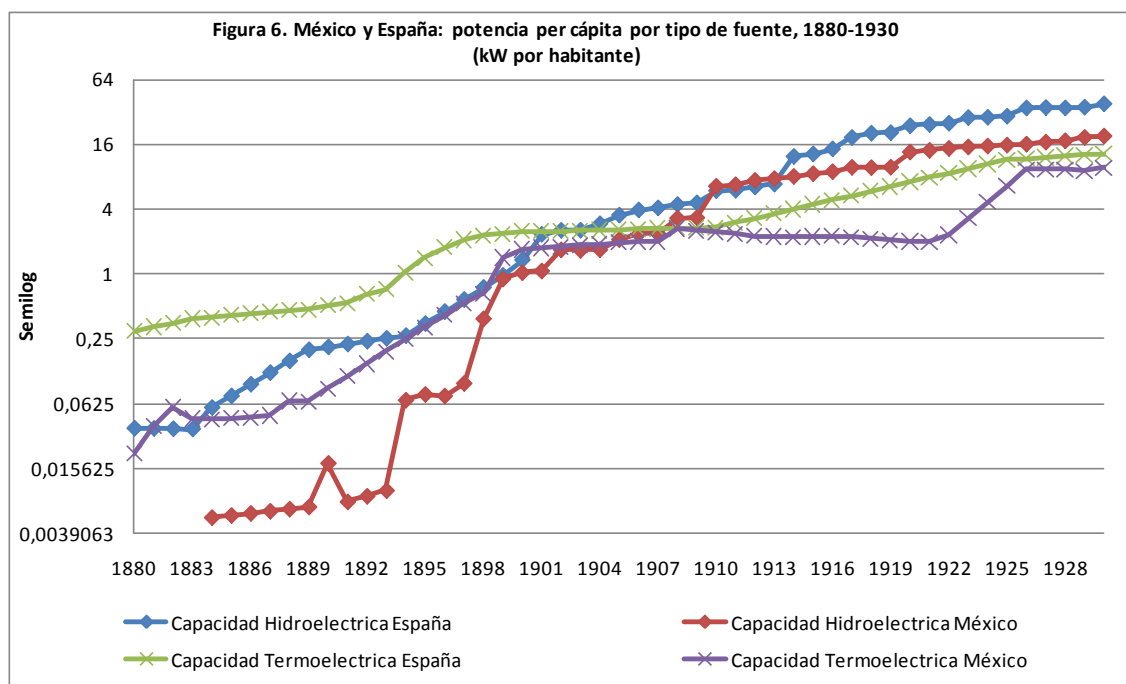
Si se observan las tendencias per cápita, representadas en la Figura 5, la brecha entre los países se reduce notablemente España inició con una superioridad tanto en potencia, con 0.00033 kW instalados, como en la producción con 0,496 kWh por habitante, en tanto que México se incorporó a la Revolución eléctrica con una muy baja capacidad instalada de 0.000021 kW y una producción de 0,03240 kWh por habitante en 1880,

representando el 6.46% de la potencia española instalada por habitante en 1880. La brecha es evidente en el despegue de la electrificación, sin embargo la baja población de México en comparación con la española en estos años, permitió que México observara una mayor tasa de crecimiento promedio por habitante entre 1880 y 1930. Con tasas del 15.49 en potencia y del 16.22 en producción, pudo reducir la enorme brecha existente en el despegue de la electrificación y representar un 55.72% de la potencia instalada por habitante y un 44.31% de la producción Española por habitante en 1930.



Fuentes: Para España, Bartolomé (1999) Nicolau (2005); Para México, potencia y producción elaboración propia; Población: De 1878 a 1900: Angus Madison, *Statistics on World Population*, de 1900 a 1930: Wilkie (2002) .

Por tipos de fuente, el crecimiento del parque mexicano y español en términos per cápita, puede observarse en la figura 6. La tendencia observa un marcado crecimiento de la potencia hidroeléctrica de ambos países, mostrando tasas de crecimiento promedio para el periodo 1880-1930 de 14.9 para España y de 19.39 para México, llevando a que México superara el parque Español en términos per cápita entre 1909 y 1913. En cuanto a la potencia termoeléctrica en términos per cápita, se observa una mayor tasa de crecimiento para España, que registra una tasa del 7.8 en contraste con un 7.2 promedio en el periodo para México.



Fuentes: Para España, Bartolomé (1999) Nicolau (2005); Para México, potencia y producción elaboración propia; Población: De 1878 a 1900: Angus Madison, *Statistics on World Population*, de 1900 a 1930: Wilkie (2002) .

En síntesis, la potencia y producción de electricidad en México y en España, muestran una trayectoria similar en cuanto al tipo de fuente que caracterizó el despegue de la electrificación, en periodo en que la Revolución Eléctrica transformaba profundamente las economías modernas. En términos absolutos, durante la primera mitad del siglo XX, se observa una tendencia entre ambos países: una fase inicial de crecimiento acelerado para México y de crecimiento moderado para España, aunque con una marcada brecha entre los niveles de potencia y producción eléctrica. En tanto que España experimento un periodo de expansión después de la PGM, la Revolución Mexicana, parece haber frenado el crecimiento acelerado que había experimentado con anterioridad. Sin embargo, en términos per cápita las altas tasas de crecimiento del parque mexicano permitieron reducir notablemente la brecha existente, aunque sin alcanzar los niveles de una economía de industrialización tardía como España.

Conclusiones

La propuesta metodológica que presento para la reconstrucción de series de potencia y producción eléctrica, así como las series preliminares en perspectiva comparada con el caso español, contribuyen al enorme esfuerzo que se ha llevado en entorno académico por reconstruir un capítulo de la historia de México aún ausente. Los resultados que presento como un primer esfuerzo de estimación de la capacidad de generación y producción eléctrica de México entre 1880 y 1930, refuerzan el argumento establecido por historiadores, en que México participó de forma puntual en el advenimiento de la Revolución Eléctrica pero desde su despegue mostró un marcado retraso que le imposibilitó seguir el paso de las economías más avanzadas, inclusive comparándolo con la trayectoria de un país de industrialización tardía como es el caso español. La tendencia de la trayectoria observada para el caso mexicano muestra la misma tendencia de crecimiento, pero con diferentes pautas de comportamiento respecto a las fuentes energéticas para la producción eléctrica resultado de la dotación de recursos de ambas economías, así como del impacto que la Revolución Mexicana tendría sobre el

crecimiento del sector en un momento en que se observa un comportamiento diferente en la trayectoria del caso español. En términos per cápita, la trayectoria muestra un comportamiento más alentador para México a inicios del siglo XX, en que tanto la potencia instalada como la producción por habitante alcanzaron los niveles de España, hasta el advenimiento de la Revolución Mexicana.

Bibliografía:

ABOITES, Aguilar, Luis, *La irrigación revolucionaria. Historia del Sistema Nacional de Riego del Río Conchos, Chihuahua 1927-1938*, SEP/CIESAS, México, 1988.

-----, *El Agua de la Nación. Una historia política de México, 1888-1946*, CIESAS, 1998.

ABOITES Aguilar Luis y ESTRADA Tena Valeria (compiladores) *Del agua municipal al agua nacional. Materiales para una historia de los municipios en México 1901-1945*, CONAGUA- AHA- CIESAS- COLMEX, México, 2004.

ARIZPE, R. R. *Estadística De Las Aplicaciones De La Electricidad En La República Mexicana*, Comisión Mexicana para la Exposición Universal e Internacional de París, México, 1900.

-----, *El alumbrado público en la Ciudad de México*, Estudio Histórico, Comisión Mexicana para la Exposición Universal e Internacional de París, México, 1900.

ARMSTRONG, C. y NELLES, H.V., "A curious capital flow: Canadian Investment in Mexico, 1902-1910", *Business History Review*, n. 58, 1984, pp.203.

-----, *Southern Exposure. Canadian Promoters in Latin America and the Caribbean 1896-1930*, Toronto, 1988.

-----, "La empresa corporativa en el sector de servicios públicos: el desempeño de las compañías canadienses en México y Brasil 1896-1930", en Carlos Marichal (coord.), *Las inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930. Nuevos debates y problemas en historia económica comparada*. México, El Colegio de México-Fondo de Cultura Económica, 1995.

AVILA García, P., *Agua, Cultura y Sociedad en México*, El Colegio de Michoacán, México, 2002.

AYALA, Espino José, *Estado y desarrollo. La formación de la economía mixta mexicana en el siglo XX*, FCE-SEMIP, México, 1988.

-----, *Economía del sector público mexicano*, Facultad de Economía, UNAM, México, 1999.

BARTOLOMÉ, Isabel, "La industria eléctrica española antes de la guerra civil: reconstrucción cuantitativa", *Revista de Historia Industrial*, N° 15, Año, 1999, p.142.

BEST, Alberto, *Noticia sobre las aplicaciones de la electricidad en la República Mexicana*, Ministerio de Fomento, Exposición Internacional de París, México 1889.

BRADLEY, J.R., *Fuel and Power in Latin America*, U.S. Department of Commerce, United States Government Printing Office, Washington, 1931.

CAMARENA, Mario, "El tranvía en época de cambio", en *Historias*, 27, octubre 1991-marzo 1992, INAH, México, pp.141-146.

CAMPOS Aragón, Leticia, *La apertura externa en el sector eléctrico mexicano*, México IIEc y Programa Universitario de Energía, 1997.

-----, (coord.), *El modelo británico en la industria eléctrica mexicana*, Siglo XXI, México, 2003.

-----, *"La electricidad en la Ciudad de México y área conurbada. Historia, problemas y perspectivas"*, Siglo XXI, México, 2005.

- CÁRDENAS, Enrique, *La industrialización mexicana durante la gran depresión*, México: El Colegio de México, 1987.
- , *La hacienda pública y la política económica, 1929-1958*, FCE, México, 1994.
- CARMAGNANI, Marcello, *Estado y mercado. La economía pública del liberalismo mexicano 1850-1911*, México, Fondo de Cultura Económica, El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, 1994
- CARRANZA Castellanos, Emilio. *Crónica del alumbrado de la Ciudad de México*. México: Instituto Politécnico Nacional/Sociedad General de Escritores de México/Sociedad de Ex-alumnos de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 1998.
- CARRERAS, HOFMAN, TAFUNELL Y YÁÑEZ, *El desarrollo económico de América Latina en épocas de globalización - Una agenda de investigación*, División de Estadística y Proyecciones Económicas, Centro de Proyecciones Económicas, Santiago de Chile, diciembre de 2003.
- CARSON, JAMES S., "The Power Industry", en HUGHLETT, LLOYD J. (ED.), *Industrialization of Latin America*, Nueva York, McGraw-Hill, 1946, pp. 319-45.
- CEPAL, *La energía en América Latina*, Instituto de desarrollo económico, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, 1956
- CERUTTI, Mario, "Ferrocarriles y actividad productiva en el norte de México, 1880-1910" en Carlos MARICHAL (coord.) *Las Inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930*, México, FCE/Colegio de México, Fideicomiso historia de las Américas (Serie Estudios), pp.178-192, 1996.
- , *Espanoles en el Norte de México: propietarios, empresarios y diplomacia (1850-1920)*, Universidad Autónoma de Nuevo León, 1985.
- CFE, *50 Aniversario: Comisión Federal de Electricidad, 1937-1987*, México 1987.
- , *55 Aniversario de la Comisión Federal de Electricidad*, México, 1992.
- GARZA, Gustavo, "El sistema ferroviario y eléctrico como géneros de la concentración industrial en la ciudad de México (1876-1910)" en *La ciudad y el campo en la historia de México*, Memoria de la VII reunión de historiadores mexicanos y norteamericanos, UNAM, 1992.
- DARMSTADTER, Joel, et .al., *Energy in the world economy; a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925*, Baltimore, Resources for the Future, the Johns Hopkins Press, 1971.
- DÍAZ Arias, Julián. *La industria eléctrica y su importancia en la industrialización de México*, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, México, 1946.
- FOLCHI Mauricio y RUBIO María del Mar, "El consumo aparente de energía fósil en los países latinoamericanos hacia 1925: una propuesta metodológica a partir de las estadísticas de comercio exterior". Segundo Congreso Nacional de Historia Económica, organizado por la Asociación Mexicana de Historia Económica, México, D.F., 27-29 de octubre de 2004.
- FRÍAS Sarmiento, Eduardo, "La industria eléctrica en Sinaloa, en 1915-1940", en Liehr y Torres, *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, Iberoamericana Editorial Vervuert, BUAP. México, 2010
- GALARZA, Ernesto, *La industria eléctrica en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1941.
- GALVÁN Silva, M. L. "Hidroeléctricas e Inversión Extranjera en Michoacán, 1911-1940. Tres Casos: La Guanajuato Power and Electric Company, La Michoacan Power Company y La Mexican Light and Power Company", en, Segundo Congreso de Historia Económica: La historia económica hoy, entre la economía y la historia Facultad de Economía, UNAM, México, 2004.

GAMBOA, Ojeda, Leticia, *El patrimonio de la industria textil de Puebla: destrucción y conservación de las edificaciones fabriles del siglo XIX*, Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, 1994

-----, *Los empresarios de ayer, el grupo dominante de la industria textil de Puebla 1906-1929*. BUAP, México, 1985.

Gamboa O.L., Estrada, R&L, y García B., *Historia e imágenes de la industria textil mexicana: Puebla, Tlaxcala y Veracruz*, Cámara de la Industria textil de Puebla y Tlaxcala, México, 2000.

GARZA Toledo, Enrique (et al.). *Historia de la industria eléctrica en México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Vol.I y V.2, México 1994- 1995.

GARZA Villarreal, Gustavo. *El sistema eléctrico*, en Garza Villarreal, Gustavo (coord.). *Atlas de Monterrey*. Gobierno del Estado de Nuevo León [et al.] . 1995: 209-214.

-----, "El sistema ferroviario y eléctrico como génesis de la concentración industrial en la ciudad de México, 1876-1910". en: *La ciudad y el campo en la historia de México. Memoria de la VII Reunión de Historiadores Mexicanos y norteamericanos (Oaxaca 1985)*. México: Instituto de Investigaciones Históricas: Universidad Nacional Autónoma de México, 1992: 215-247

GODOY, Dárdano, Ernesto, "Un ingeniero y su imperio: Frederick Stark Pearson", en *Universidad de México. Revista de la UNAM*, No.545, junio de 1996, México

-----, "El primer cuarto de siglo del sector eléctrico en Puebla: Un bosquejo histórico de su implantación, 1888-1913", *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*, UAP, No.18, Vol. 3, México, 1993, pp.44-51.

-----, *La enseñanza técnica y de la electricidad en el colegio del estado de Puebla durante el porfiriato*. Puebla: Gobierno del Estado de Puebla, 1991.

GÓMEZ Tagle, Silvia, *Insurgencia y democracia en los sindicatos electricistas*. México: Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México, 1980 .

GONZÁLEZ Corona, E., *El Salto, Industria y Urbanización De Guadalajara*, Universidad de Guadalajara, Departamento de Investigación Científica y Superación Académica, 1989.

GUZMÁN Ávila, José Napoleón," Los inicios de la industria eléctrica en Michoacán", en Gerardo Sánchez Díaz, (coord.), *Ciencia y Tecnología en Michoacán*, Morelia, Michoacán, México, Universidad Michoacana-Coordinación de la Investigación Científica-Instituto de Investigaciones Históricas, 1990.

HABER, S. H., *Industry and Underdevelopment: The Industrialization of Mexico, 1890-1940*, Stanford University Press, 1989.

HAUSMAN, W. J., HERTNER Peter, WILKINS Mira, *Global Electrification : Multinational Enterprise and International Finance in the History of Light and Power, 1878-2007*, Cambridge University Press, 2008.

HAUSMAN, W. J y NEUFELD John L. "The Rise and Fall of The American & Foreign Power Company: A Lesson from the Past," *Electricity Journal* , Vol. 10, No. 1, January/February 1997, pp. 46-53.

HERRERA Y LAZO, José, *La Industria de la Generación de Fuerza hidroeléctrica, su fomento y reglamentación en México*, Talleres Gráficos de la Nación, 1920.

-----, *La Comisión Nacional de Fuerza Motriz, su organización, labores y tendencias*, Editorial Cultura, México, 1924.

-----, *La Fuerza Motriz en México*, Talleres Gráficos de la Nación, 1927.

- , *La Industria Eléctrica, lo que al público interesa saber*, Editorial Cultura, México, 1933.
- , “La electrificación rural en México” en *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura*, Órgano de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, 1936.
- LARA Beautell, Cristóbal. *La industria de energía eléctrica*, Fondo de Cultura Económica, México, 1953.
- LARA, Hernández, Héctor, *Recopilación de apuntes históricos del Sistema de Transportes Eléctricos del Distrito Federal*. Manuscrito, México, febrero, 1992.
- LAZO, Francisco. *Electricidad en México*. En: *El economista mexicano*, XIV, num. 6, México, 1980, pp.15-23.
- LEIDENBERGER, Georg, “Las huelgas tranviarias y el orden urbano en la ciudad de México, 1911 a 1925”, en *Historias*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, núm. 56, septiembre-diciembre, 2003, pp. 41-54.
- , “Los tranvías en la ciudad de México desde la electrificación hasta la revolución, 1900-1911”, en Carlos Aguirre Anaya, Marcela Dávalos y María Amparo Ros, (coords.), *Los espacios públicos de la ciudad. Siglos XVIII y XIX*, México, Casa Juan Pablos/Instituto de Cultura de la Ciudad de México, 2002, pp. 335-354.
- LIEHR Reinhard y LEIDENBERGER, Georg, “El paso de una free-standing company a una empresa pública: Mexican Light and Power y Mexico Tramways, 1902-1960”, en: *México y la economía atlántica siglos XVIII-XXI*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, 2006, pp. 269-309.
- LIEHR Reinhard y TORRES Mariano, *From Free-Standing Company to Public Enterprise: the Mexican Light and Power Company and the Mexican Tramways Company, 1902-1965*, eh.net/XIIICongress/cd/papers/23LiehrTorres165.pdf
- , “Las Free-Standing Companies Británicas en el México del Porfiriato, 1884-1911”, *Historia Mexicana* Vol. 47, No. 3, Jan. – Mar., 1998, pp. 605-653.
- , *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, Iberoamericana Editorial Vervuert, BUAP. México, 2010.
- MARICHAL, Carlos y CERUTTI Mario, (comp.) *Historia de las grandes empresas en México, 1850-1930*, México, FCE, 1997.
- MARICHAL, Carlos (coord.), *Las inversiones extranjeras en América Latina 1850-1930. Nuevos debates y problemas en historia económica comparada*, México, El Colegio de México, FCE, 1995.
- MILLWARD, R., *Private and public enterprise in Europe: energy telecommunications and transport: 1830-1990*, Cambridge, University Press, 2005.
- MEYER Cosío, F. J., *La Minería En Guanajuato: Denuncios, Minas Y Empresas (1892-1913)*, México, 1995.
- MÉXICO. DIRECCIÓN NACIONAL DE IRRIGACIÓN, *La industria eléctrica en México*, Estudios estadísticos preliminares, México, Editorial Cultura, 1931.
- MÉXICO. DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA, *Primer censo industrial de 1930*, México, 1935.
- MITCHELL, B.R. *International Historical Statistics – The Americas, 1750-1993*, 1994, Cuadernos de la CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 1978
- MULLEN, Joseph W. *Energy in Latin America: the historical record*, Cuadernos de la CEPAL, Naciones Unidas, Chile, 1978.
- ORTEGA Mata, Rolfo. *La electricidad hasta su nacionalización*, en *El Economista mexicano II*. Núm. 4, México, 1962, pp.426-462.
- , *Problemas económicos de la industria eléctrica*, Fondo de Cultura Económica, México, 1936.

ORTIZ-MENA, Antonio, *El desarrollo estabilizador: reflexiones sobre una época*, El Colegio de México, Fondo de Cultura Económica, México, 1998.

PREBISCH, R., "Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo", *Estudio económico de América Latina 1949*, Santiago de Chile, CEPAL, 1951.

PUGA, C. and TIRADO, R., *Los Empresarios Mexicanos, Ayer y Hoy*, Ediciones El Caballito, México, 1992.

RESENDIZ-NUÑEZ, Daniel (coord.). *El sector eléctrico de México*. México: Comisión Federal de Electricidad/Fondo de Cultura Económica, 1994.

REYNOLDS, Clark, *The Mexican Economy: Twentieth Century Structure and Growth*, New Haven, 1970.

RIGUZZI, Paolo, "Los caminos del atraso: tecnología, instituciones e inversión en los ferrocarriles mexicanos, 1850-1900" en *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950)*, México UAM-X/El Colegio Mexiquense/ FNM, 1996.

-----, "Inversión extranjera e interés nacional en los ferrocarriles mexicanos, 1880-1914 en Carlos Marichal (coord.) *Las Inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930* México, FCE, El Colegio de México, Fideicomiso historia de las Américas. (Serie Estudios), 1996, pp.159-17,.

RIPPY, J. Fred, *Latin America and the Industrial Age*, Nueva York, G.P. Putnam's Sons, 1947.

-----, *British investments in Latin America, 1822-1949: a case study in the operations of private enterprise in retarded regions* London, Routledge, 1959.

RODRÍGUEZ Mata, Emilio. *Generación y distribución de energía eléctrica en México: periodo 1939-1949*. México: Banco de México, Investigaciones Industriales, 1954?

ROMERO-IBARRA, Ma. E., Contreras Valdez, J. M. y Méndez Reyes, J., *Poder Público y Poder Privado : Gobierno, Empresarios Y Empresas, 1880-1980* (UNAM, Facultad de Economía, 2006.

RUBIO, Mar y Folchi, Mauricio, "El consumo aparente de energía fósil en los países Latinoamericanos hacia 1925: una propuesta metodológica a partir de las estadísticas de comercio exterior", *Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos de la CEPAL*, N° 47, febrero, 2007.

SÁNCHEZ Díaz, Gerardo (et al.), *Ciencia y tecnología en Michoacán* , Simposium sobre Ciencia y Tecnología en Michoacán, Morelia, Michoacán, 1986 .

-----, *Michoacán y la inversión extranjera 1880-1911*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Departamento de Investigaciones Históricas, Morelia, Michoacán, 1982.

SÁNCHEZ Ponce, Victor, "La industria eléctrica y el nacionalismo revolucionario", *Acta Sociológica No.5*, Serie Industria, Facultad de Ciencias Públicas y sociales, Centro de Estudios del Desarrollo, UNAM, México 7, 1976, p. 41

SÁNCHEZ Rodríguez, M., *Entre Campos De Esmeralda : La Agricultura De Riego En Michoacán* , Colegio de Michoacán, 2002.

SIERRA, Carlos J.. *Historia de los transportes eléctricos en México*. México: Dirección General del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, 1976.

STERRETT Joseph Edmund, S. D. J. 'Economic Conditions', in, *The Fiscal and Economic Condition of Mexico. A Report Submitted to the International Committee of Bankers on Mexico*, 1928.

SOLÍS, Leopoldo, *La realidad económica mexicana: retrovisión y perspectivas*, Siglo Veintiuno Editores, México, 1970.

-----, *La economía mexicana*, Fondo de cultura económica, Mexico, 1973.

- TAFUNELL, S., Xavier, "Capital Formation in Machinery in Latin America, 1890-1930", *Journal of Economic History*, 2009, vol. 69, n° 4, pp. 928-50
- , "La revolución eléctrica en América Latina: Una reconstrucción cuantitativa del proceso de electrificación hasta 1930", *Journal of Iberian and Latin American Economic History*, Vol 29, 2011, p. 327-359.
- TOLEDO Martínez, Hayde, Y., *Historia Social de la tecnología tranviaria en el Distrito Federal, 1898-1920*, Tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, enero 2010.
- VALERIO Ulloa, S., *Historia Rural Jalisciense : Economía Agrícola E Innovación Tecnológica Durante El Siglo XIX*, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara, 1. ed. edn, 2003.
- VERNON, W.R., WIONCZEK, Miguel, S., *Public policy and private enterprise in Mexico*, Cambridge, Harvard University Press, 1964.
- VERNON, W. R., "Induced Innovation, Evolutionary Theory and Path Dependence: Sources of Technical Change", *The Economic Journal* 107, no. 444, 1997, pp. 1520-1529.
- , *Public policy and private enterprise in Mexico* Cambridge, Harvard University Press, 1964.
- , *El Dilema del desarrollo económico de México : papeles representados por los sectores público y privado*, Ed. Diana Ciudad de México, 1966.
- , *Tormenta sobre las multinacionales: las cuestiones esenciales*. Ciudad de México Fondo de Cultura Económica, 1980.
- VERNON, W. R. y Wells Lous, T. Jr. , *Economic environment of international business*, Englewood Cliffs (N.J.) Prentice-Hall, 1976.
- WIONCZEK, Miguel. *The state and the electric-power industry in Mexico, 1895-1965*. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1965.
- , *El nacionalismo mexicano y la inversión extranjera*. México: Siglo XXI, 1967.
- WIONCZEK, M. S. and MEYER, *La Energía En México: Ensayos Sobre El Pasado Y El Presente*, Colegio de México, Programa de Energéticos, 1982.
- YAÑEZ, RUBIO, CARRERAS, "Economic modernization in Latin America and the Caribbean between 1890 and 1925: A view from the energy consumption", 2006.
<http://www.helsinki.fi/iehc2006/papers3/Yanez.pdf>
- YAÑEZ, RUBIO Y FOLCHI, "Alternativas metodológicas para el análisis de series de larga duración: un enfoque desde el consumo de energía". Seminario Análisis de series temporales de largo plazo y los problemas del desarrollo latinoamericano, CIDOB-UPF, Barcelona, 1 y 2 de julio de 2005.
- YOUNG, George, F., "Los bancos alemanes y la inversión directa alemana en América Latina, 1880-1930", en Marichal, Carlos, *Las inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930*, México, Fondo de Cultura Económica, 1995.