



XI Congreso Internacional de la AEHE
4 y 5 de Septiembre 2014
Colegio Universitario de Estudios Financieros (CUNEF)
Madrid

Sesión: General Purpose Technologies and Economic Growth in Spain

Título de la comunicación: La difusión del cambio técnico durante la industrialización en España: el caso de las turbinas hidráulicas, 1858-1914

Autor/es: Marc Badia Miró y Sergi Lozano

Filiación/es académica/s: Universitat de Barcelona (UB) y Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES)

Dirección electrónica de contacto: mbadia@ub.edu

La difusión del cambio técnico durante la industrialización en España: el caso de las turbinas hidráulicas, 1858-1914¹

Marc Badia-Miró² y Sergi Lozano³

1. Introducción

El impacto positivo que tiene el cambio técnico como elemento central del crecimiento económico, explica la relevancia que tienen los estudios alrededor de los elementos que inciden en él. De entre todos ellos, éste trabajo se centra en la difusión espacio-temporal de la tecnología (Coleman, Katz, & Menzel, 1957; Rogers, 2003; Van den Bulte, Christophe Lilien, 2001) y los mecanismos que explican la emergencia de olas de cambio a partir de decisiones individuales de adopción (Dosi & Nelson, 2010; Granovetter, 1978). Nuestro estudio se centra en aquellos aspectos que tienen mayor incidencia a la hora de explicar la difusión de la tecnología a partir del análisis de sistemas complejos. Para ello, consideraremos un caso de estudio: el de las turbinas hidráulicas, para el periodo en el que se producen los primeros pasos de la industrialización en España, desde la segunda mitad del s. XIX hasta la llegada de la II República.

Tal y como indica (Nadal, 1992), las turbinas hidráulicas jugaron un papel decisivo en la mecanización de la primera industria de Cataluña, sobretudo algodонера, como una alternativa eficiente a la ausencia de carbón barato.⁴ Eso comportó una localización de la industria alrededor de los escasos e irregulares ríos, sobre todo a partir de 1860 (véase (Sudrià, 1997)). La opción de la industria por la energía hidromecánica como una alternativa energética viable ya había sido puesta de manifiesto en (Carreras, n.d., 1983). Este trabajo nos indica que alrededor de 1860, la existencia de aprovechamientos hidráulicos en España era importante y se concentraba en aquellas zonas con ríos caudalosos y con pendiente. A partir de ese momento, su uso y difusión en regiones con un fuerte desarrollo industrial jugará un papel central.⁵

La necesidad de buscar una alternativa tecnológica a las limitaciones energéticas asociadas a las dotaciones de recursos naturales que tenía el país, nos permite justificar nuestra hipótesis de partida: considerar la difusión de la turbina hidráulica, como una buena aproximación al estudio de la difusión del cambio técnico en esos primeros pasos de la industrialización en España. Además, a diferencia de otras innovaciones que se sucedieron en esta época, la elección de las turbinas hidráulicas cuenta con otro elemento a su favor: aparentemente, sólo dos empresas españolas, “Planas” y “Averly”, produjeron la mayor parte de las turbinas usadas en España, durante este periodo (véase (Nadal, 2003)) y por lo tanto, podríamos

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: “Innovación individual y olas de cambio técnico: particularidades de la mecanización de la primera industria española”, financiado por la Fundación Ramon Areces, dentro del programa “XII Concurso Nacional para la Adjudicación de Ayudas a la Investigación en Ciencias Sociales, 2013” a la cual le agradecemos su apoyo. Damos gracias también a Josep Maria Benaul, Miquel Gutiérrez y a Carles Sudrià por los comentarios recibidos en la configuración del proyecto y a Jordi Nadal por haber compartido sus datos. Agradecemos también la ayuda prestada por Elena Catalán, Isabel Mugartegui, Vicente Pinilla, Raimon Soler i Marc Prat.

² Departament d'Història i Institucions Econòmiques, Facultat d'Economia i Empresa, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 690, Torre 2, Planta 4, 08034, Barcelona, España. Centre d'Estudis "Antoni de Capmany" d'Economia i Història Econòmica. Xarxa de Referència d'R+D+I en Economia i Polítiques Públiques. E-mail: mbadia@ub.edu

³ Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES), Tarragona, España. Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Tarragona, España. E-mail: slozano@iphes.cat

⁴ Un análisis de las limitaciones energéticas asociadas a los elevados costes de extracción del carbón puede verse en (Sudrià, 1997).

⁵ (Carreras, 1983) indica que en el período 1861-1881 es de máxima expansión del uso de esta fuente energética.

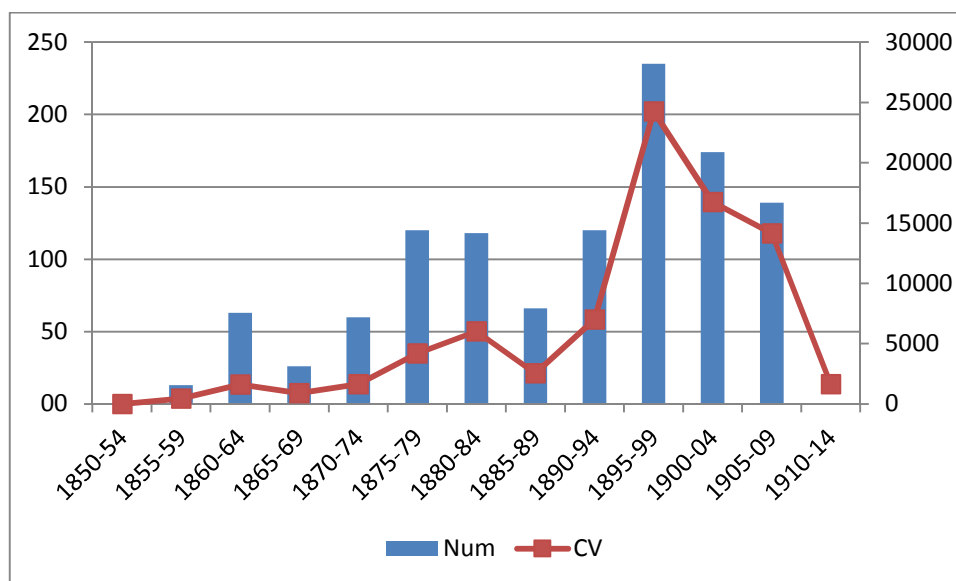
conocer con detalle su ubicación, el año de compra, el sector industrial y la empresa que realiza la innovación. Esto nos permitirá ampliar nuestro análisis a los determinantes y condicionantes que puede haber detrás de la adopción de la innovación

El objetivo del trabajo es doble. Por un lado queremos profundizar en la descripción macroscópica del fenómeno a partir del estudio de la difusión espacial, la evolución temporal de la difusión tecnológica y las pautas específicas sectoriales que podamos encontrar en su adopción. Por el otro lado, queremos aproximarnos a los determinantes macroscópicos del proceso de adopción y contrastarlo con el estudio de los incentivos (económicos y sociales) de las decisiones individuales de adquisición de turbinas. Para alcanzarlos, se ha partido de información sobre la compra de turbinas en el periodo, recopiladas en (Nadal, 1992) y (Sancho Sora, 1997), donde se incluye el año de compra, las características de la máquina, el nombre del comprador, su localización a nivel municipal y el sector industrial en el que se usará. Esta información se ha agregado por quinquenios y por provincias. Junto a ello, introducimos algunas variables de tipo macroscópico que nos ayuden a interpretar las diferentes pautas de adopción tecnológica entre sectores y provincias.

2. Descripción de datos y fuentes

Según nos apunta (Carreras, 1983), la primera turbina hidráulica se instaló en España en 1847 y la primera turbina de producción nacional en 1858. (Nadal, 1992) indica que a partir 1857 la empresa “Planas y Cia” tendrá el privilegio de producir turbinas “Fontaine y Brault” durante diez años y a partir de 1867 se convierten en los principales productores, copando buena parte del mercado. Dado que las fuentes con las que contábamos no nos indicaban la fecha en la cual se había producido la venta de la turbina, hemos recurrido al análisis de fuentes históricas locales. El resultado ha sido una aproximación de la venta de turbinas por quinquenios, tanto del número de turbinas como de la potencia de éstas en CV (véase Figura 1).

Figura 1 – Turbinas hidráulicas (núm. y CV) de “Plans y Cia.”

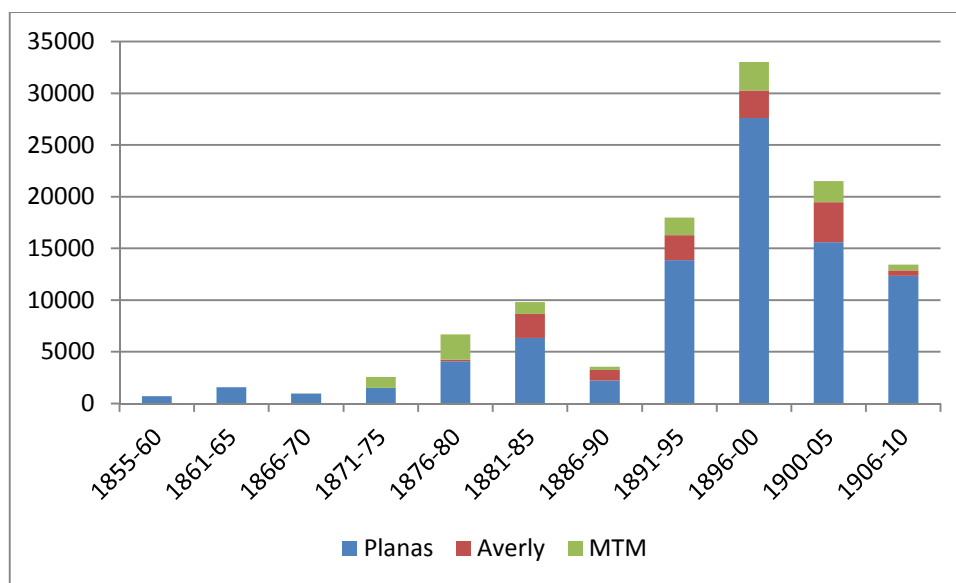


Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

A una primera etapa de expansión entre el período 1860-1884 le sigue un fuerte parón en el quinquenio 1885-89 para iniciarse un nuevo ciclo expansivo hasta el fin del s. XIX. Con el cambio de siglo, la electrificación y el agotamiento de los recursos hidráulicos marcaran el fin de la expansión de la turbina hidráulica como fuente de energía. Para tener una mayor cobertura de la producción de turbinas hemos incorporado a la evolución de las turbinas hidráulicas de “Planas y Cia”, las de sus principales competidores, “Averly” a partir de 1869 a partir de los datos de (Sancho Sora, 1997), y MTM (Maquinista Terrestre y Marítima) a partir

de la información de (Nadal, 2003). La incorporación de estos datos no altera en exceso la tendencia observada a partir de los datos de la Figura 1. Además, el supuesto de (Nadal, 1992) sobre el papel preponderante de “Planas y Cia” parece confirmarse. De hecho, las turbinas de “Planas y Cia” siempre suponen más del 75% del total de turbinas fabricadas por estas tres empresas, excepto durante la década de los 1880, momento en que bajan a valores ligeramente inferiores al 60%. Si repetimos el ejercicio y analizamos la potencia instalada, el dibujo es ligeramente distinto. Si bien “Planas y Cia” siguen siendo la empresa predominante, el porcentaje sobre el total es ligeramente inferior en los años centrales de nuestro estudio, entre 1870 y 1890 donde el peso que tiene “MTM” es significativo, representando el 40% durante los años 1870, mientras que “Averly” concentrará más del 20% de la potencia instalada durante los 1880. A partir de ese momento, “Planas y Cia” concentrará más del 80% de la potencia instalada.⁶

Figura 2 – Potencia instalada de las turbinas hidráulicas (CV) construidas por “Planas y Cia.”, “Averly” y MTM



Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

Uno de los supuestos de partida es que considerando la producción de turbinas de estas tres empresas, estamos considerando la mayor parte de las turbinas producidas en España y, por lo tanto, la omisión en la compra de otras turbinas no implica un sesgo significativo. Este supuesto es central en nuestro argumento porque en caso de que existieran otros productores de turbinas, en otras partes de España, podríamos estar incorporando sesgos importantes, sobretodo geográficos. Es por ello conveniente discutir su posible existencia. En primer lugar, estos posibles sesgos podrían ser debidos a la importación de turbinas de fabricantes europeos. (Nerheim, 1991) en su repaso sobre la producción y exportación de turbinas hidráulicas de los principales productores europeos, para el periodo 1870-1920, no hacen referencia a exportaciones a España. Este dato nos hace pensar que aunque no podemos afirmar que no haya importaciones, sí que podemos asumir que estas importaciones son menores y que su omisión no supondrían un sesgo excesivo en nuestro análisis, al menos hasta la difusión de las turbinas para ser utilizadas en la generación eléctrica, a finales del s. XIX.⁷ En cuanto a la posible existencia de otros productores locales, (Catalán Martínez & Mugartegui Eguía, 2013) nos indican que en 1862 había en Guipúzcoa unas 59 turbinas hidráulicas frente a las 56 turbinas que hemos estimado que han sido producidas por “Planas,

⁶ (Sancho Sora, 1997) ya nos indica que “Averly” concentrará su producción en el rango de empresas de menor potencia.

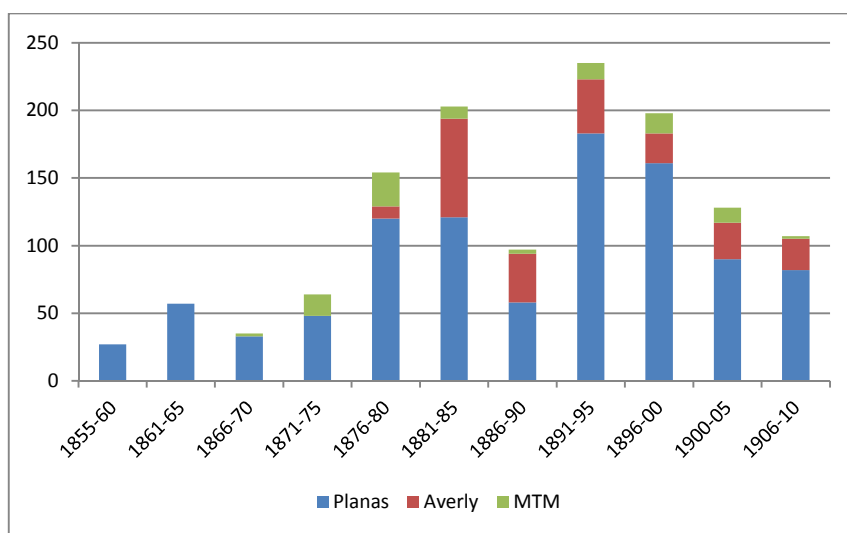
⁷ Los anuarios de comercio exterior de España no permiten diferenciar que tipo de máquinas se importan.

Flaqué y Cia”, ninguna de las cuales se ubica en el País Vasco.⁸ Este dato nos lleva a plantar que su omisión puede generar un sesgo en esa provincia y sus alrededores. En ese sentido (Mugartegui Eguía, n.d.) nos indica que el 55% de la producción de turbinas se vende estrictamente en el mercado vasco y un 45% en el resto de España (de estos, un 30% en Castilla, un 4% en Navarra, y poco más de un 11% en Aragón, centrado en el “Sindicato de Riegos del Canal de Tauste”).⁹

Dado que nuestro objetivo es el estudio de los determinantes de la decisión de adoptar una innovación tecnológica, a partir del caso concreto de la compra de una turbina hidráulica, creemos que aquellas turbinas orientadas a la producción eléctrica tienen que ser excluidas. La razón es que, en este sector, los determinantes existentes detrás de la decisión de incorporar una turbina son distintos a los que podemos encontrar en otros sectores. En muchos casos estaríamos hablando de turbinas destinadas a la producción eléctrica que son substitutas de ruedas hidráulicas ya existentes y que se orientan a esta nueva actividad.

La Figura 3 nos muestra la evolución de las ventas del número de turbinas sin contar las destinadas a la producción eléctrica. La Figura 4 nos muestra la potencia instalada. En ambos gráficos podemos comprobar que se repite la evolución de que ya nos mostraba Figura 1 y Figura 2, aunque en este caso, la caída a partir de 1900 es más pronunciada dado que es en ese momento cuando se produce la mayor expansión de la venta de turbinas destinadas a la producción de electricidad.

Figura 3 – Número de turbinas hidráulicas construidas por “Plans y Cia.”, “Averly” y “MTM”, excluyendo las turbinas destinadas a la producción de electricidad

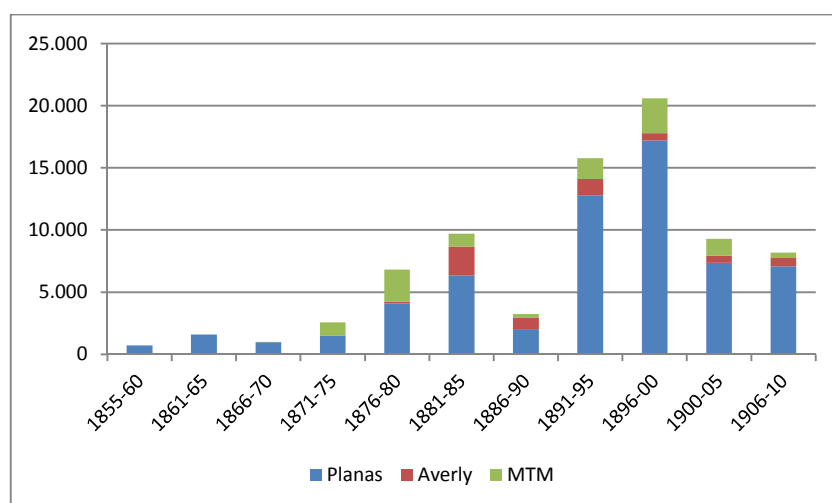


Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

⁸ Encontramos estas turbinas en aquellos sectores más modernos: “En cambio, los sectores más novedosos optaron por la turbina en lugar de hacerlo por la máquina de vapor: de las cincuenta y nueve turbinas censadas, doce se emplearon en la industria textil, otras tantas en la papelera, seis en la construcción de maquinaria y el resto en molinos harineros de gran envergadura”. (Catalán Martínez & Mugartegui Eguía, 2013, p. 51).

⁹ (Gutiérrez Poch, 2005) también nos habla de su importancia y de su relación con sectores como el papel.

Figura 4 - Potencia instalada de las turbinas hidráulicas (CV) construidas por “Plans y Cia.”, “Averly” y “MTM”, excluyendo las turbinas destinadas a la producción de electricidad

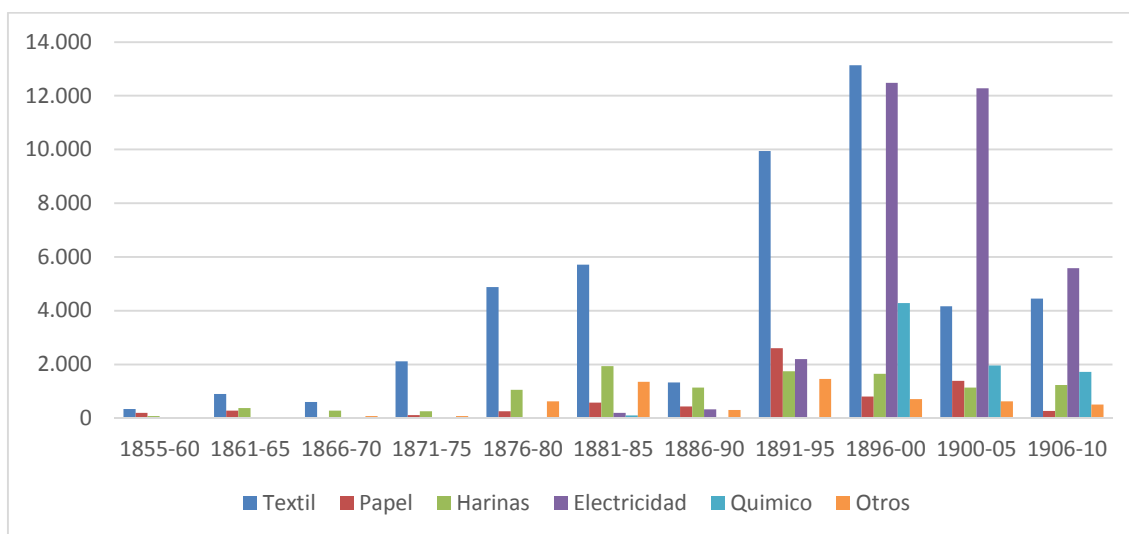


Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

El freno en la producción de turbinas coincide con el parón de la industria española en la década de los 1880 y con la reducción de las importaciones de algodón que entran por el puerto de Barcelona. Esto apoya la validez de la estimación obtenida.

En cuanto al análisis sectorial, (Nadal, 1992) revisó con detalle de los valores agregados para todo el período analizado (1850-1913) de los sectores y de las provincias en las que las turbinas producidas por esas empresas se difunden. En ese sentido, nuestra aportación se limita a los posibles resultados que se derivan de la agregación por quinquenios de las turbinas producidas por “Plans y Cia.”. La Figura 5 nos muestra como los sectores que llevan el peso de la compra de turbinas en los primeros quinquenios son el textil, seguido a mucha distancia de la producción de harinas y de papel. El freno importante que se produce en el quinquenio 1886-90 se debe a la caída enorme que se produce en las turbinas destinadas al sector textil. A partir de ese momento, si bien el sector textil retoma el liderazgo que mantendrá hasta el cambio de siglo, empiezan a surgir con fuerza nuevos sectores como el químico o la producción de electricidad.

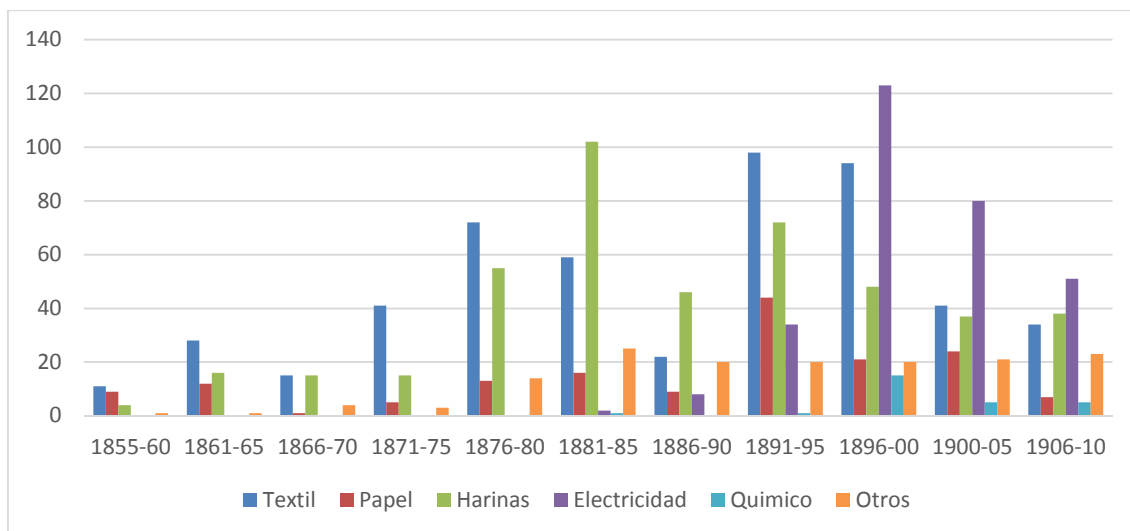
Figura 5 - Potencia instalada por quinquenios y principales sectores (CV) construidas por “Plans y Cia.”, “Averly” y “MTM”.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

Si en vez de considerar la potencia, consideramos el número de turbinas instaladas por sectores y quinquenios (véase Figura 6), el resultado es ligeramente distinto. Junto al dinamismo del sector textil, observamos como el sector de las harinas tiene una fuerte presencia durante todo el período. También confirmamos el surgimiento con fuerza de las turbinas que se orientan a la electricidad a partir de 1890, dominando sobre el resto de sectores a partir de ese momento.

Figura 6 – Número de turbinas construidas por “Plans y Cia.,” “Averly” y “MTM”.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

Un tercer análisis es la comparación de la Figura 5 y la Figura 6 para analizar el comportamiento de las potencias medias, por sector y quinquenio. El resultado obtenido lo podemos observar en la Tabla 1. Los principales resultados que se desprenden del análisis nos permiten afirmar que existen dos grandes periodos: 1) antes de 1880 y 2) después de 1890, siendo la década de 1880 una época de transición afectada por la crisis y la caída de la producción de las turbinas. En el primer periodo las turbinas tienen una potencia media de entre 30 CV/turbina y 50 CV/turbina (30 hasta 1870 subiendo a partir de ese momento). En el segundo periodo, la potencia media sube hasta los 100 CV/turbina impulsado por la mayor dimensión media que tienen las turbinas en sectores como el cemento, la producción de electricidad y el sector químico, pero también por el incremento de la potencia media que se produce en el sector textil, en la línea de lo que sucede en el conjunto de la muestra. Otros sectores importantes como el de las harinas o el papel no varían substancialmente esta potencia media. Pese a todo, estas diferencias en el comportamiento de la potencia media no afecta al número de turbinas instaladas y el número de turbinas destinadas al textil y al papel se mantienen hasta el final del período analizado.

Tabla 1 - Potencia media de las turbinas por sector y por quinquenio, 1855 - 1910

	Bebidas y alimentos	Cemento y cerámica	Electricidad	Elevación de aguas	Harinas	Madera y corcho	Metalme-cánico	Otros	Papel	Químico	Textil	Total
1855-60	0.0	20.0	0.0	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	21.7	0.0	31.2	25.7
1861-65	0.0	20.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	23.3	0.0	32.4	27.9
1866-70	0.0	0.0	0.0	45.0	19.0	0.0	6.0	16.0	11.0	0.0	40.7	28.3
1871-75	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	25.0	23.2	0.0	51.8	40.1
1876-80	12.7	0.0	0.0	60.0	19.2	0.0	0.0	52.8	19.7	0.0	67.8	44.3
1881-85	13.8	35.0	100.0	98.1	19.0	7.5	32.5	67.6	36.6	100.0	96.8	48.3
1886-90	13.8	18.6	41.0	13.3	24.8	0.0	16.1	13.5	48.8	0.0	60.7	33.8
1891-95	9.0	19.0	64.7	46.7	24.3	107.0	133.8	89.0	59.1	20.0	101.5	66.8

1896-00	22.8	72.0	101.5	36.0	34.6	49.0	17.0	6.0	38.7	285.3	139.7	103.0
1900-05	26.0	98.0	153.5	7.5	31.0	13.5	11.5	35.7	58.1	393.2	101.6	103.8
1906-10	24.6	11.0	109.4	10.8	32.5	18.0	0.0	26.7	39.2	344.0	130.8	87.1
Total	18.0	38.8	111.0	48.4	24.4	54.3	41.1	40.1	43.3	299.5	92.4	70.2

Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

3. Evolución de la difusión del cambio técnico

La introducción de una innovación en un país se realiza de una manera progresiva. Los condicionantes económicos y sociales de cada región pueden acelerar o frenar este proceso. Un paso previo al análisis de aquellos factores que inciden sobre este proceso es el de la descripción del proceso de difusión de dicha innovación. Siguiendo los trabajos de (Comin, Dmitriev, & Rossi-Hansberg, 2012; Comin, Hobijn, & Rovito, 2006, 2008a, 2008b) estos autores discuten la existencia de varias pautas de difusión de la tecnología, en función de la interacción de estos determinantes. Una de estas pautas es la que viene definida por una función logística, tal y como apuntó (Griliches, 1957) y que ha sido refrendado posteriormente por otros autores.¹⁰

Definimos la curva logística que ajustaremos a los datos sectoriales y provinciales como:

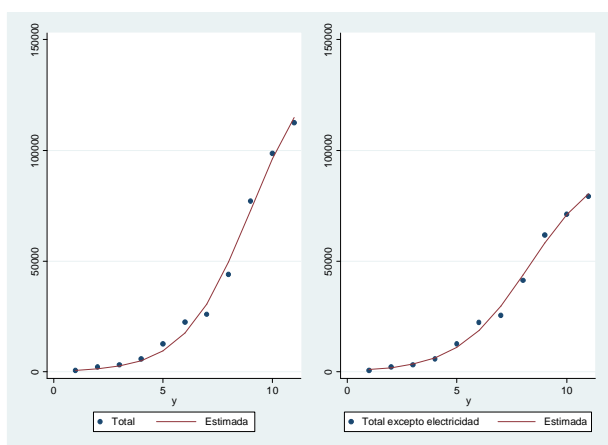
$$Y_{it} = \frac{\beta_{i1}}{1 + e^{-\beta_{i2}(t-\beta_{i3})}} + \varepsilon_{it}$$

Donde Y_{it} es el nivel de adopción de la tecnología para un determinado sector o provincia i , t es el intervalo temporal considerado y β_{ik} son los distintos parámetros de ajuste de la curva con significado económico. Así, β_{i1} es el valor de saturación alrededor del cual se estabiliza la adopción de la tecnología, β_{i3} es el valor del momento en que la adopción tecnológica llega al 50% de adopción. Además, también incorporamos el momento en el que se ha adoptado un 1% y un 10% de la tecnología. Con ello podemos hacernos una idea de la rapidez con la que se produce esta adopción.

La Figura 7 nos permite comparar los resultados observados y el ajuste obtenido para el conjunto de la muestra y el total de la muestra sin incluir al sector eléctrico. En ambas vemos que el ajuste es bastante bueno y que el nivel de saturación es bastante superior cuando descontamos las turbinas orientadas al sector eléctrico. En cuanto a la rapidez con la que se produce la difusión, la Tabla 2 nos indica que a nivel general, no hay demasiadas diferencias. Mientras que el 50% de la difusión del total de turbina se obtuvo en 1895, el mismo resultado para la potencia de las turbinas sin considerar las destinadas a la producción de electricidad, se llegó unos años antes, en 1891. Si miramos el año en que se produce un 10% de la difusión, vemos que para el total, este se produjo en 1878 y si no consideramos a las eléctricas, este se produjo en 1874.

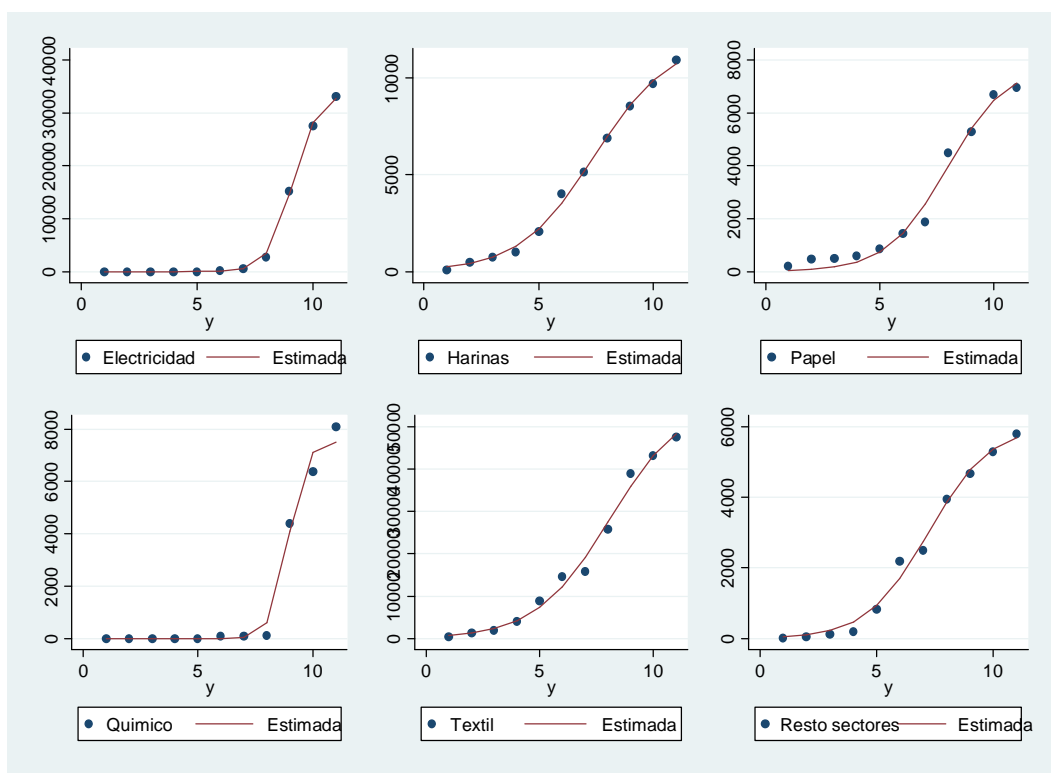
¹⁰ (Comin et al., 2006) nos indica que una parte importante de las innovaciones que ellos analizan sigue esta distribución.

Figura 7 - Nivel de adopción de la potencia instalada (CV) del total de las turbinas instaladas y el total de las turbinas no destinadas al sector eléctrico y el ajuste de la función logística (1855-1910)



Si miramos los sectores de manera individualizado nos encontramos con significativas diferencias (véase Figura 8). Claramente la electricidad y el sector químico tienen un proceso de adopción de la tecnología mucho más tardío que el resto de sectores. Por el contrario, aquellos sectores como el textil y el de las harinas son los que tienen un proceso de adopción más temprano aunque los niveles de saturación son distintos (bastante mayores en el textil).

Figura 8 - Nivel de adopción de la potencia instalada (CV) por sectores y ajuste de la función logística (1855-1910)



La observación de la Tabla 2 nos permite contrastar esta primera impresión. El sector de las harinas y de los no clasificados son los únicos que tienen un nivel de adopción de la tecnología del 10% en la década de los años 1860. Antes de 1875 encontramos el textil, la elevación de

agua y el papel, mientras que entre los más tardíos encontramos el químico y la electricidad, ambos en 1890. En lo que refiere a aquellos sectores que se encuentran más alejados del nivel de saturación encontramos al sector de los cementos y las bebidas y alimentos. Por el contrario, entre aquellos sectores que ya podemos afirmar que han llegado a su nivel de saturación encontramos a la electricidad y el sector metalmecánico.

Tabla 2 – Parámetros función logística para la potencia de las turbinas instaladas por sectores

	b1	b2	b3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Bebidas y alimentos	787.5	0.615	9.347	1897	5.78	1879	1.88	1859	576.8	26.8%
Cemento y cerámica	755.5	0.855	8.862	1894	6.29	1881	3.49	1867	621.3	17.8%
Electricidad	33,650.6	1.897	9.140	1896	7.98	1890	6.72	1884	33,065.8	1.7%
Elevación de aguas	1,182.8	1.543	5.778	1879	4.35	1872	2.80	1864	1,259.0	-6.4%
Harinas	12,027.0	0.603	7.465	1887	3.82	1869	1.00	1855	10,939.6	9.0%
Madera y corcho	727.9	4.770	7.765	1889	7.30	1887	6.80	1884	760.0	-4.4%
Metalmecánico	770.1	3.559	7.312	1887	6.69	1883	6.02	1880	781.5	-1.5%
Otros	1,549.2	0.896	5.771	1879	3.32	1867	0.64	1853	1,806.3	-16.6%
Papel	7,823.2	0.768	7.946	1890	5.09	1875	1.96	1860	6,965.5	11.0%
Químico	7,541.6	2.615	8.932	1895	8.09	1890	7.17	1886	8,086.0	-7.2%
Textil	56,440.6	0.616	8.086	1890	4.52	1873	0.63	1853	47,597.5	15.7%
Total	144,199.4	0.668	8.965	1895	5.68	1878	2.09	1860	112,459.2	22.0%
Total menos electricidad	95,422.4	0.619	8.279	1891	4.73	1874	0.86	1854	79,393.5	16.8%
Otros	6,008.8	0.762	7.223	1886	4.34	1872	1.20	1856	5,804.9	3.4%

b1, b2 y b3 son los valores estimados de la función logística, (1) año en el que se llega al 50% de la difusión de la tecnología, (2) unidad temporal a la que se llega al 10% de la difusión de la tecnología, (3) año estimado para el cual se llega al 10% de la tecnología, (4) unidad temporal a la que se llega al 1% de la difusión de la tecnología, (5) año estimado para el cual se llega al 1% de la tecnología, (6) potencia total acumulada para cada sector y (7) diferencia porcentual que hay entre el nivel de potencia total acumulada y el nivel de saturación estimado (cuanto más alejado estemos del nivel de saturación podemos asumir que mayor es el potencial de incorporar más turbinas).

Si repetimos el ejercicio considerando el número de turbinas, vemos como las grandes tendencias indicadas con anterioridad no varían de manera significativa aunque los valores de adopción de la tecnología son anteriores. Esto se debe a que el aumento de la potencia instalada media que se observa en la mayoría de sectores, se produce a partir de la década de 1890 y por lo tanto eso demora los niveles de adopción. En lo que se refiere a los sectores que adoptan más tempranamente la tecnología encontramos las harinas (que ya habíamos detectado en el análisis de la potencia instalada), el papel y el textil. Esto implica que el total de turbinas, descontando la electricidad, también se encuentra en niveles de difusión del 10% en la década de los años 1860. En cuanto al nivel de saturación, observamos cómo estos sectores más tempranos son los que a su vez, están más alejados del nivel de saturación. En cuanto a las harinas, electricidad, elevación de aguas, madera y corcho, y metalmecánico, son los que podríamos afirmar que se encuentran en su nivel de saturación.

Tabla 3 – Parámetros función logística para el número de turbinas instaladas por sectores

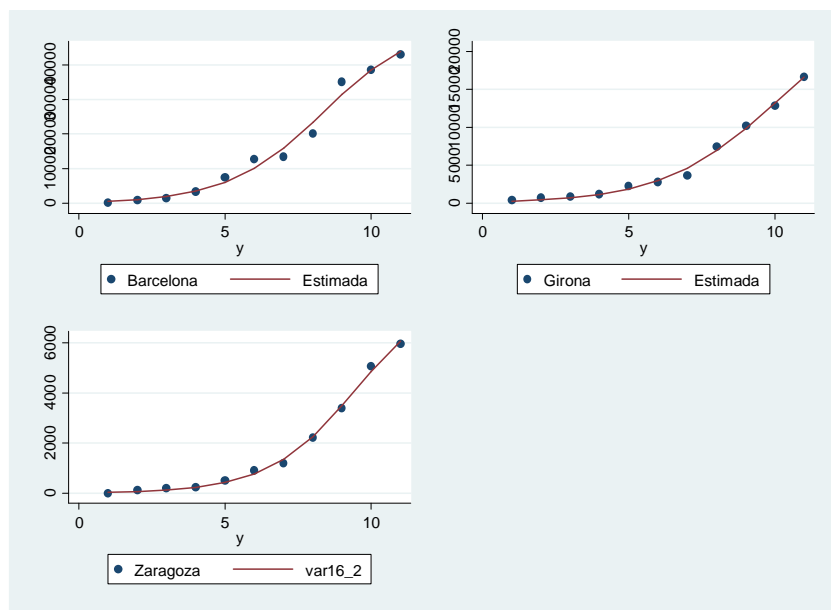
	b1	b2	b3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Bebidas y alimentos	35.1	0.701	7.965	1890	4.83	1874	1.41	1857	32	8.9%
Cemento y cerámica	20.8	0.516	8.565	1893	4.30	1872	1.00	1855	16	23.0%
Electricidad	300.1	1.706	8.934	1895	7.65	1888	6.24	1881	298	0.7%
Elevación de aguas	26.6	0.744	7.183	1886	4.23	1871	1.01	1855	26	2.1%
Harinas	457.5	0.684	6.631	1883	3.42	1867	1.00	1855	448	2.1%
Madera y corcho	14.3	1.101	8.206	1891	6.21	1881	4.03	1870	14	1.8%
Metalmecánico	18.8	1.142	7.120	1886	5.20	1876	3.10	1865	19	-0.9%

Otros	49.2	0.458	7.703	1889	2.90	1865	1.00	1855	45	8.5%
Papel	214.2	0.453	8.208	1891	3.36	1867	1.00	1855	161	24.8%
Químico	25.2	2.667	8.772	1894	7.95	1890	7.05	1885	27	-7.1%
Textil	600.7	0.501	7.277	1886	2.89	1864	1.00	1855	515	14.3%
Total	1,984.5	0.523	8.181	1891	3.98	1870	1.00	1855	1,601	19.3%
Total menos electricidad	1,467.9	0.552	7.286	1886	3.30	1867	1.00	1855	1,303	11.2%
Otros	169.1	0.604	7.852	1889	4.22	1871	0.25	1851	152	10.1%

b1, b2 y b3 son los valores estimados de la función logística, (1) año en el que se llega al 50% de la difusión de la tecnología, (2) unidad temporal a la que se llega al 10% de la difusión de la tecnología, (3) año estimado para el cual se llega al 10% de la tecnología, (4) unidad temporal a la que se llega al 1% de la difusión de la tecnología, (5) año estimado para el cual se llega al 1% de la tecnología, (6) potencia total acumulada para cada sector y (7) diferencia porcentual que hay entre el nivel de potencia total acumulada y el nivel de saturación estimado (cuanto más alejado estemos del nivel de saturación podemos asumir que mayor es el potencial de incorporar más turbinas).

Una vez conocidas las pautas de difusión por sectores, incorporamos la visión espacial. Para ello, repetimos el ejercicio considerando la evolución de la potencia instalada y el ajuste de las curvas logísticas, tanto para la potencia instalada como para el número de turbinas. Sólo hemos considerado aquellas provincias con 25 o más turbinas instaladas durante todo el período. De entre todas ellas, las que tuvieron una mayor implantación de las turbinas fueron las provincias de Barcelona, Girona y Zaragoza.

Figura 9 - Nivel de adopción de la potencia instalada de turbinas, sin contar las destinadas al sector eléctrico, por provincias y ajuste de la función logística (1855-1910)



Cuando consideramos la potencia instalada, el ajuste logístico en estas tres provincias muestra una pauta bien particular. Los parámetros de adopción del 50% la potencia de las turbinas nos muestra que esta se produce en los años 1890 debido al sesgo que genera el aumento de la potencia media instalada en la mayoría de sectores. El resultado cambia cuando analizamos los años en que los que se produce el 1% y el 10% de adopción. En este caso, las tres provincias nos muestran los resultados esperados, son aquellas en los que se produce la adopción más temprana (Barcelona y Girona en 1855 y Zaragoza más tarde, en 1862). De entre las provincias con adopción más tardía encontramos Alicante, Córdoba, Guipúzcoa, Málaga o Valencia. El caso de Guipúzcoa se puede explicar por el sesgo que se puede estar produciendo al no incluir las turbinas fabricadas por la empresa “Fossey y Cia”. En cuanto al resto de provincias,

Tabla 4 – Parámetros función logística para la potencia de turbinas instaladas, sin considerar las eléctricas, por provincias

	b1	b2	b3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Alicante	1310.6	2.1	9.1	1896	8.08	1890	6.97	1885	1,271.5	3.1%
Barcelona	52958.8	0.6	8.4	1892	4.76	1874	0.81	1855	43,125.5	22.8%
Burgos	560.1	0.9	6.8	1884	4.45	1872	1.89	1859	617.0	-9.2%
Córdoba	2515.5	0.9	9.9	1899	7.41	1887	4.73	1874	1,880.5	33.8%
Girona	27046.4	0.5	10.1	1901	5.79	1879	1.08	1855	16,642.5	62.5%
Granada	1615.9	0.9	8.8	1894	6.43	1882	3.89	1869	1,358.0	19.0%
Guadalajara	1090.8	0.8	6.8	1884	4.22	1871	1.39	1857	1,122.0	-2.8%
Guipúzcoa	5849.4	1.7	8.8	1894	7.44	1887	6.00	1880	5,531.0	5.8%
Huesca	2875.1	0.8	9.7	1898	7.01	1885	4.14	1871	2,056.0	39.8%
Jaén	2656.7	0.4	11.0	1905	5.69	1878	1.00	1855	1,257.0	111.4%
Lleida	3276.4	1.1	8.4	1892	6.32	1882	4.06	1870	3,008.0	8.9%
Madrid	1268.2	0.8	7.0	1885	4.43	1872	1.61	1858	1,246.3	1.8%
Málaga	1336.6	3.5	8.6	1893	7.97	1890	7.28	1886	1,457.5	-8.3%
Teruel	1372.1	0.5	9.4	1897	5.29	1876	0.81	1854	965.0	42.2%
Valencia	6022.6	2.2	9.0	1895	7.98	1890	6.91	1885	5,987.5	0.6%
Zaragoza	8345.2	0.7	9.5	1898	6.15	1881	2.48	1862	5,958.6	40.1%

b1, b2 y b3 son los valores estimados de la función logística, (1) año en el que se llega al 50% de la difusión de la tecnología, (2) unidad temporal a la que se llega al 10% de la difusión de la tecnología, (3) año estimado para el cual se llega al 10% de la tecnología, (4) unidad temporal a la que se llega al 1% de la difusión de la tecnología, (5) año estimado para el cual se llega al 1% de la tecnología, (6) potencia total acumulada para cada sector y (7) diferencia porcentual que hay entre el nivel de potencia total acumulada y el nivel de saturación estimado (cuanto más alejado estemos del nivel de saturación podemos asumir que mayor es el potencial de incorporar más turbinas).

Si repetimos el ejercicio considerando el número de turbinas, el relato, al igual que sucedía cuando hacíamos el análisis sectorial se ve modificado de manera substancial. Los niveles de adopción se adelantan de manera significativa y, de entre las provincias con más turbinas instaladas, aparece una mayor proporción de provincias que llegan al nivel de difusión del 1% entre 1855 y 1860. A las provincias de Barcelona, Girona y Zaragoza, se les suma Granada, Huesca, Jaén, Lleida, Madrid, Teruel y Valencia. Por el contrario, aquellas de adopción tardía se mantienen con la excepción de Valencia, que ha pasado a ser una provincia de adopción temprana.

El detalle de las características sectoriales de las turbinas vendidas en aquellas provincias que concentran una parte importante de las turbinas y que, a su vez, son de adopción temprana nos muestra que las turbinas orientadas al sector textil tienen un peso importante (en Barcelona más del 80%, Girona alrededor del 50% y, aunque no es el predominante en Zaragoza, sí que tiene una presencia importante). A estas provincias se les suma Teruel con un comportamiento parecido, fuerte presencia del sector textil complementado con las harinas y el aceite. Además, en Girona y Zaragoza, el grado de diversificación sectorial es significativo.¹¹ Huesca, Jaén y Lleida, otro grupo de provincias de adopción temprana, tienen una fuerte presencia de turbinas en el sector de las harinas, aunque siempre cuentan con presencia del

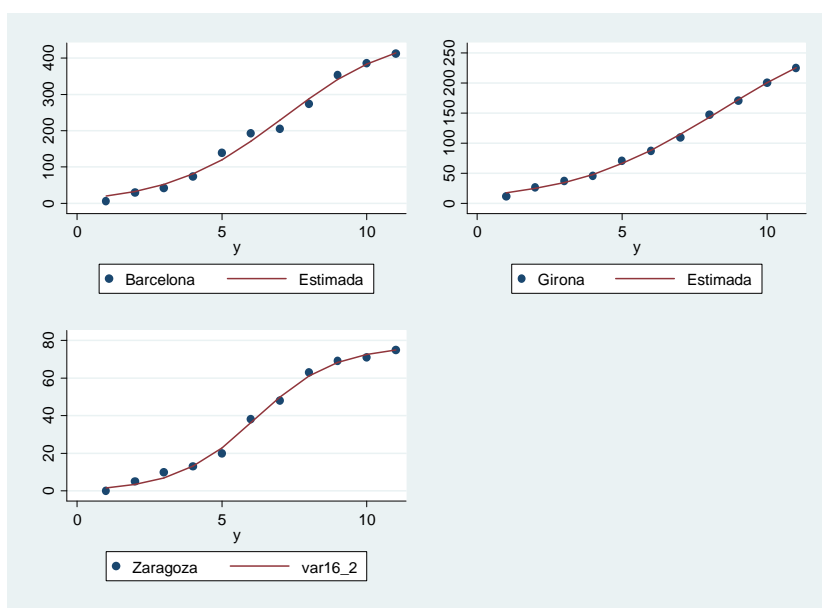
¹¹ En Girona vemos que, aunque el textil es predominante (alrededor del 50%), también hay una cierta presencia del sector de las harinas y del papel (alrededor del 20%) y una pequeña presencia de otros sectores como los cementos y las maderas. En Zaragoza hay una fuerte presencia de las harinas (más del 70% en los primeros años) y, como hemos indicado, una presencia temprana importante de turbinas en el sector textil que será complementada con una presencia tardía en el sector del papel (más del 14%), además de presencias testimoniales en el sector del cemento, las bebidas y los alimentos.

sector textil.¹² En el caso de Madrid, será el papel el sector predominante hasta 1875, momento en que las harinas empiezan a tener peso llegando a representar el 60% del total.¹³ Por último, el caso de Valencia también es particular y merece mención aparte. En este caso, el sector predominante es el papel, aunque a partir de 1870, habrá una presencia importante del sector textil.¹⁴ ,).

Dentro de las provincias importantes, hemos considerado que Burgos y Guadalajara podrían encuadrarse en un grupo de adopción media. En ambos casos observamos una presencia importante de las turbinas orientadas a la producción de harinas, con un crecimiento significativo de las que se destinan a la producción del papel, hacia el final del período.

Las características del grupo de adopción tardía parecen ser más heterogéneas. En Alicante existe una fuerte especialización textil, siendo la característica que encontrábamos en aquellas provincias más tempranas, que con coexistencia del sector del papel que a partir de 1880 y la presencia testimonial del resto de sectores. En Córdoba y en Málaga es el sector de las harinas el que predomina y, mientras en Córdoba nos encontramos con un peso tardío, pero en aumento, del sector del papel, en Málaga será el sector del aceite el que asumirá ese papel. Guipúzcoa (predominio del sector del papel estabilizándose alrededor del 60% con una presencia en aumento del textil y de las harinas)

Figura 10 - Nivel de adopción del número de turbinas, sin contar las destinadas al sector eléctrico, por provincias y ajuste de la función logística (1855-1910)



En lo que se refiere a los niveles de saturación cuando se consideraba la potencia instaladas, Barcelona sí que parece que ya ha empezado a producirse, mientras que en Zaragoza y Girona, la curva parece que sigue una tendencia alcista. Por el contrario, al considerar el número de turbinas, parece claro que esta saturación ya se produce en los tres casos.

¹² En Jaén, además de la presencia en el sector de las harinas (2/3 del total) también hay presencia de otros sectores como la elevación de aguas y el aceite (10%) y el sector metalmecánico (4%). En Lleida, en 1870 casi la mitad de las turbinas no están clasificadas y el resto de turbinas las encontramos en el sector de las harinas y el textil, que van aumentando de peso y en el sector del papel (entre el 10%-20%), además de una presencia marginal en la elevación de aguas.

¹³ En Madrid también hay una presencia testimonial de la elevación de aguas.

¹⁴ En Valencia, de manera complementaria, también hay turbinas destinadas al sector de los alimentos y a la elevación de agua.

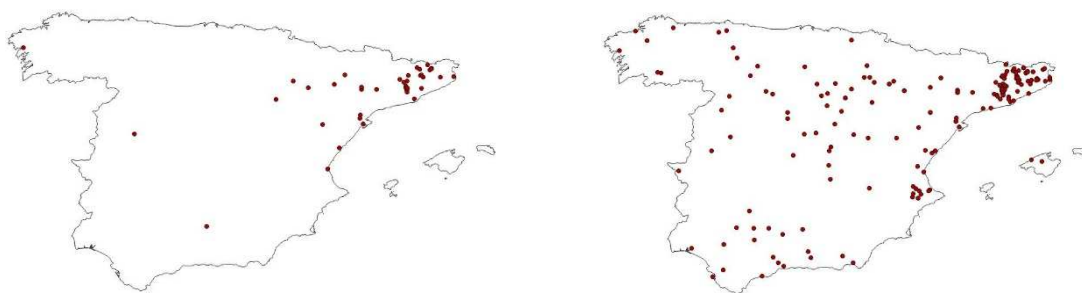
Tabla 5 – Parámetros función logística para el número de turbinas instaladas, sin considerar las eléctricas, por provincias

	b1	b2	b3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Alicante	125.38	0.45	13.53	1918	8.59	1893	3.21	1866	30	317.9%
Barcelona	473.09	0.51	7.13	1886	2.78	1864	1.00	1855	412	14.8%
Burgos	24.62	1.14	7.01	1885	5.08	1875	2.97	1865	25	-1.5%
Córdoba	21.47	1.17	8.40	1892	6.52	1883	4.47	1872	20	7.4%
Girona	305.95	0.39	8.34	1892	2.63	1863	1.00	1855	225	36.0%
Granada	25.24	0.82	6.39	1882	3.73	1869	0.81	1855	25	1.0%
Guadalajara	30.13	1.51	6.00	1880	4.54	1873	2.94	1865	33	-8.7%
Guipúzcoa	23.70	4.47	7.69	1888	7.20	1886	6.66	1883	24	-1.3%
Huesca	22.68	0.61	6.13	1881	2.52	1863	1.00	1855	21	8.0%
Jaén	24.38	1.18	4.61	1873	2.75	1864	0.71	1855	25	-2.5%
Lleida	39.10	0.67	6.67	1883	3.38	1867	1.00	1855	37	5.7%
Madrid	32.76	0.92	6.19	1881	9.21	1896	1.22	1856	33	-0.7%
Málaga	15.19	1.07	9.21	1896	7.16	1886	4.91	1875	13	16.9%
Teruel	24.44	1.22	5.52	1878	3.72	1869	1.75	1859	27	-9.5%
Valencia	45.36	0.46	10.59	1903	5.79	1879	0.54	1855	24	89.0%
Zaragoza	77.02	0.73	6.17	1881	3.16	1866	1.00	1855	75	2.7%

b1, b2 y b3 son los valores estimados de la función logística, (1) año en el que se llega al 50% de la difusión de la tecnología, (2) unidad temporal a la que se llega al 10% de la difusión de la tecnología, (3) año estimado para el cual se llega al 10% de la tecnología, (4) unidad temporal a la que se llega al 1% de la difusión de la tecnología, (5) año estimado para el cual se llega al 1% de la tecnología, (6) potencia total acumulada para cada sector y (7) diferencia porcentual que hay entre el nivel de potencia total acumulada y el nivel de saturación estimado (cuanto más alejado estemos del nivel de saturación podemos asumir que mayor es el potencial de incorporar más turbinas).

Siguiendo con el análisis espacial incorporamos una última dimensión, la evolución de la ubicación de las turbinas por ciudades, en distintos cortes temporales. En este caso podemos ver que mientras en el primer corte temporal 1855-60, la presencia de turbinas se restringe a las provincias en las que hay producción de turbinas y sus alrededores, en la década de los 70, la difusión espacial es mucho mayor y se intensificando a lo largo del período de análisis. El resultado final (ver Mapa 3) muestra una extensa distribución espacial de las turbinas, siguiendo, sobretudo en levante, los principales cursos fluviales.

Mapa 1 – Ubicación de las turbinas hidráulicas producidas por “Planas y Cia.”, “Averly” y “MTM”, por municipios, en el período 1855-60 y 1855-1870



Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

Mapa 2 – Ubicación de las turbinas hidráulicas producidas por “Planas y Cia.”, “Averly” y “MTM”, por municipios, en el período 1855-80 y 1855-1900



Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

Mapa 3 – Ubicación de las turbinas hidráulicas producidas por “Planas y Cia.”, “Averly” y “MTM”, por municipios, en el período (1855-1910)

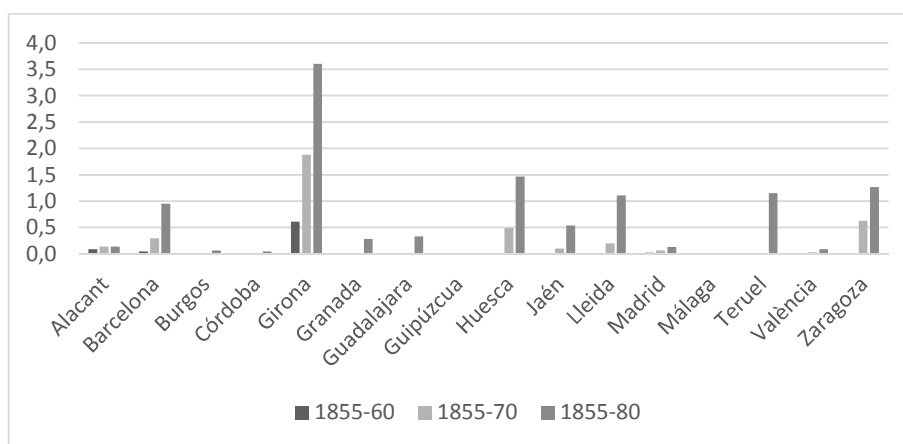


Fuente: Elaboración propia a partir de (Nadal, 1992, 2003) combinando multitud de fuentes complementarias (véase apéndice).

4. Factores explicativos de la difusión de las turbinas hidráulicas. Una primera aproximación.

Una primera aproximación a los resultados que se derivan de la descripción del proceso de difusión de las turbinas hidráulicas nos permite señalar algo que ya intuíamos. La importancia que tuvo la existencia de una empresa cercana que produjera turbinas para explicar una parte importante de la difusión total de la innovación y la adopción temprana de esta. Esto explica que si relativizamos el número de turbinas en función del VAB industrial de 1860, nos encontramos los niveles más elevados en estas tres provincias. Junto a ellas aparecen otros casos dignos de mención: Huesca, Jaén, Lleida y Teruel.

Figura 11 – Número de turbinas acumuladas para distintas provincias en relación al VAB industrial de 1860



Además de estos factores, otros elementos a tener en cuenta pueden ser el papel que juega el ferrocarril en la transmisión de la innovación, la especialización industrial de las provincias de destino (importancia que tiene el textil en aquellas provincias de adopción temprana, aunque las harinas y el papel también juegan un papel significativo), entre otros. Es objetivo de la futura investigación, profundizar en estos elementos.

Bibliografía

- Bartolomé, I. (2007). *La industria eléctrica en España (1890-1936)* (Vol. 50). Madrid, España: Banco de España.
- Bayón, E. (2004). El museu industrial del Ter, Can Sanglas de Manlleu. *AUSA*, 21(153), 347–363.
- Cabana, F. (2001). *Fàbriques i empresaris :els protagonistes de la revolució industrial a Catalunya. Cotoners.* (Vol. 4 volumene). Barcelona. Espanya.: Fundació Enciclopedia Catalana.
- Carreras, A. (n.d.). *L'energia hidràulica. L'aprofitament de l'energia hidràulica a la Catalunya contemporània.* Inèditio.
- Carreras, A. (1983). El aprovechamiento de la energía hidráulica en Catalunya. 1840-1920. Un ensayo de interpretación. *Revista de Historia Industrial*, 2, 31–63. Retrieved from <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/1569/RHE-1983-I-2-Carreras.pdf?sequence=1>
- Catalán Martínez, E., & Mugartegui Eguía, I. (2013). Cambios en las pautas del consumo energético en la industria guipuzcoana (1862-1925). *Revista de Historia Industrial*, 52(2), 45–76. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/268430/355987>
- Clara, J. (1977). La industria moderna de Girona del s. XIX. La fonería Planas. *Revista de Girona*, 80, 215–222. Retrieved from http://www.revistadegirona.cat/recursos/1977/0080_215.pdf

- Coleman, J., Katz, E., & Menzel, H. (1957). The diffusion of an innovation among physicians. *Sociometry*, 20(4), 253–270.
- Comin, D. A., Dmitriev, M., & Rossi-Hansberg, E. (2012). The Spatial Diffusion of Technology. *NBER Working Paper Series*, 18534. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w18534>
- Comin, D. A., Hobijn, B., & Rovito, E. (2006). Five facts you need to know about technology diffusion. *NBER Working Paper Series*, 11928. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w11928>
- Comin, D. A., Hobijn, B., & Rovito, E. (2008a). A new approach to measuring technology with an application to the shape of the diffusion curves. *The Journal of Technology Transfer*, 33(2), 187–207. doi:10.1007/s10961-007-9079-2
- Comin, D. A., Hobijn, B., & Rovito, E. (2008b). Technology usage lags. *Journal of Economic Growth*, 13(4), 237–256. doi:10.1007/s10887-008-9035-5
- Dosi, G., & Nelson, R. R. (2010). Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In B. H. Hall & N. Rosenberg (Eds.), *Handbook of The Economics of Innovation* (pp. 51–127). Amsterdam: North-Holland.
- Ferrer i Alòs, L. (2011). *Sociologia de la industrialització. De la seda al cotó a la Catalunya central (segles XVIII-XIX)* (Vol. 58). Lleida: Pagès Editors.
- Garrués, J. (1997). El desarrollo del sistema eléctrico navarro, 1888-1986. *Revista de Historia Industrial*, 11, 73–117.
- Granovetter, M. (1978). Threshold models of collective behavior. *American Journal of Sociology*, 83(6), 1420–1443.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501–522. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1905380>
- Gutiérrez Poch, M. (2005). *La industria papelera española: entre la tradición y el cambio técnico (1750-1936)*. Universitat de Barcelona.
- Lorente Toledo, L. (1996). *Bandos y proclamas del Toledo decimonónico* (p. 173). Universidad de Castilla - La Mancha.
- Mugartegui Eguía, I. (n.d.). *No Title*. Retrieved from <http://www.unizar.es/eueez/cahe/mugartegui3.pdf>
- Nadal i Farreras, J. (1978). Una contribució important al desenvolupament de la indústria elèctrica catalana. In R. Alberch, D. Armengol, J. Clara, J. Nadal, & J. Portella (Eds.), *Girona al segle XIX* (pp. 163–174). Girona: Editorial Gothia.
- Nadal, J. (1992). Los Planas, constructores de turbinas y material eléctrico (1858-1949). *Revista de Historia Industrial*, 1, 63–93. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/62224/84762>

- Nadal, J. (2003). *Atlas de la industrialización de España, 1750-2000*. (J. Nadal, Ed.). Madrid: Fundació BBVA / Crítica.
- Nerheim, G. (1991). The development and difussion of European water turbines, 1870-1920. In K. Bruland (Ed.), *Technology transfer and Scandinavian industrialization* (pp. 333–362). Oxford, United Kingdom: Berg published limited.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Simon and Schuster.
- Sancho Sora, A. (1997). *La Fundación Averly de Zaragoza (1880-1930): producción y mercado de trabajo*. Universidad de Zaragoza.
- Sudrià, C. (1997). La restricción energética al desarrollo económico de España. *Papeles de Economía Española*, 73, 165–188. Retrieved from <https://www.funcas.es/Publicaciones/Detalle.aspx?IdArt=11181>
- Van den Bulte, Christophe Lilien, G. L. (2001). Medical Innovation Revisited: Social Contagion versus Marketing Effort. *American Journal of Sociology*, 106(5), 1409–1435. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/10.1086/320819>

Apéndice

El listado de turbinas de la empresa “Planas” ha sido obtenido gracias a la generosidad de Jordi Nadal y a la colaboración de Josep Maria Benaul. A ambos les agradecemos la colaboración en la investigación. Pese a la información detallada que nos ofrece, ésta es incompleta dado que no se indica el año de venta. Pese a ello, teniendo en cuenta que están enumerados por orden de venta, hemos realizado una detallada investigación micro-histórica que nos ha permitido determinar el año de producción de ciertas turbinas. Una vez confirmado el año, asumimos que las turbinas anteriores y posteriores evolucionan linealmente entre cortes temporales. Sabemos que es una aproximación que puede generar ciertos sesgos pero creemos que información que obtenemos es suficientemente consistente. A continuación detallamos las fuentes utilizadas en la determinación de la fecha de cada turbina:

Turbina 4 y Turbina 5: Fechada en 1858. Información obtenida de (Nadal, 1992).

Turbina 15. Fechada en 1860 a partir de (Bayón, 2004, p. 352).

Turbina 17: Fechada en 1860 a partir de la información transmitida por Josep Zaragoza (El Catllar).

Turbina 19: se instala en 1860. Se indica que hasta 1860, fecha de una exposición aprovechando la visita de Isabel II a Barcelona, se han fabricado 19 turbinas. (Clara, 1977; Nadal i Farreras, 1978, p. 169).

Turbina 51:

Turbina 66: Fechada en 1866. Información encontrada en <http://molipaperer.blogspot.com.es/2008/11/cronologa-contextual-de-actividad.html> (visto en diciembre 2013).

Turbina 82: Fechada en 1865. Información ofrecida por (Clara, 1977).

Turbina 101: Fechada en 1866. (Cabana, 2001, p. 349) indica que en 1864 se produce la compra y, por lo tanto, asumimos que poco después se produce el encargo de la turbina.

Turbina 105: Fechada en 1870. Información ofrecida por (Lorente Toledo, 1996, p. 118).

Turbina 153: Fechada en 1872. Información ofrecida por el “Pla Especial del catàleg de béns protegits de Suria” elaborado por Eva Fortuny (2012), para el Municipio de Suria (Barcelona):

“El 22 de gener de 1872, Ramon Giró va encarregar a la casa Planas-Junoy, de Girona, la construcció de la turbina i les transmissions per fer anar la fàbrica. El 22 d'octubre del mateix any, la casa Planas-Junoy enviava les peces de la turbina a Súria per procedir al seu muntatge. El 7 de desembre de 1872, arribava a Súria al tècnic Ramon Soler per dirigir el muntatge de la turbina. En aquells moments es va detectar un greu problema. Segons els plànols, el salt d'aigua feia 5 m i la turbina s'havia dissenyat per a aquell salt. El muntador es va trobar que en realitat el salt només feia 3.5 m. Per això va ser necessari rebaixar el canal de desguàs i realçar la resclosa, per aconseguir el salt especificat. El 14 de febrer de 1873 encara es treballava en el muntatge de la turbina. La turbina i els embarrats van quedar muntats a finals de maig de 1873. De totes formes va haver-hi algunes avaries que van fer que el 7 de novembre de 1873 s'haguessin de substituir algunes peces defectuoses per altres de noves.

http://www.suria.cat/fitxers/ajuntament/tauler/Anuncis/ANNEX%201-FITXES_A.pdf”

Turbina 154: Fechada en 1876 a partir de (Cabana, 2001, p. 343). DUDOSA – no considerada.

Turbina 171: Fechada en 1877. Información ofrecida por el “Pla Especial del catàleg de béns protegits de Suria” elaborado por Eva Fortuny (2012), para el Municipio de Suria (Barcelona):

Pg. 81: “La fàbrica es va construir damunt l'antic molí fariner, i la nau del molí paperer es va sobrealçar i es va convertir en habitatges per al personal de la fàbrica. L'any 1862 la fàbrica treballava amb 9 cardes i 2.400 fusos. L'any 1877 les velles rodes dels molins i les primeres turbines van ser substituïdes per unes turbines construïdes per la casa Planas, Junoy i Cia. de Girona.

http://www.suria.cat/fitxers/ajuntament/tauler/Anuncis/ANNEX%201-FITXES_A.pdf”

Turbina 174 y 175: Fechada en 1878. Según información del Diario Globo, estas turbinas ya están en funcionamiento (24/1/1878).

Turbina 238: Fechada en 1878. Se indica que en esa fecha:

Pg 35: “Contracta amb Planas, Junoy y C^a, constructors de màquines de Girona, per a la construcció d'una turbina a Josep de Sans (22f)

http://www.bnc.cat/fons/inventaris/arxiu/Saudin_Ajuda_cerca.pdf”

Turbina 278. Fechada en 1878. Entre 1877 y 1878 se iniciaba la construcción de la nueva fábrica: Compte y Viladomat. http://www.museodelasal.com/docs/CAS_AMBITO2.pdf

Turbina 287, 288, 289 y 293: Fechada en 1879. En ese momento, A. Sedó compra la compañía y la relanza.

Turbina 296: Fechada en 1880 a partir de la información salida en http://www.elperiodicoextremadura.com/noticias/badajoz/fuentes-olvido_394668.html

Turbina 300: Fechada en 1880 a partir de la información de (Carreras, 1983). Allí se indica que:

Pg. 45-46. “Un año después, en 1880 la casa «Planas y Cía.», de Gerona, pionera de la fabricación de turbinas en España, ya llevaba instaladas “300 turbinas que juntas suman unos 10.000 caballos de fuerza en todas las provincias de España.” Visto en: Crónica de la Industria, tomo VI, 1880, núm. 137, pp. 258-259.

Turbina 329: Fechada en 1880. Momento en que Viladomiu compra la empresa: <http://www.viladomiu.com/historia.htm> Se acepta que se instale en 1880. Este argumento se refuerza con la información aportada por (Ferrer i Alòs, 2011, p. 498).

Turbina 390: Fechada en 1883. En el año 1883 ya está en funcionamiento la fábrica Gallifa, Vila y Compañía, con telares mecánicos impulsados por energía hidráulica. http://www.museodelasal.com/docs/CAS_AMBITO2.pdf

Turbina 410: (Nadal, 1992) indica que se puso en 1886. (Nadal i Farreras, 1978, pp. 171-2) lo confirma. Informaciones de la revista Industria e Invenciones, 1886, núm. 135, también lo confirma.

Turbina 461: Fechada en 1888. (Bartolomé, 2007, p. 38) indica que el alumbrado de Pamplona se licita en esa fecha. (Garrués, 1997) confirma este dato.

Turbina 495: (Cabana, 2001, p. 68) indica que Carrogio se separan en 1890.

Turbina 586: Fechada en 1893 a partir de la información de: http://cordobapedia.wikanda.es/wiki/Siglo_XIX

Turbina 641: Fechada en 1894 a partir de la información que aporta (Ferrer i Alòs, 2011, p. 568). Indica que en 1893 se constituye la empresa y que en 1895 ya es director. Asumimos que se construye en 1894.

Turbina 655, 656 y 657: Fechada en 1894. (Cabana, 2001, p. 427) indica que la fábrica tendría que estar finalizada en esa fecha.

Turbina 661. Fechada en 1895 a partir de (Cabana, 2001, p. 433), dado que se indica que en ese año se inicial la actividad en la fábrica.

Turbina 750: (Clara, 1977) recoge en el apéndice una noticia aparecida en 1895 donde se indica que se han instalado unas 750 turbinas, con una fuerza total de 45.000 cavallos.

Turbina 772: Fechada en 1896 a partir de la información: http://soria-goig.com/historia/historia_11b.htm

Turbina 784: Fechada en 1897. (Cabana, 2001, p. 64) indica que en esa fecha se funda la empresa.

Turbina 860: Fechada en 1899 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 868: Fechada en 1899 a partir de los datos de (Nadal, 1992).

Turbina 869: Fechada en 1899 a partir de (Cabana, 2001, p. 287).

Turbina 965: Fechada en 1901 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 966 – 981: Fechada en 1902 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 982 – 1029: Fechada en 1903 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 1030 – 1067: Fechada en 1904 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 1068 – 1095: Fechada en 1905 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 1096 – 1122: Fechada en 1906 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 1123: Fechada en 1907 a partir de la información manuscrita de Nadal.

Turbina 1124: Fechada en 1907 a partir de (Cabana, 2001, p. 431) donde se indica que éste es el último año con la denominación de esta empresa.

Turbina 1223: Fechada en 1910 a partir de la información manuscrita de Nadal.