

INDUSTRIA QUIMICA Y CAMBIO TECNOLÓGICO: EL PROCESO ELECTROLITICO SOLVAY EN TORRELAVEGA.

Angel Toca Otero

1.- Introducción

A comienzos de nuestro siglo, la industria química española estaba poco desarrollada. Sectores líderes en otros países europeos, como es el caso de los ácidos, los colorantes orgánicos o los álcalis, apenas tenían una existencia significativa en nuestro país. En el caso de los álcalis en particular, gran parte de la demanda española se cubría a través de las importaciones de los principales productores extranjeros. Eso hizo que un capítulo importante de la Historia de la Tecnología, como es la evolución del método Leblanc de obtención de carbonato de sodio (soda) al método Solvay, pasase prácticamente inadvertido en España.

Por otra parte, ese proceso evolutivo no terminó con una relación de dominio de Solvay frente a Leblanc, sino que este último fue capaz de establecer mecanismos de supervivencia, basados en innovaciones tecnológicas del propio proceso y en técnicas de mercado, que hicieron revalorizar un producto que el contrincante no poseía: el cloro. Un eslabón más en esta cadena evolutiva y que a la postre supuso la desaparición de los productores Leblanc, fue la aparición del proceso electrolítico de obtención de hidróxido de sodio (sosa cáustica). Este proceso, nacido a finales de la década de 1880 y que obtuvo un primer momento de esplendor a comienzos de nuestro siglo¹, se desarrolló de manera significativa también en nuestro país. De esta manera, en España se produjo un salto cualitativo, pasando de la nada a las tecnologías pioneras que en ese momento se desarrollaban en Europa. Ahora bien, ese paso no fue resultado de una industria química propia, sino de la introducción en España de firmas extranjeras.

¹.-Prueba de este interés inusitado lo podemos encontrar en el editorial del primer número de la revista Electrochemical Industry, publicación que vio la luz en septiembre de 1902. En este se indicaba bien a las claras que : "Ningún campo en el conjunto de las ciencias aplicadas tiene un éxito tan señalado, un futuro más atractivo o está tan pleno de futuras aplicaciones como la electroquímica". ROBERGE, P.R.(1989). "Industrial diaphragms and membranes". En STOCK, J.T., ORNA, M.V.(eds). Electrochemistry, past and present. Washington D.C.. American Chemical Society, pp 511.

Probablemente como fruto del nacimiento de tres instalaciones electrolíticas, surge la necesidad en la Compañía Solvay de instalarse también en España, produciéndose este desembarco de manera simultánea a la llegada de los procesos electrolíticos². La mayor capacidad de producción, y un dominio técnico del propio proceso que la industria electroquímica aún no había alcanzado, hacen que tan sólo uno de los intentos electrolíticos iniciales sobrevivan. Varios años después, la adquisición de un nuevo sistema de producción electrolítica más perfeccionado por parte de la compañía superviviente, motivó que Solvay instalase en Torrelavega su sistema de producción electrolítico.

El presente trabajo intenta iniciar un acercamiento a un campo poco conocido en España, como es el de la Historia de la Tecnología Química y el de la industria que la desarrolla. Mostraremos brevemente el primer desarrollo de la producción de álcalis en España, los primeros intentos y el resultado de su instalación simultánea en nuestro país. Después analizaremos el proceso de competencia tecnológica que se produjo entre dos métodos de producción de sosa electrolítica, desatado varios años después. Por último, mostraremos parte del desarrollo que implica la instalación de un proceso de producción por parte de una gran multinacional en nuestro país, desarrollo que guarda un cierto interés histórico por sí mismo, ya que refleja la forma de actuar y de entender las relaciones industriales de una gran compañía, en una región europea con escasos niveles de industrialización.

2.-Las primeras instalaciones electrolíticas y la llegada de Solvay a España

A comienzos del siglo XX, el proceso Solvay de obtención de soda estaba plenamente instalado en Europa y en Estados Unidos. Tras arduos años de continuas mejoras técnicas, el mayor conocimiento del proceso y de sus distintas variables fueron incrementando los beneficios del grupo Solvay en el mercado. La soda era un producto muy versátil, dado que era pieza fundamental en numerosas aplicaciones industriales, desde la obtención de vidrios y detergentes, hasta su utilización en las industrias del papel y del textil. Hasta la llegada del método Solvay, la obtención de la soda estaba limitada a la utilización del método Leblanc el cual, desde comienzos del siglo XIX

²-Un caso de confluencia entre el método Solvay de obtención de sosa cáustica y el método electrolítico también se produjo en China. A principios de 1920 comenzó la fabricación de carbonato de sodio por el método Solvay, con la particularidad de que no fue la compañía belga la que cedió la patente o la licencia para el comienzo de la actividad, sino que fueron los productores nativos de sal refinada los que negociaron con la American Solvay Process (filial americana de Solvay) la adquisición de equipos y la formación de su personal técnico en los Estados Unidos. A finales de la misma década se produjo la llegada del método electrolítico. REARDON-ANDERSON, J.(1986). "Chemical Industry en China, 1860 - 1949". *Osiris*, 2nd series, 2, pp 184-221.

hasta la última cuarta parte del mismo, fue dueño absoluto del mercado.

El método Leblanc³ obtenía la soda a partir de tres procesos separados que trabajaban en discontinuo: primero, la reacción entre el cloruro de sodio (sal común) y el ácido sulfúrico para dar sulfato de sodio y ácido clorhídrico; en segundo lugar, la reacción del sulfato con caliza, carbón y calor, para producir las cenizas negras (mezcla que contenía cantidades más o menos variables de soda); y en tercer lugar, la lixiviación de las cenizas negras para separar la soda y posterior concentración y cristalización del producto. Una de las ventajas⁴ del método Leblanc que le permitió sobrevivir al creciente empuje que producía el método Solvay, residió en la importancia de los distintos subproductos que el propio proceso generaba, en especial el ácido clorhídrico que era susceptible de convertirse en cloro, producto muy importante por sus propiedades blanqueantes y desinfectantes.

El método Solvay por contra, era un método de producción continua que necesitaba de un adecuado control de diversos parámetros. El cloruro de sodio en disolución (salmuera), saturado en amoníaco, reaccionaba en contracorriente con dióxido de carbono a lo largo de la torre Solvay, dando lugar a cloruro de amonio y bicarbonato de sodio. Del primero se podía recuperar el amoníaco y reintroducirlo en el proceso⁵, tras hacerle reaccionar con hidróxido de calcio (cal apagada), dando como subproducto cloruro de calcio. Del bicarbonato y por simple calentamiento se obtenía la soda, desprendiéndose además dióxido de carbono que también era reutilizado. Como vemos los subproductos tenían una utilidad evidente e inmediata, y no generaban

³.-CLOW, A., CLOW, N.(1952). The chemical revolution. A contribution to social technology. London. The Bactchworth Press. pp 102.

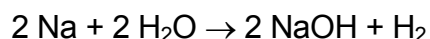
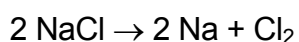
⁴.-El proceso de mejora continua del método tuvo como hecho más destacado la recuperación del azufre, que hasta ese momento se perdía. El método de recuperación fue obra de Chance. James Shank introdujo una mejor extracción de la soda, y la utilización de nuevos hornos giratorios mejoraron significativamente la obtención de las cenizas. DERRY, T.K., WILLIAMS, T.I. (1977). Historia de la Tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (II). Volumen III. Madrid. Siglo XXI Editores, pp 788-9. Sobre la supervivencia del método Leblanc, Inkster señala dos factores importantes que deben tenerse en cuenta: primero la introducción permanente de mejoras, entre las cuales se encontraban la adopción de hornos más eficaces, la utilización de la sosa en nuevas actividades industriales (tratamiento de algodón, manufactura de papel, etc.) o la recuperación de ácido sulfúrico. Y en segundo lugar, los productores Leblanc mantuvieron su nivel de beneficios reduciendo sus producciones de soda e incrementando la de productos blanqueantes derivados del cloro. INKSTER, I.(1991). Science and technology in History. An approach to industrial development. London. Macmillan Education Ltd. pp 19-20.

⁵.-La esencia de la reacción sobre el que se basa el método Solvay era conocida desde antiguo. La pérdida de amoníaco la hacía inviable económicamente. La recuperación elegante del amoníaco es una de las genialidades del método en sí.

nuevos productos susceptibles de venderse en el mercado⁶. El enfrentamiento entre modos de producción continuo-discontinuo fue la piedra de toque que suministró una de las claves de la supervivencia del método Solvay, y que explicó la transición que se produjo de uno a otro.

Una de las principales sustancias que podían obtenerse a partir de la soda era el hidróxido de sodio (también llamado sosa cáustica o simplemente sosa). El método utilizado por Solvay, denominado de caustificación, hacía reaccionar la soda con cal apagada dando lugar a una disolución más o menos concentrada de sosa. La obtención de productos más concentrados implicaban laboriosas tareas de concentración, que se veían entorpecidas por la fragilidad cáustica del acero y por los costes de combustibles inherentes al proceso. Tanto la sosa como la soda se constituyeron por si solos en los representantes mayoritarios del mercado de los álcalis.

Desde finales del XIX se produce en Europa y en Estados Unidos un nuevo método de producción de sosa: el método electrolítico⁷. En grandes líneas consiste en la descomposición del cloruro de sodio para producir cloro, sosa e hidrógeno a través de dos reacciones encadenadas:



Unida a la obtención de una fuente barata y eficiente de electricidad, el proceso electrolítico conoció un rápido desarrollo. Desde un principio se fueron perfilando los dos grandes tipos de células electrolíticas que cubrieron la práctica totalidad de esta industria: las células con diafragma y las células con cátodo de mercurio. En el mercado europeo⁸ las primeras en desarrollarse fueron las células de diafragma, desde

⁶.-El cloruro de calcio, auténtico subproducto del proceso junto con cantidades más o menos crecientes de carbonatos y sal, sólo podía utilizarse como desecante o como componente principal de mezclas frigoríficas. En la búsqueda de un mercado de cloro del cuál carecían, Ludwig Mond, socio británico de los hermanos Solvay, intentó utilizar el cloruro de calcio como fuente de cloro, aunque no alcanzó el fin deseado. MOND, L.(1896). "The history of the manufacture of chlorine". *Engineering*. Nov. 6, pp 591-2. También HABER, L.F.(1969). *The chemical industry during the nineteenth century. A study of the economic aspect of applied chemistry in Europe and North America*. Oxford. Clarendon Press. pp 97-8.

⁷.-En palabras de Inkster, la transferencia de conocimientos y maquinaria entre naciones antes de la Primera Guerra Mundial, se vio facilitada por el desarrollo de diversas estructuras institucionales. El desarrollo de la "empresa científica" se caracterizó por una quiebra significativa de los límites del conocimiento, traspasando rápidamente la barrera que les separaba de la actividad industrial. Como ejemplo de esta actitud la industria electroquímica fue un fiel exponente de este tipo de transferencias. INKSTER, I.(1991). *op. cit.*, pp 90-4.

⁸.-Para un estudio más completo del desarrollo europeo de las células de diafragma, se puede consultar: READER, W.J.(1970). *Imperial Chemical Industries. A History. Volume I: The Forerunners*

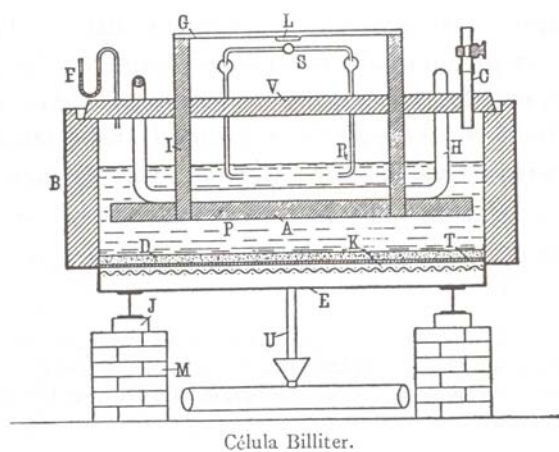
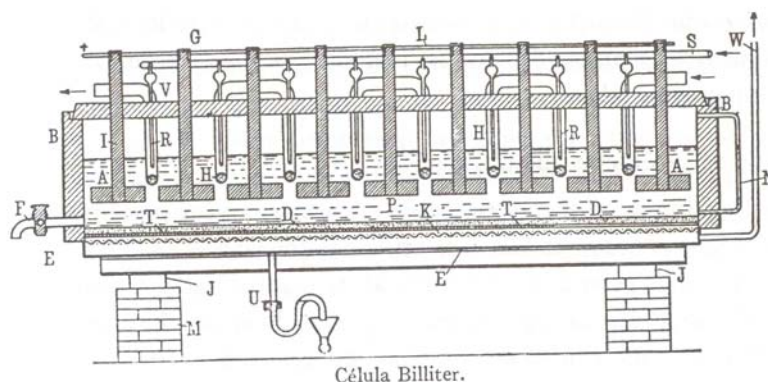


Fig. 1.- Vistas frontal y lateral de una célula Siemens-Billiter (MUSPRATT, (s.a), *Gran Enciclopedia de Química Industrial*, vol. V, Barcelona, Seix ed., 845)

1870 - 1926. London. Oxford University Press. pp 116-9. BROCHET, A.(1909). *La soude électrolytique*. Paris. Librairie Bernard Tignol. MOYNOT, M.L.(1907). "L'industrie de la soude électrolytique". *Moniteur Scientifique*, 21, pp 586-95. KERSHAW, J.B.C. (1920). "The rise and development of the electrolytic alkali cells and processes in Europe and America (I,II, and III). *Chemical Trade Journal and Chemical Engineer*, 66, pp 463-7, 491-5, 521-6.

los modelos de producción discontinua con diafragmas verticales de cemento, propio de la célula Griesheim Elektron que surgió en 1884, hasta los modelos de producción continua con diafragmas horizontales de amianto que se desarrollaron a partir de 1907. Coincidiendo en el tiempo se produjo el desarrollo de las células de mercurio, desde el modelo original de la célula Castner-Kellner hasta el más perfeccionado de la célula Solvay⁹.

Desde finales del siglo XIX el mercado español se surtía de álcalis a través de la importación. El suministro procedía principalmente de las factorías que la empresa Solvay tenía en Inglaterra, Francia y Bélgica, siendo los puertos de Barcelona, Málaga y Sevilla los principales puntos de llegada¹⁰. En opinión de Nadal¹¹, el consumo creciente de estos productos debió animar a las Sociedades extranjeras a instalar algún proceso de producción en nuestro país, aunque también es de destacar que algunos inversores españoles permanecieron atentos a las novedades industriales que existían en Europa¹². Fruto de este interés es la instalación, en el corto plazo de 8 años (1900-1908), de cuatro industrias de obtención de álcalis: tres electrolíticas y la planta Solvay de Torrelavega. Describiremos brevemente estas primeras instalaciones.

2.1.- Sociedad Electroquímica de Flix

Fue la primera en instalarse en nuestro país, en las proximidades de la localidad tarraconense de Flix, a la orilla del Ebro y tras recibir éste las aguas de sus afluentes pirenaicos. Próxima al mercado catalán y valenciano, fue capaz de soportar la competencia que supuso la llegada de Solvay, basándose en las evidentes ventajas

⁹.-La historia de la adquisición de las patentes Castner - Kellner por parte de Solvay en BOLLE, J.(1963). Solvay, l'inventeur, l'homme, l'entreprise industrielle. 1863-1963. Bruxelles. Ed. Weissenbruch. pp 90-102. Sobre el alcance de esta adquisición sobre el futuro de los productores Leblanc conviene leer HOHENBERG, P.M.(1967). Chemicals in Western Europe: 1850-1914. An economic study of technical change. Chicago. Rand McNally and Co.

¹⁰.-GONZÁLEZ NICOLÁS, A.(1905). "Industria de la sosa en España". Revista Minero Metalúrgica y de la Ingeniería. Año LVI. pp 13-6.

¹¹.-NADAL, J.(1986). "La debilidad de la industria química española en el siglo XIX. Un problema de demanda". Moneda y Crédito, 176, pp 54 - 8. El propio Nadal nos informa que una de las principales consumidoras de sosa, como fue la industria papelera, multiplicó casi por cinco su producción a comienzos de nuestro siglo, lo que puede dar idea de este aumento de demanda.

¹².-El papel desempeñado por las Exposiciones Universales en esta labor debió de ser muy importante para un país tan poco industrializado como el nuestro. En el caso británico, el papel desempeñado por la Exposición Universal de 1851 junto con la aparición de numerosas publicaciones de divulgación técnica y científica, fueron dos medios indiscutibles de difusión de conocimiento. INKSTER, I.(1991). op. cit., pp 101-9.

geográficas y de una prematura diversificación en la producción, especialmente en el mercado de los productos clorados.

Constituida en junio de 1897, fue una filial de la Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, detentando la patente de la célula que lleva su nombre y que hasta ese momento estaba considerada como la célula europea más eficiente y extendida de nuestro continente¹³. Aprovechando un represamiento árabe como fuente de electricidad, sus instalaciones incluían además de la sala de células, una casa de calderas generales, sala de máquinas, naves de evaporación y fusión de la sosa, horno de cal y cámaras de plomo para la obtención del cloruro de cal¹⁴. El inicio de las actividades debió de comenzar a finales de 1899 o principios de 1900, encontrando desde entonces innumerables dificultades para normalizar la producción. Entre las más importantes se encontraban los bruscos cambios de caudal del Ebro provocados por su afluente el Segre, las bajas temperaturas invernales de la zona y el difícil suministro de electrodos de magnetita, problema que se agudizó a raíz de la Primera Guerra Mundial¹⁵. Las materias primas que alimentaban la planta electrolítica eran suministradas por las salinas del delta del Ebro (posteriormente la empresa adquirió salinas en la provincia de Almería), las calizas de las canteras de Faio y los carbones de Mequinenza¹⁶. Un aspecto importante que explica su supervivencia, hay que buscarlo en el acuerdo comercial que alcanzó con la firma Cros (17 de diciembre de 1904), lo que le aseguró los canales comerciales abiertos por esta compañía dentro del mercado español.

Terminada la Guerra, la depresión económica que sufrió nuestro país se reflejó en la baja actividad de la industria papelera y textil, lo que supuso para Flix continuas paradas en su producción, aprovechadas a menudo para realizar diversas

¹³.-Desde 1884 hasta 1907 se contabilizan al menos 12 plantas que poseen esta célula, repartidas por Francia, Alemania, Rusia, Suiza y España. BROCHET, A.(1909). op.cit., pp 246-55.

¹⁴.-El cloruro de cal es una sustancia que en medio alcalino da lugar a hipoclorito de calcio, sustancia con propiedades blanqueantes importantes. Descubierta por Muspratt, la obtención de cloruro de cal consistía en hacer pasar una corriente de cloro a través de cal apagada sólida, todo ello en el interior de las cámaras de plomo (posteriormente se utilizarían aparatos diferentes, como así sucedió con Solvay). La cal apagada se obtenía al añadir agua al óxido de calcio (cal viva), la cual se obtenía por descomposición térmica de la caliza, en los hornos de cal correspondientes. Sólo hemos podido consultar un discreto acercamiento a la historia de la Electroquímica de Flix, realizado por la propia empresa en 1966. [ANONIMO](1966). Electroquímica de Flix, S.A. (1897 - 1965). Barcelona.

¹⁵.-Al ser filial de una empresa alemana, se vio sometida a las lógicas restricciones que impuso la guerra.

¹⁶.-CABANA, F.(1992). Fàbriques i Empresaris. Vol. I. Barcelona. Editorial Enciclopedia Catalana. pp 374.

modificaciones. A finales de la década de los veinte, la empresa comenzó a encontrar las condiciones idóneas para desarrollar sus productos, momento en el cual las células originales comenzaban a demandar un cambio. Éstas desarrollaban un modo de producción discontinuo, dado que la sal a electrolizar debía recargarse periódicamente y que las máximas concentraciones de sosa que hacían viable el proceso no debían sobrepasar determinados valores (en torno al 8 %)¹⁷. Estas limitaciones junto a otras relacionadas con el suministro de corriente, obligaron a la compañía a efectuar cambios que fueron fundamentales para nuestro relato.

2.2.- Sociedad Eléctrica del Besaya

La constitución de la casa matriz de esta sociedad, la Thomson - Houston Ibérica, se produjo en 1901. El capital social de esta nueva sociedad fue de 10 millones de pesetas y estaba orientada principalmente al suministro de material eléctrico, construcción de plantas de producción eléctrica y plantas de procesos electroquímicos¹⁸. En esa misma fecha debió decidirse la construcción de una planta que suministrase cloruro de cal y sosa, además de fluido eléctrico a las poblaciones vecinas. El lugar donde se decidió implantar esta nueva industria fue Bárcena de Pie de Concha, localidad cántabra situada a unos 50 km de la capital, en la carretera Santander - Palencia y a orillas del río Besaya. La localización de la misma coincide con un fuerte desnivel del río a lo largo de la cordillera. Aprovechando este desnivel se construyó un salto de agua, obra del ingeniero cántabro Leonardo Torres Quevedo. Tras salvar 240 m, era capaz de suministrar unos 2000 caballos de potencia en invierno y unos 800 caballos en época de estiaje¹⁹.

El proceso electrolítico se realizaba en células de diafragma vertical Outhenin-

¹⁷.-En el proceso electrolítico podían darse fenómenos de competencia entre iones, fundamentalmente entre el cloruro y el hidroxilo. El primero produce cloro mientras que el segundo produce oxígeno. Además de la pérdida de eficacia de la reacción principal, existían diversos problemas ocasionados por la presencia del oxígeno (producción de reacciones indeseables o desgaste excesivo de electrodos). De la necesidad de separar los iones cloruro e hidroxilo es de donde surge la idea de utilizar el diafragma en las células de electrólisis.

¹⁸.-[ANÓNIMO](1901). "Thomson-Houston Ibérica". Revista Minero Metalúrgica y de la Ingeniería, año LII, nº 1844, pp 493.

¹⁹.-[ANÓNIMO](1902). "La fábrica de sosa cáustica de Bárcena (Santander)". Revista Minero Metalúrgica y de la Ingeniería, año LIII, nº 1874, pp 246. La noticia sobre la autoría del proyecto de la presa a Leonardo Torres Quevedo en: ORTEGA VALCARCEL, J.(1990). "La industrialización en Cantabria (1844-1944). Génesis de una industria especializada". NADAL, J., CARRERAS, A.(eds). Pautas regionales de la industrialización española (siglos XIX y XX). Barcelona. Editorial Ariel, pp 91 (nota final 70).

Chalandre, otro modelo europeo de célula electrolítica de funcionamiento discontinuo. Las materias primas provenían de las vecinas canteras de caliza del valle de Iguña, de las minas de sal de Cabezón de la Sal y de los carbones de la vecina cuenca palentina. No disponemos de descripción alguna de la planta, aunque el tipo debía asemejarse mucho a los instalados en Europa. Cabe esperar²⁰ que la misma contuviese la sala de células, previa a la cual existiría instalaciones de depuración de la sal. También se encontrarían las naves de fabricación de cloruro de cal²¹, los hornos de cal, las salas de calderas y concentración además de la central eléctrica.

Años después del comienzo de actividad, tuvo que soportar la competencia que supuso el emplazamiento de Solvay en sus proximidades, competencia que la condenó al cierre de sus instalaciones quedando la central sólo para suministro eléctrico.

2.3.- Compañía General de Productos Químicos de Aboño

Representó el tercer modelo electrolítico implantado en España a comienzo de siglo. Tuvo la peculiaridad con respecto a los anteriormente citados, de estar financiado con capital español del Crédito Industrial Gijones. La producción no estaba destinada únicamente a la obtención de álcalis o derivados del cloro, sino que además se fabricaban otros productos de interés, como el sulfato de amonio²². La planta se levantó en la ladera norte de la marisma del río Aboño, a espaldas del puerto gijones del Musel. Las comunicaciones con el puerto se realizaban a través del túnel de Veriña, construido para tal propósito²³. Para la fabricación del sulfato de amonio se

²⁰.-Nuestras suposiciones están basadas en las informaciones dadas por Brochet y Moynot. Brochet indica que la planta montada en Bárcena tiene una potencia de 1200 CV, mientras que Moynot nos hace una descripción detallada para una planta cuya potencia era de 1000 CV. BROCHET, A.(1909). op.cit., pp 253. MOYNOT, M.L.(1907). op.cit., pp 589-95.

²¹.-González Nicolás nos informa que la producción estimada para Bárcena era de 1600 Tn/año de sosa y 3000 Tn/año de cloruro de cal. GONZÁLEZ NICOLÁS, A.(1905). op.cit., pp 14

²².-El sulfato de amonio se utilizaba fundamentalmente como abono agrícola. Hasta ese momento España se surtía con sulfato inglés, lo que en opinión de Nadal demuestra "una demora grande en el aprovechamiento de los subproductos de la hulla". Los primeros intentos por obtenerlo en nuestro país aparecen asociados a plantas de fabricación de coque, como era el caso de las industrias siderúrgicas de Asturias y Vizcaya (Duro en Felguera y Mieres, y Altos Hornos respectivamente), o la fabrica de Gasificación Industrial de Madrid. Posteriormente Altos Hornos adoptó el sistema Semet-Solvay en su fábrica de Bilbao, lo que nos hace sospechar en una primera incursión de la multinacional belga en nuestro país, previa a la llegada a España. Esta empresa fue la suministradora de amoníaco a la planta de Torrelavega durante algunos años. NADAL, J.(1986). op.cit., pp 68-70. Las noticias sobre el suministro de sulfato de amonio en el Archivo Pasivo de Solvay en Torrelavega.

²³.-[ANÓNIMO](1903). "Compañía de Productos Químicos del Aboño". Industria e Invenciones, 40, pp 95.

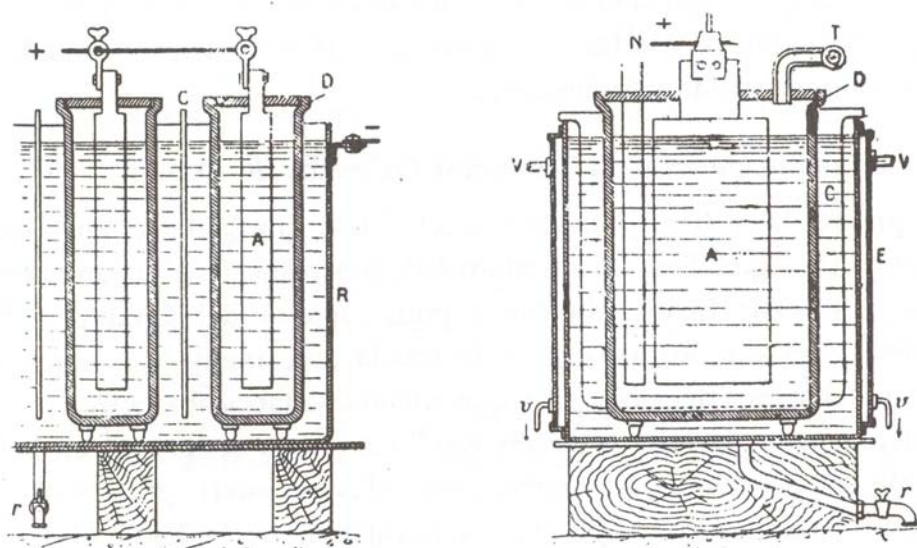
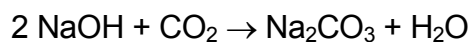


Fig. 2.- Vistas frontal y lateral de una célula Griesheim-Elektron (BROCHET, A. (1909), *La soude électrolytique*, Paris, Librairie Bernard Tignol, 108.

aprovechaban las hullas asturianas, las cuales además se utilizaban para la producción de gas en gasógenos Mond. El ácido sulfúrico necesario se obtenía en la propia planta mediante tostación de piritas. La planta constaba de sala de pilas, de reparaciones y casa de calderas, planta de sulfato de amonio, sala de máquinas y dinamos, además de las instalaciones de caustificación y concentración. El comienzo de las actividades debió de realizarse en diciembre de 1905²⁴.

La electrólisis constaba de cuatro células Hargreaves-Bird montadas en serie. Estas células también eran de diafragma vertical, con funcionamiento en discontinuo, pero con la peculiaridad de producir carbonato de sodio, ya que se "barría" la sosa producida en la cara externa del diafragma con una corriente de dióxido de carbono, lo que provocaba la reacción:



El carbonato así producido era caustificado con posterioridad, dando lugar a una sosa de calidad inferior. No sólo eso, sino que para llegar a este proceso de caustificación en óptimas condiciones era preciso concentrar las disoluciones de carbonato formadas, encareciendo enormemente el producto. Este "rodeo" innecesario para la obtención de sosa hizo que este método electrolítico, al igual que sucedió con el caso inglés, estuviese abocado al fracaso, lo que provocó un cierre prematuro de las instalaciones asturianas²⁵.

2.4- La llegada de Solvay a España

Al buscar una explicación para la súbita desaparición de dos de los tres primeros intentos de fabricación electrolítica en nuestro país, podemos acudir a la evaluación incorrecta de la demanda de álcalis en nuestro mercado interno, a la elección de una tecnología inadecuada como en el caso de Aboño o a la llegada de Solvay. La multinacional belga pronto comenzó a indagar esta posibilidad. En 1895 la Sociedad Solvay presentó en nuestro país una "patente de introducción para la fabricación de la soda al amoníaco"²⁶, válida durante cinco años. En 1896 León

²⁴.-Datos extraídos de: [ANÓNIMO](1903). *op. cit.*, pp 95. [ANÓNIMO](1905). "Compañía General de Productos Químicos del Aboño". *La Industria Química*, 3, pp 12. [ANÓNIMO](1905). "Noticias". *Revista Minero Metalúrgica y de la Ingeniería*, año LVI, nº 2042, pp 578, y [ANÓNIMO](1906). "Compañía General de Productos Químicos del Aboño". *La Industria Química*, 3, pp 12.

²⁵.-Hacia 1917 tan sólo sobrevivían las plantas de Flix y de Bárcena, aunque esta última no tardaría mucho más en cerrar. [ANÓNIMO](1917). "La hulla blanca y las industrias eléctricas en España". *Ibérica*, 7, pp 302. Dentro del proceso evolutivo que nos llevará al diafragma horizontal, el caso de la célula Hargreaves-Bird es especialmente significativo dado que muestra un claro ejemplo de proceso no adaptado al medio, por la falta de una idea clara de cuál debía ser el producto principal a obtener.

²⁶.-[CARTA](1906). Informe sobre la demanda de patente del grupo Ferrer sobre el método al

Oltarveu²⁷ envía al Director Técnico de la Compañía, M. Hannon, un detallado informe sobre dos posibles asentamientos localizados en Cantabria, uno próximo a la localidad de Cabezón de la Sal, y otro en Barreda, localidad cercana a Torrelavega. A partir de enero de 1903 se realizan los sondeos para determinar la riqueza del yacimiento cabezonense, sondeos que posteriormente se trasladaron a la localidad de Polanco, próxima a Barreda. El 24 de abril de ese mismo año se produce la fundación de la empresa en España y en mayo adquiere la Sociedad Minera "Fraternidad", situada en la localidad asturiana de Lieres, para suministrar el carbón que sea necesario.

En mayo de 1904 se producen las primeras adquisiciones de explotaciones mineras, circunscritas principalmente al área de Barreda, tras lo cual comienza la construcción de la fábrica en unos terrenos próximos a la ría de Requejada, salida natural del río Saja-Besaya al mar. Las obras duraron hasta mayo de 1908, momento en el cual comenzaron las primeras producciones que pronto llevaron a la planta torrelaveguense a suministrar 20.000 Tn/año de sosa cáustica (producción alcanzada en torno a 1915). La tabla I intenta mostrar la evolución del mercado de álcalis hasta finales de la década de los veinte, observando como la posición de Solvay está próxima al monopolio y explicando adecuadamente la desaparición de algunos de los primeros intentos electrolíticos.

amoníaco en España. De Torrelavega a la Dirección General Técnica de Bruselas, del mes de febrero (sin día). Toda la documentación ha sido extraída de los Archivos (Pasivo y Técnico) que la Compañía Solvay tiene en su planta de Torrelavega.

²⁷.-[CARTA](1896). De León Oltarveu a M. Hannon, Director Técnico de la Compañía Solvay en Bruselas, del 15 de agosto.

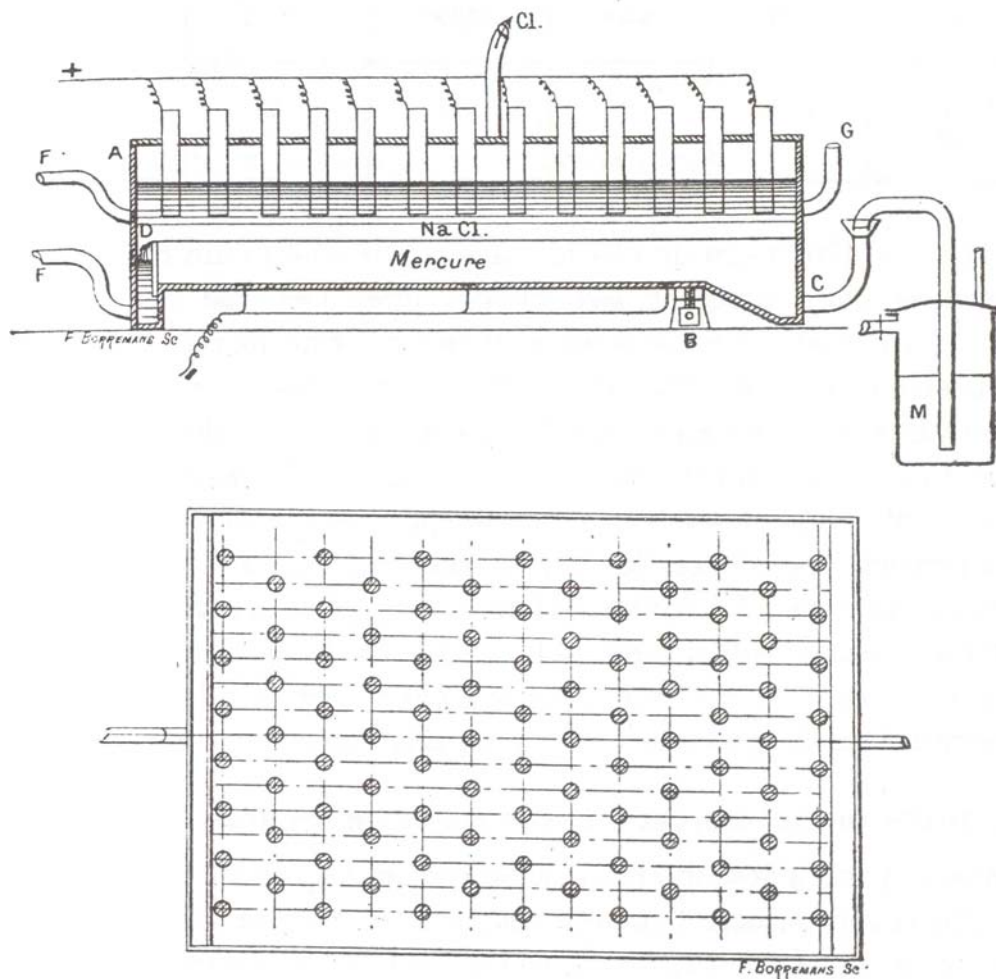


Fig. 3.- Célula Solvay. Modelo antiguo que no se instaló en Torrelavega.

Tabla I: Producciones de sosa cáustica (Tn/año) de Solvay y Flix (1910 - 1929).²⁸

AÑO	1910	1913	1920	1925	1929
Flix	2147	2285	2285	3040	3220
Solvay	8000	16600	23200	28470	28303
% de Flix sobre el total	21,16	12,10	8,97	9,65	10,21

Si la célula Griesheim de Flix fue la superviviente de un fenómeno de competencia entre procesos electrolíticos diferentes, fue debido a su adecuado emplazamiento con respecto al mercado español más que por una correcta obtención de sus productos. Ahora bien, Solvay contaba ya con un proceso electrolítico perfeccionado desde comienzos de siglo, que tardó 25 años en traer a nuestro país. ¿Qué motivo tuvo la multinacional belga para retrasar tanto este desembarco?. La respuesta a esta pregunta pasa necesariamente por conocer la situación del mercado a comienzos de la década de los treinta, conocer la situación de Flix en ese momento y percibir que pudo existir, junto a la necesidad de incorporar un nuevo mercado (el del cloro y sus derivados), un proceso de competencia tecnológica entre dos procesos electrolíticos diferentes.

3.- La situación del mercado a comienzos de los años treinta.

Antes de pasar a describir la situación en nuestro país a comienzos de los años treinta, conviene hacer algunas consideraciones respecto a las células que entran en competencia: la de diafragma frente a la de mercurio. La elección del tipo de célula que se debe utilizar, está sometida fundamentalmente a cuestiones de tipo económico y técnico. Kershaw²⁹ indica al menos tres factores que es necesario considerar para su elección. En primer lugar, es importante saber cuál va a ser el destino de la sosa producida: si los futuros compradores necesitan disoluciones más o menos concentradas, o por el contrario desean el producto en estado sólido. La obtención de

²⁸.-Los datos de Solvay están tomados de diversos documentos que se encuentran tanto en su Archivo Pasivo como su Archivo Técnico de Torrelavega. Los datos de Flix se encuentran en: [ANÓNIMO](1966). *op. cit.*

²⁹.-KERSHAW, J.B.C.(1920). *op. cit.*, pp 525.

la sosa se hace en disolución; los gastos generados por el proceso de concentración, principalmente en combustible, hacen que las células de mercurio sean netamente superiores a las de diafragma, dado que estas pueden alcanzar disoluciones con concentraciones de 240-280 g/l en sosa exenta en cloruro de sodio³⁰, frente a los casos más favorables de las células de diafragma, que pueden alcanzar los 120-150 g/l (con contenidos más o menos altos de cloruro de sodio).

Relacionado con la cuestión energética es preciso conocer para cada tipo de célula las características eléctricas de su funcionamiento. Dado que la potencia consumida depende directamente de la caída de potencial total aplicado a la célula en su conjunto³¹ y de la intensidad que la alimenta, el conocimiento exacto de estos dos valores permitirá una elección más adecuada. Sin embargo, no es el factor económico el único que influye sobre estos dos parámetros; está también una consideración técnica muy importante: la eficacia de la corriente y el rendimiento de la electrólisis depende de la densidad de corriente que circule por los electrodos³². Para las células de mercurio, Brochet nos indica que rendimientos comprendidos entre el 90 y 95 % se alcanzan para densidades de corriente entre 8,4 y 10,5 A/dm²³³.

La elección del tipo de células también debe considerar el mantenimiento de las mismas. Diseños sencillos, con materiales relativamente baratos y de uso corriente rebajaban considerablemente este gasto. Las células de diafragma responden mejor a esta exigencia; las células de mercurio deben ajustar al máximo la cantidad de mercurio circulante, debido a su elevado coste y a la dificultad que entraña mantenerlo en circulación (cada m³ de mercurio tiene una masa de 13,6 toneladas). El último factor

³⁰.-La pureza de la sosa obtenida era especialmente importante para algunas fabricaciones, como era el caso de la seda artificial. MOYNOT, M.L.(1907). op. cit., pp 593. LEVASSEUR, A.(1928). "Electrolysis of alkali chlorides". Chemical Abstract, 23, pp 3858.

³¹.-Dicha caída de potencial puede ser descompuesta en varios términos: las caídas de potencial que se dan entre conductores y los electrodos de la célula, la caída de potencial electrolítico debido al propio proceso de electrólisis (calculado en la época mediante la ecuación de Thomsen y Berthelot), la caída dependiente de la resistencia al paso de la corriente a través de la salmuera y las sobretensiones originadas en los electrodos, debidas al proceso de difusión de los productos recién formados. La suma total de todos estos términos da el potencial total de la célula. Para una descripción completa de la utilización de la ecuación de Thomsen - Berthelot en la electrólisis del cloruro de potasio y de sodio, BROCHET, A.(1909).op. cit., pp 143.

³².-La densidad de corriente es directamente proporcional a la intensidad y a la superficie del diafragma. Si se precisan densidades de corriente elevadas, es necesario producir corrientes de alta intensidad, llegando a alcanzar en el caso de las células de mercurio los 10.000 A (con el consiguiente aumento del gasto energético).

³³.-BROCHET, A.(1909). op. cit., pp 235.

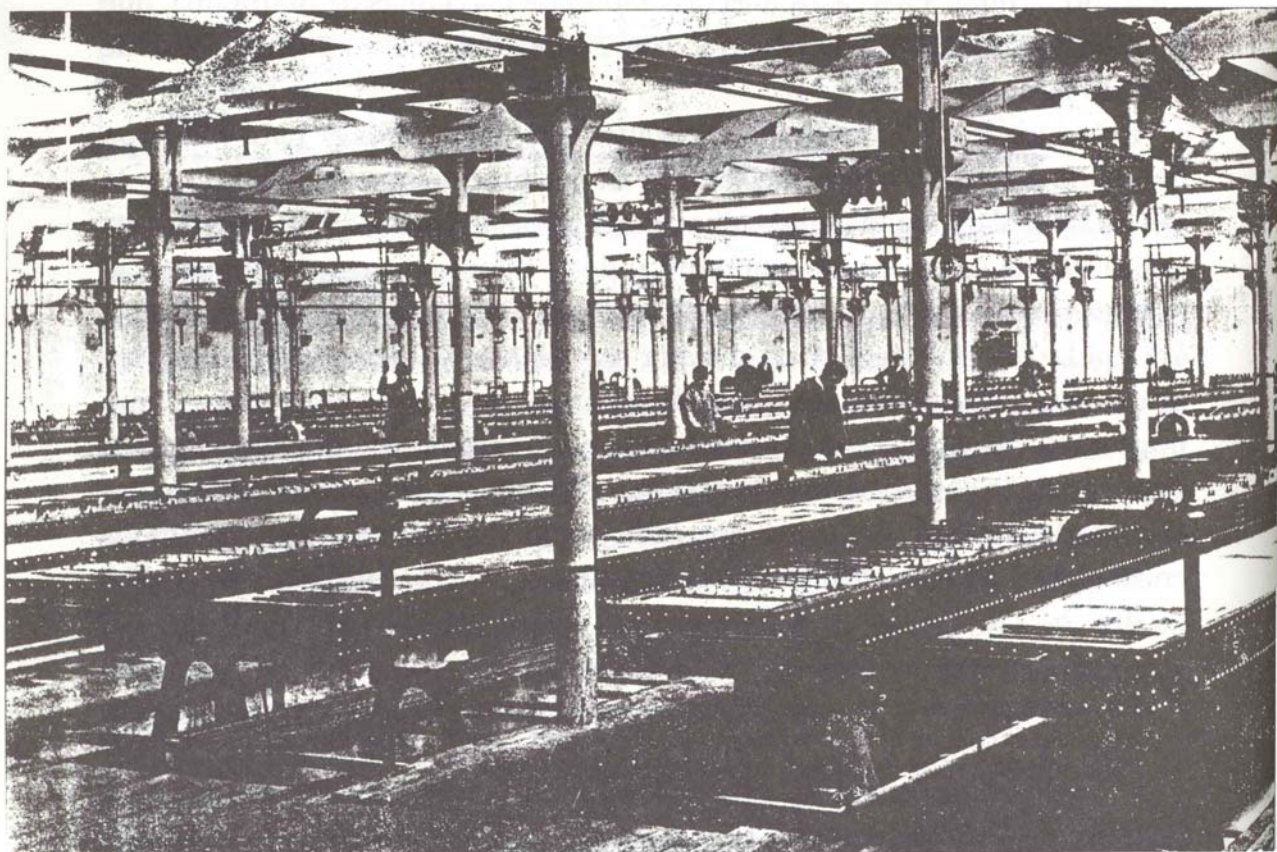


Fig. 4.- *Fábrica de Jemeppe-sur-Sambre (procedimiento Solvay), que sirvió de modelo a la de Torrelavega. (BROCHET, A. (1909).*

hace referencia a los costes de fabricación, en donde el consumo de ánodos, la pérdida de eficacia de las células, la manera de trabajar en la sala de células, etc., son aspectos más o menos favorables para los distintos tipos de células. Vemos pues que el número de factores que debían considerarse a la hora de establecer una planta electrolítica, superaban en mucho a los habituales para una industria química normal.

Desde comienzos de siglo se venía observando un creciente uso del cloro electrolítico. Además de la síntesis de ácido clorhídrico y de cloratos y percloratos (con innegable interés militar por sus propiedades explosivas), las nuevas utilidades pasaron por la obtención de diversos disolventes orgánicos clorados, cuyo papel en la Primera Guerra Mundial en forma de gas mostaza fue tristemente célebre³⁴. Pasada la confrontación, urgía encontrar nuevos mercados que fuesen capaces de absorber la cantidad disponible del cloro. La solución se encontró a través de tres nuevas utilidades: la utilización del cloro como desinfectante de las aguas de consumo público, el método Pomilio para la obtención de seda artificial a partir de la celulosa (que demandaba grandes cantidades de él)³⁵ y la obtención masiva de cloruro de aluminio, catalizador fundamental en las operaciones de cracking de la industria petroquímica³⁶.

La situación en nuestro país era diferente. La preocupación por el déficit en industrias del cloro se reflejó en diversos informes, como el realizado por Vicente Burgaleta para la Dirección General de Comercio, Industria y Trabajo en 1919³⁷. Mientras que los adelantos técnicos estaban a la orden del día en Europa, nuestro país permanecía impermeable a ellos. Tuvieron que transcurrir 23 años desde la invención de la célula Siemens-Billiter³⁸, para encontrar noticias de su instalación en España³⁹.

³⁴.-La Gran Guerra causó un incremento considerable de fábricas electrolíticas en Francia, pasando en pocos años de dos a nueve. En Gran Bretaña, la planta fundada por Castner en Western Point (Runcorn), amplió su producción de manera notable, llegando a cifrarse en un 90 % el porcentaje aportado por esta planta al total del cloro utilizado por los aliados. KERSHAW, J.B.C.(1920). *op. cit.*, pp 464-7 (para Gran Bretaña) y 494-5 (para Francia). Según Musson, "(...) la demanda de cloro para la producción de gases tóxicos pudo estimular la electrólisis de la salmuera". MUSSON, A.E.(1978). *The growth of British Industry*. New York. Holmes and Meier Publishers. pp 338.

³⁵.-MATIGNON, W.(1925). "A new outlet for electrolytic chlorine. The manufacture of cellulose". *Chemical Abstract*, 20, pp 1904. Este procedimiento comenzó a experimentarse en Nápoles entre 1920 y 1925.

³⁶.-HOOKER, A.H.(1919). "The future of electrolytic chlorine". *Chemical Engineering*, 27, pp 3-4.

³⁷.-BURGALETA, V.(1919). "Informe sobre el estado y desarrollo de la Industria Química en España, elevado a la Dirección General de Comercio, Industria y Trabajo". *Boletín Industrial*, año XXXVIII, pp 33-6.

³⁸.-La célula Siemens-Billiter era una célula de diafragma que había introducido una novedad fundamental: el diafragma dejaba la posición vertical y pasaba a la horizontal, emulando así la posición del mercurio. Este cambio en la posición permitió utilizar la célula en procesos de producción

En este estado de cosas, a comienzos de los años treinta la Electroquímica de Flix decidió realizar una ampliación de su actividad industrial. Para tal fin solicitó el suministro de energía a la compañía "Riegos y Fuerza del Ebro" para la construcción de un nuevo salto en la misma localidad. Este aumento en el consumo eléctrico fue destinado a una nueva sala de células, en la cuál se sustituyeron las antiguas células Griesheim por las nuevas células Siemens-Billiter, las cuales permitían el trabajo en continuo que no pudieron realizar sus antecesoras. La sustitución rindió sus frutos de manera espectacular, dado que en tan sólo un año se registran aumentos de un 501,9 % en la producción de cloro líquido, de un 364,3 % en la producción de ácido clorhídrico, de un 65,2 % en la de la sosa electrolítica y de un 18,4 % en la del cloruro de cal⁴⁰. Junto a esta mejora importante, la pureza de la sosa obtenida en este tipo de células de diafragma se había perfeccionado gracias a diversas técnicas de purificación, lo que permitió su utilización en todo tipo de fabricaciones⁴¹.

El avance tecnológico en la producción de sosa electrolítica y cloro, y una probable situación de monopolio para este último producto, constituyeron el panorama del mercado español a finales de 1932. La oficina comercial que Solvay tenía en Barcelona debió de alertarse ante esta circunstancia, dado que el ámbito económico catalán era el más sensible a este tipo de mejoras. Sea por el propio cloro, sea por temor a la pérdida de demanda en el caso de la sosa, desde este momento se despertó el interés de Solvay por su situación en el mercado español, comenzando a

continua. Además, la célula incorporaba el diafragma de asbesto, material que mejoró notablemente la difusión de las sustancias a su través. Posteriores modificaciones de la célula original estuvieron encaminadas a "adelgazar" el grosor del diafragma, minimizando de esta manera la resistencia que este presentaba al paso de la corriente y mejorando por tanto su rendimiento energético. Descripciones completas de esta célula en: MUSPRATT (19??). Gran Enciclopedia de Química Industrial. Volumen V. Barcelona. Francisco Seix - Editor, pp 845-8.

³⁹.-En una noticia sobre la Junta General de Accionistas de la Siemens-Schuckert Española podemos leer: "Hemos puesto en marcha la importante instalación Siemens-Billiter que la Papelera Española posee en Arrigorriaga para la obtención de cloro y sosa cáustica, habiendo obtenido resultados satisfactorios". [ANÓNIMO](1930). "Siemens-Schuckert - Industria Eléctrica. Junta General de Accionistas". Revista Minero Metalúrgica y de la Ingeniería, año LXXXI, nº 3224, pp 314-5.

⁴⁰.-[ANÓNIMO](1966). op. cit., pp 56

⁴¹.-HOOKER, M.(1929). Patente de invención estadounidense nº 1733879 para la purificación de sosa cáustica. Esta técnica de purificación disminuía los contenidos de sal en la sosa a cifras inferiores al 0,5 %. La IG Faberindustrie, corporación alemana surgida en la segunda mitad de los años 20, reunía en su seno a las más importantes industrias químicas alemanas del momento (BASF, Bayer, Hoechst, AGFA, etc.), y entre las cuales se encontraban la Griesheim-Elektron (a la que pertenecía Flix) y la Siemens-Schuckert. No es de descartar la utilización de estos métodos de purificación en la planta de Flix, dado que fue la IG la que se hizo con los derechos de la patente de Hooker en Europa.

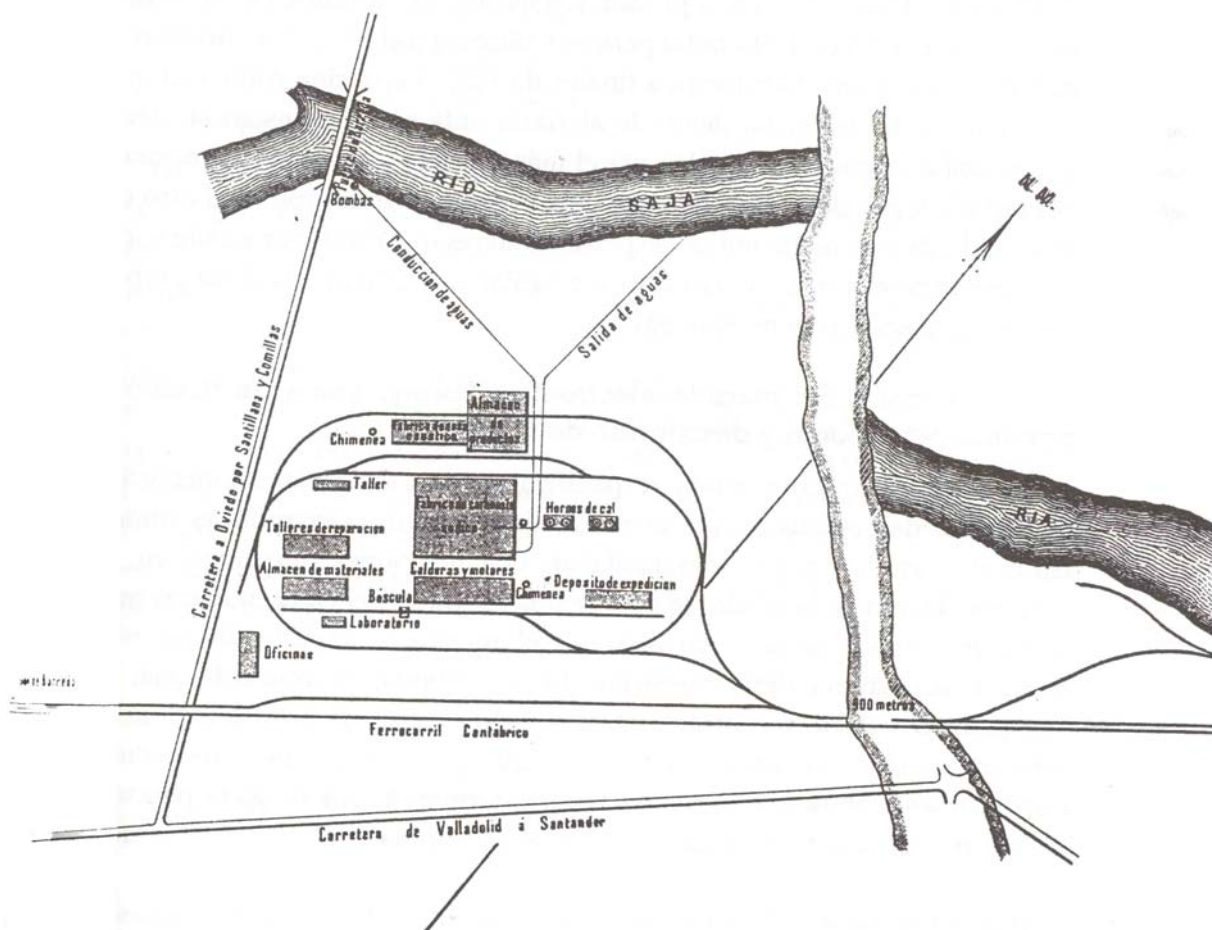


Fig. 5.- Fábrica de sosa de Solvay y Compañía en Barreda (Torrelavega). Plano de situación. (Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería, 1905)

estudiar la implantación de su propio proceso electrolítico en nuestro país.

4.-Introducción del método electrolítico Solvay. Toma de decisión, primeras actuaciones y descripción de la planta

La célula electrolítica Solvay responde al modelo de células de mercurio. Su peculiaridad residía en que se trataba de dos células electrolíticas unidas entre sí y en las que se desarrollaban dos reacciones diferentes: en la primera, denominada célula, se producía la descarga del cloro mientras que el sodio formado se amalgamaba con el mercurio, impidiendo de esta manera su posterior descomposición. En la segunda, denominada pila, la amalgama circulaba en contracorriente con agua destilada produciéndose la descomposición del sodio en sosa e hidrógeno⁴². El mercurio fluía continuamente entre uno y otro recipiente, formando una delgada película de no más de 2 mm de espesor. El flujo se mantenía al inclinar los dos recipientes en sentidos contrarios, y al situar al final de la pila un dispositivo elevador que devolvía el mercurio de nuevo a la célula⁴³.

Con fecha del 24 de noviembre de 1933, M. Henrion, a la sazón director de la fábrica Solvay en Torrelavega⁴⁴, recibe la notificación personal de la Dirección General Técnica por la cual:

"Le Conseil de Gérence vient, au cours de sa séance du 23 du Novembre, de décider la construction d'une usine électrolytique à Torrelavega"⁴⁵.

La instalación de la nueva planta supuso para Solvay un largo proceso de

⁴².-Entre las ventajas que esta disposición presentaba, se encontraban la facilidad para el trabajo en continuo, dado que una pequeña inclinación en el sistema célula-pila permitía la circulación del mercurio, la separación de dos productos potencialmente peligrosos si se encuentran mezclados (el cloro y el hidrógeno forman mezclas explosivas en presencia de luz o a temperaturas moderadamente altas) y la producción de disoluciones de sosa muy concentradas, lo que disminuía los costes de concentración posteriores.

⁴³.-El papel del elevador era fundamental en la regulación del proceso. En función de la velocidad de elevación del mercurio se podía regular la velocidad de descomposición de la amalgama, y de manera indirecta, la temperatura del proceso electrolítico (que nunca debía superar los 65 °C por razones técnicas y químicas).

⁴⁴.-Ingeniero francés de 51 años, pertenecía a la multinacional belga desde mayo de 1904. Desde su fundación, la planta de Torrelavega era a su vez la Dirección General de Solvay en España. A partir de noviembre de 1939, ésta situación cambió al decidir Bruselas que estuviese en Barcelona la nueva sede (como sigue estando en la actualidad).

⁴⁵.-[CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas, al Director de la planta de Torrelavega del 24 de noviembre.

elaboración. Debía de elegirse el emplazamiento final del mismo, ya que Torrelavega no era la única hipótesis que podía barajarse. En aquel momento Solvay contaba con las instalaciones mineras de Suría, dedicadas a la extracción de potasa y cloruro de potasio. Dado que el primero podía obtenerse electrolíticamente a partir del segundo, y que la potasa era un producto comercial muy apreciado, no es descabellado pensar que Bruselas manejase la posibilidad de instalar aquí su planta, por su mayor proximidad al mercado textil catalán. Por otra parte, como el mercado español de los productos electrolíticos no era muy grande, era necesario establecer negociaciones con Flix en aras de repartirse el mercado de la sosa y del cloruro de cal. Hemos encontrado pruebas de estas negociaciones, tanto en forma de limitación a las producciones iniciales⁴⁶ como en la titulación de los productos obtenidos⁴⁷.

La primera indicación escrita sobre las intenciones de Bruselas de instalar una planta electrolítica, se encuentra fechada ocho meses antes de la toma de decisión⁴⁸. En ella se encarga a la Administración de Torrelavega la realización de un análisis exhaustivo de la caliza que explota en la cantera de Cuchía. De esta manera comienza la búsqueda sistemática de materias primas para las nuevas producciones, búsqueda que les llevará a analizar diversas calizas de las canteras de los alrededores, localizando la más adecuada en las proximidades de Puente Viesgo. En los informes hechos para esta búsqueda por el Laboratorio Central de Bruselas, y comparando el cloruro de cal obtenido a partir de estas calizas con el que Flix ponía en el mercado, la opinión sobre la calidad de éste último fue rotunda: "Los cloruros de cal de Flix son unos productos bastante mediocres, sobre todo desde el punto de vista del título de los mismos"⁴⁹.

⁴⁶.-Torrelavega comenzó a producir el 25 % de la sosa producida por Flix, aunque el proyecto original contemplase tres estadios de producción diferentes, y distintos productos a obtener. En un primer momento sólo se contemplaba la fabricación de sosa electrolítica, de cloruro de cal y de hipoclorito de sodio, dejando abierta la posibilidad de obtener cloro líquido. De igual manera, Flix debió respetar el acuerdo ajustando sus producciones.

⁴⁷.-El título de la sosa cáustica no es más que la pureza en hidróxido de sodio en tanto por ciento. Para el caso del cloruro de cal, el título representaba el porcentaje en cloro activo que presenta el producto final. Entre la documentación estudiada hemos encontrado constancia de este acuerdo, ya que ante el intento de Torrelavega de fabricar cloruro de cal de baja titulación, Bruselas señala que el acuerdo con la competencia limitaba estos productos para Flix. [CARTA](1935). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a Torrelavega del 29 de octubre.

⁴⁸.-[CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a la Administración de Torrelavega del 24 de marzo.

⁴⁹.-[CARTA](1935). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a Torrelavega sobre los ensayos hechos a las calizas de Cuchía y cloruro de cal de Flix, del 29 de octubre. La opinión sobre el producto competidor era bastante más rotunda: "Los cloruros de cal Flix son unos productos de calidad inferior a la media de los cloruros de cal comerciales". Esta "mediocridad" acabó por dar problemas a la propia Solvay, toda vez que sus productos sufrieron la crítica de los clientes, al

Otro problema que había que solucionar de cara a la futura planta, era el del suministro de corriente eléctrica. La rentabilidad del proceso electrolítico estaba unido a la posibilidad de procurar una corriente barata; la situación del mercado español a comienzos de los años treinta no pasaba por un momento boyante, ya que la depresión profunda de 1930 se había visto agudizada a lo largo de 1932⁵⁰. El 12 de octubre de 1933⁵¹ el director M. Henrion recibe la orden de negociar con Electra de Viesgo el futuro suministro de la planta electrolítica, llegando esta compañía a ofertar el kilovatio-hora a cinco céntimos. El estudio de la situación del mercado eléctrico español, junto al estudio económico del precio de venta del futuro producto, inclinó la balanza hacia el lado del autoabastecimiento mediante la utilización de dos grupos de turboalternadores⁵². A pesar de haber decidido la forma de obtención de corriente, ésta no se dejó cerrada ya que en la propuesta de construcción de los turboalternadores a la casa Brown Boveri, podemos leer que "en el futuro abandonemos nuestra política de producción autónoma de corriente, y que sustituyamos las turboalternadores por motores síncronos de 6300 V"⁵³.

Una vez decidida la instalación, se señaló el principio del verano de 1935 como fecha de comienzo de la actividad industrial. Las primeras actuaciones emprendidas por el director de la fábrica estaban encaminadas a acumular toda aquella información útil de cara a las pertinentes autorizaciones administrativas, a realizar los sondeos que investigasen el subsuelo sobre el que se aposentaría la futura planta, al aprovisionamiento urgente de 20 toneladas de mercurio y al nombramiento de los distintos encargados de las nuevas construcciones y fabricaciones⁵⁴.

tener un título y una pureza demasiado elevada, lo que distorsionaba la fabricación de lejías comerciales a partir de su cloruro de cal. Sobre la fabricación de lejías a partir de soda y cloruro de cal en la época: ABRAHAM, B.(1927). "La fabricación de hipocloritos por doble descomposición". *Ibérica*, 28, pp 332-4.

⁵⁰.-[ANÓNIMO](1933). "Desarrollo de la industria eléctrica nacional durante el año 1932". *Ibérica*, 39, pp 67.

⁵¹.-En la misma carta se hace referencia a un boletín anterior, del 22 de agosto, en el que se insinúa haber comunicado el proyecto de construcción a Torrelavega. Esto nos hace pensar que con cuatro o cinco meses de antelación a la decisión de instalación, Bruselas estudiaba en profundidad esta posibilidad. [CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a Torrelavega, del 22 de agosto

⁵².-[CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a M. Henrion del 26 de diciembre.

⁵³.-[CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a la casa Brown Boveri, constructora de las turboalternadores de la planta electrolítica de Torrelavega.

⁵⁴.-Entre estos últimos, se encargaba a M. Bèlorgey la producción de corriente eléctrica destinada a

El proyecto implicaba tres estadios de producción diferente: el primero contemplaba la producción de 5 Tn/día de sosa electrolítica, 10 Tn/día de cloruro de cal y 2 Tn/día de hipoclorito de sodio (producto que se obtenía aprovechando los gases clorados residuales). El segundo estadio llevaba las producciones al doble del inicial y el tercer estadio doblaría de nuevo estas cantidades. Para este fin se construiría en un primer momento "media sala" de células, para que una futura ampliación consistente en la otra media llevase la producción de sosa a las 40 Tn/día. Dado que Solvay ya fabricaba sosa por el método de caustificación, y que estas instalaciones disponían de un adecuado equipo de concentración, se dispuso que la sosa electrolítica producida se "mezclase" con la de caustificación con el fin de evitar la duplicidad de las instalaciones. De esta manera convivieron en Torrelavega los dos métodos de fabricación.

Tras solicitar los correspondientes permisos administrativos (sólo fue necesario el permiso correspondiente del Comité Provincial de Higiene), y tras la adjudicación del proyecto a la empresa Monnoyer (filial belga asentada en Madrid) a finales de abril de 1934, comenzaron las obras de construcción de la planta. Resulta llamativo que Solvay recibiese una oferta económica mejor por parte de un constructor santanderino, y aún así eligiese a la filial belga.

Ésta última constaba a su vez de varias edificaciones. La primera estaba constituida por la Sala de Células y todas sus instalaciones auxiliares. Sobre un edificio de 48 x 36 m se instaló esta "media sala" antes citada: consistía en un conjunto de 18 conjuntos célula-pila, repartidas en dos filas de nueve. Cada fila se caracterizaba porque la salmuera atravesaba sucesivamente cada célula, permitiendo regímenes de trabajo estable y empobreciendo cada vez más la salmuera en su contenido de cloruro de sodio. Este llegaba a la instalación tras haber pasado por el servicio de depuración de la fábrica (se utilizaba el mismo cloruro para la fabricación de soda y sosa electrolítica). La disposición de la sala imitaba al que tenía Solvay en su planta de Tavaux⁵⁵ (con el suelo de la sala inclinado un 3 %). De las 18 células, la 17 se utilizaba

la UE (usine électrolytique), a M. Joachim las prospecciones de caliza para alimentar la planta, a M. Dassesse la construcción de la planta en sí y a M. Rousseau el funcionamiento y la fabricación de productos una vez que ésta estuviese en marcha. [CARTA](1933). De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a M. Henrion, del 21 de diciembre.

⁵⁵.-Hasta 1933 Solvay sólo disponía de tres plantas electrolíticas en Europa: la de Jemeppe en Bélgica, la de Osternienburg en Alemania y la Tavaux en Francia. Además había participado en la instalación de sus células en una planta electrolítica en Hallein, Austria, en Italia y en Rusia. La planta alemana data de 1896 mientras que la belga es de 1898. BROCHET, A.(1909). *op. cit.*, pp 246-55. GUILLET, L.(1899). "Différents procédés électrolytiques". *Le Génie Civil*, 36, pp 55.

como célula de preparación de ánodos y la 18 como célula de experimentación⁵⁶. Las instalaciones auxiliares de esta planta eran fundamentalmente la propia central eléctrica, un taller para impregnación y preparación de electrodos y un taller para la recuperación de mercurio.

La segunda instalación en importancia era aquella que se destinaba a la fabricación de los productos clorados. En un edificio anexo a la Sala de Células se encontraba el edificio de cloración (lugar donde se obtenía el cloruro de cal) y todas las instalaciones auxiliares para este propósito. En este edificio debían confluir el cloro desprendido de las células y la cal apagada obtenida a partir de la caliza. La caliza a emplear en estas fabricaciones no podía ser la misma que se utilizaba para la obtención de soda, dado que se exigía un grado de pureza en carbonato de calcio superior y un menor contenido en otras sustancias. Ésta provenía de canteras localizadas en el área de Puente Viesgo, y necesitaba de un horno de cal diferente al utilizado para la soda. Junto al horno existía una instalación de "apagado" de la cal (reacción con el agua para convertir el óxido de calcio en hidróxido de calcio) y otra de maduración posterior de ésta cal apagada. Una vez madurada y seca se introducía en el edificio de cloración a través de cintas transportadoras.

En el edificio de cloración se daba la reacción entre la cal apagada y el cloro, para después producir cloruro de cal. Ésta reacción tenía lugar en el interior del TAT (Tambour Absorbeur Tournant), gran tubo giratorio inclinado de 36 m de longitud, que a lo largo de su parte central tenía un tornillo transportador de la cal, y que por su parte inferior recibía la mezcla de cloro-aire proveniente de la sala de células. Una vez producida la reacción, el cloro restante abandonaba el TAT por su parte superior, dirigiéndose a la instalación de fijación de gases residuales, anexa al edificio de cloración. En esta instalación, constituida por un scrubber de gres en el que circulaban en contracorriente el cloro y una disolución de sosa, se producía el hipoclorito de sodio. A la salida del scrubber existían dos torres Backmann por las que se hacía circular el posible resto de cloro que quedase, con una lechada de cal, obteniendo hipoclorito de calcio⁵⁷. Completaba el edificio una instalación frigorífica, cuyo cometido era enfriar los

⁵⁶.-[CARTA](1934). Sobre la construcción de las células y su disposición en la Sala de Células, de la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a Torrelavega del 4 de junio. Los ánodos eran de grafito Acheson, y necesitaban un tratamiento previo, principalmente con monocloronaftaleno, el cual se transformaba en policloronaftaleno tras su paso por la célula electrolítica de preparación. Una vez impregnado con esta sustancia, el ánodo aumentaba su duración y disminuía la diferencia de potencial aplicado a la célula, con la consiguiente disminución en su gasto energético.

⁵⁷.-Este producto podía tener dos finalidades. Una, si el mercado no lo demandaba, como simple depurador del cloro producido, vertiéndose en este caso directamente al río. Y dos, si existía demanda del mismo (como así sucedió durante nuestra Guerra Civil), como desinfectante.

gases que salían de la sala, aunque posteriormente serían utilizadas en la producción de cloro líquido.

Por último cabe destacar las determinaciones analíticas que se realizaban para asegurar, tanto el correcto funcionamiento de la planta, como la calidad de los productos que se ponían a la venta⁵⁸.

Respecto a los análisis rutinarios que el laboratorio de fábrica debía realizar, se encontraban los de control de producción y control de productos. De los primeros era imprescindible analizar: la salmuera de entrada a la sala de células, la salmuera clorada saliente, la lejía cáustica de las pilas, la determinación del dióxido y monóxido de carbono en gas clorado, la cal viva producida por los hornos de cal y la cal apagada a la entrada y salida de los silos de maduración. De entre todos estos análisis, los operarios de la planta realizaban algunas sencillas determinaciones, como eran la medida de la densidad de la muestra o el contenido en hidróxidos por valoración ácido-base⁵⁹. Para los mozos de laboratorio y contra maestres quedaban otras determinaciones más técnicas, como el contenido de sal en las salmueras (bien por el método de Volhard bien por el de Fubize), el contenido en cloro activo de algunos de los productos por el método de Pontius o la determinación de óxido de calcio y carbonato de calcio en la cal viva. Por último, aquellas determinaciones especialmente delicadas (determinación del mercurio en la salmuera), o las nuevas determinaciones que estableciese la jefatura de fabricación o cualquier otro ingeniero, eran realizadas en exclusiva por el químico de la fábrica.

⁵⁸.-Esta limitación en el tipo de trabajo a desarrollar en el Laboratorio de la fábrica, nos habla bien a las claras del papel que este tenía en la organización de la misma. Rara vez se utilizaba éste en actividades de investigación, tanto para la mejora de los propios métodos de fabricación como de mejora de los propios métodos analíticos. Estos últimos venían ya normalizados desde el Laboratorio Central de Bruselas y cuando un determinado análisis debía ser confirmado, se exigía que la muestra fuese remitida a dicho Laboratorio Central. Sobre el papel de los laboratorios y químicos en planta, DONNELLY, J.(1994). "Consultants, Managers, Testing Slaves: Changing roles for chemist in the British Alkali Industry, 1850-1920". Technology and Culture, 35, pp 100-28.

⁵⁹.-Las determinaciones alcalimétricas más importantes se realizaban con ácido sulfúrico uno normal, el cual era preparado según las indicaciones de Méker como sigue: "L'acide sulfurique doit contenir exactement 49 grammes d'acide sulfurique pur H²SO⁴ par litre, à 15 °". Para valorar la sosa, o cualquier solución cáustica, "deben tomarse 20 cm³ de solución normal de ácido sulfúrico, añadirle algunas gotas de tornasol y verter por medio de una bureta graduada en décimas de centímetros cúbicos, el licor de sosa hasta coloración azul". MÉKER, P.(1911). Soude, potase-sels. Denaturation des sels. Paris & Liège. Librairie Polytechnique Ch. Béranger Editeur, pp 3. Este método normalizado también lo utilizó Solvay, haciendo referencia a la concentración de los distintos líquidos analizados en términos DN/20 cc, donde DN son las divisiones de la bureta utilizados. De esta manera, cualquier obrero no cualificado con un poco de entrenamiento, podía realizar las valoraciones de control en su puesto de trabajo. En todo caso, las valoraciones se ajustaban a la teoría dominante en ese momento, que era la de Ostwald. SZABADVARY, F.(1966). History of Analytical Chemistry. Oxford. Pergamon Press. pp 365-71.

5.-La formación del personal

Un capítulo interesante es el que cubre la formación que la multinacional da a su personal, tanto técnico como especializado. Una de las cosas que más llama la atención con respecto al personal técnico, es la práctica ausencia de personal español. El primer ingeniero español del que hemos encontrado constancia escrita no ingresó en plantilla hasta 1923, debiendo esperar hasta 1936 para encontrar el segundo. En este estado de cosas, la dirección y realización de las diversas obras recayó en personal francés y belga, el cual efectuó su aprendizaje en desplazamientos realizados a otras plantas que Solvay tenía diseminadas por Europa. M. Rousseau fue el artífice técnico de la puesta en marcha y funcionamiento de la planta electrolítica. Este técnico francés de 32 años, venía trabajando para Solvay desde 1928, momento en el que ya se dedicó al estudio del proceso electrolítico en su totalidad, simultaneando diversas estancias entre Jemeppe y Tavaux. Su última estancia en Jemeppe se realizó en agosto de 1934, de cara a asumir la dirección de la planta electrolítica de Torrelavega. Otros técnicos que salieron al extranjero a mejorar sus conocimientos fueron Paul Klein Thouvenot, técnico francés que realizó un exhaustivo examen de las instalaciones eléctricas y del modo de construcción de las células en Tavaux, y Eduard Leroy Piot, químico belga incorporado en 1908 que debió acudir a conocer los nuevos métodos analíticos a desarrollar, además del estudio de diversas formas de trabajo dentro del laboratorio⁶⁰

Pero Solvay no se preocupaba exclusivamente del entrenamiento de su personal técnico; también hacía especial hincapié en la formación de su personal menos cualificado. La situación académica del obrero cántabro de la época no era muy alentadora. La enseñanza industrial reglada, a semejanza de la francesa, distinguía tres grados de especialización: el elemental que permitía la adquisición del certificado de aptitud para el desempeño de las profesiones industriales, la ampliación al elemental que permitía la adquisición del grado de maestro industrial y el superior por la que se accedía al título de ingeniero mecánico o químico. En Cantabria existía hasta ese momento tres Escuelas Industriales: la Escuela Provincial de Artes y Oficios de Santander (fundada en 1877), la Escuela de Artes y Oficios de Torrelavega (1892) y la Escuela Superior de Industria de Santander (1902)⁶¹. La Escuela de Artes y Oficios de

⁶⁰.-[CARTA](1936). resumen de los desplazamientos efectuados por el personal técnico desde 1907. De Torrelavega a la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas, del 11 de marzo.

⁶¹.-ALONSO DEL VAL, I., GONZÁLEZ FUENTES, J.A.(1995). "El origen de la enseñanza industrial en Cantabria (I). Escuela de Artes y Oficios de Santander (1877-1902)". *Historias de Cantabria*, 10, pp 91-119.

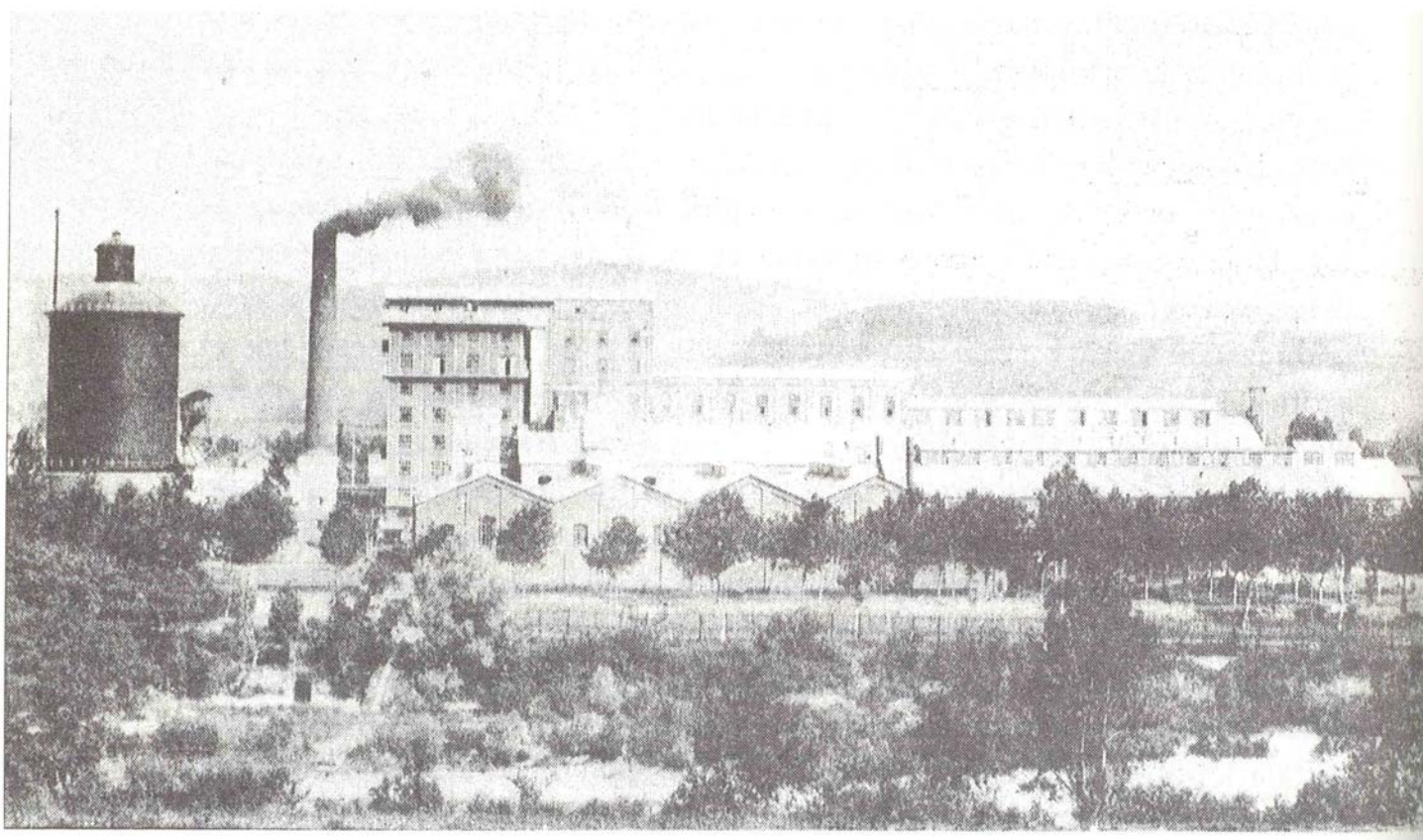


Fig. 6.- Vista de la fàbrica Solvay en Torrelavega.

Torrelavega, fundada por Hermilio Alcalde del Río, sólo impartía enseñanzas dirigidas a alcanzar el grado elemental, con lo que el tipo de enseñanza fue de carácter artesanal, careciendo de una formación industrial específica que se ajustase a las necesidades de Solvay⁶².

Ante este panorama Solvay optó por enviar a cinco de sus obreros más dotados a sus plantas del extranjero. No hemos encontrado ninguna referencia a los criterios de selección utilizados, aunque es lógico pensar que se considerarían los años de experiencia, las ganas de aprender o la especial habilidad mostrada con respecto al trabajo. Entre los objetivos que se marcó Bruselas respecto al plan de formación de estos cinco obreros, estaban : a) la de convertirlos en jefes de puesto (equivalente a lo que en Torrelavega denominaban contra maestros); b) en Tavaux (Francia) debían aprender el manejo de todos los aparatos de la sala de células, las labores de preparación de la cal y el funcionamiento de las instalaciones de absorción de gases residuales y c) en Jemeppe (Bélgica) debían aprender los rudimentos de manejo de la central eléctrica y el funcionamiento de las instalaciones de cloración⁶³. La valoración efectuada por la dirección de Jemeppe de sus aprendizajes, habla bien a la clara de lo adecuado de su elección: "Los [futuros] contra maestros españoles actualmente de estancia en Jemeppe nos parecen activos, inteligentes y deseosos de instruirse."⁶⁴

De la información anterior podemos intuir el tipo de obrero especializado que deseaba Solvay⁶⁵. Ante la falta de oferta educativa externa, la empresa cuidaba especialmente la formación de sus obreros, aunque el tipo de instrucción recibida se limitaba a cuestiones de manejo específico de la planta. Le interesa tener un grupo de obreros especializados, que reciban una instrucción práctica que les permita dirigir la acción de sus subordinados, los cuales se limitaban a realizar operaciones básicas y

⁶².-El objetivo principal enunciado en los estatutos de la Escuela de Torrelavega hablaba de "(...)proporcionar la instrucción necesaria de aquellas artes que sirvan para perfeccionarlas en los oficios e industrias a que se dediquen". La condición de ingreso, que en cualquier escuela elemental española se limitaba a haber cursado los estudios primarios, en Torrelavega se circunscribían a "(...)saber leer y escribir y conocer las cuatro reglas" (artículo 20). ORTIZ SAL, J.(1993). La Escuela de Artes y Oficios de Torrelavega. Torrelavega. Ayuntamiento de Torrelavega y Caja Cantabria.

⁶³.-[CARTA](1934). Plan de entrenamiento de Bruselas para los obreros españoles de estancia en Tavaux y Jemeppe. De la Sección D de la Dirección General Técnica de Bruselas a Torrelavega del 1 de octubre.

⁶⁴.-[CARTA](1934). Valoración de Jemeppe sobre los obreros españoles enviados al extranjero. De la dirección de la planta Solvay en Jemeppe a la de Torrelavega, del 17 de diciembre.

⁶⁵.-Solvay disponía de una escuela de aprendices, a la cual acudían fundamentalmente los hijos de los obreros que trabajaban en la factoría de Torrelavega.

repetitivas: labores de limpieza rutinaria o vigilancia de determinados parámetros de funcionamiento (caudales, temperaturas, depresiones, etc.). La selección de los obreros más adecuados para realizar estos aprendizajes, descontextualizados de cualquier conocimiento técnico o científico, se realizaba en función del grado de inteligencia mostrado desde su incorporación a la fábrica. Este punto implicaba la existencia de informes realizados por capataces, técnicos y jefes de servicio que permitiesen en situaciones singulares (como la puesta en marcha de una nueva instalación o la sustitución de algún capataz a punto de jubilar), la elección más adecuada de los candidatos. El déficit de enseñanzas regladas de nuestro país impedía el ascenso de los obreros dentro de la escala, quedando el puesto de empleado o contraamaestre como el escalafón más alto que podían alcanzar.

La puesta en marcha definitiva de la instalación hubo de retrasarse hasta principios de otoño de 1935, debido fundamentalmente a problemas aparecidos durante la fase de construcción o de suministro de diverso material, el cual provenía del mercado francés y alemán principalmente. Tras el comienzo de nuestra Guerra Civil, la planta de Torrelavega fue militarizada por los dos bandos, convirtiéndose al finalizar ésta en la única suministradora del mercado español, motivado por la práctica destrucción de las instalaciones de Flix.

6.- Conclusiones

Hemos querido mostrar a lo largo de este breve acercamiento, como la Historia de la Tecnología en general y de la Tecnología Química en particular, es capaz de enriquecer el discurso histórico, aportando nuevos enfoques que permiten explicar el porqué de determinadas decisiones. Este nuevo enfoque junto con el que pueda llegar desde diversos campos, como el de la Economía, enriquece mutuamente todas las perspectivas y permite un acercamiento más adecuado a la realidad industrial de comienzos de siglo en nuestro país.

Hemos visto también cómo la adquisición de nuevos modos de fabricación, al margen de la mayor o menor capacidad productiva y su reflejo sobre la cuotas de mercado, proporcionan la motivación suficiente para que una compañía como Solvay, que hasta ese momento permanecía insensible al mercado español del cloro, decidiese trasladar su sistema electrolítico a nuestro país y participar en un proceso de competencia tecnológica entre procesos técnicamente muy desarrollados⁶⁶. Todo esto

⁶⁶.-Este desarrollo, que comenzó veinte años antes en Europa, había llevado a los métodos electrolíticos desde sistemas de producción discontinuos, con utilización de diafragmas verticales, a sistemas continuos en los cuáles el diafragma adopta la posición horizontal, a imagen de las células

dentro de una factoría como la torrelaveguense, en donde ya se sustentaba un proceso muy eficiente de producción de sosa a través de la caustificación de la soda. La convivencia de estos dos modelos de fabricación en las operaciones de concentración (comunes a los dos), muestra como en un país carente de una industria química bien asentada en el tiempo, es posible que se den estos fenómenos de confluencia.

Por último hemos podido contemplar el proceso de implantación de una planta química en manos de una multinacional, líder del sector. Hemos visto que la toma de decisiones implica la evaluación de numerosos factores, tanto técnicos como económicos y que la construcción, instalación, puesta en marcha y preparación del personal técnico y obrero responden a un plan minuciosamente elaborado por una rígida estructura industrial, fuertemente jerarquizada y en la que cada medida debe de contar con el beneplácito de la Administración Central. Este esquema empresarial explica en parte la clave del éxito que la Compañía belga ha tenido a lo largo de sus más de 130 años de existencia.

7.- Agradecimientos

Este trabajo no hubiese sido posible sin la generosa ayuda que Solvay España ha suministrado, permitiendo la consulta de los Archivos (Pasivo y Técnico) que la compañía tiene en sus instalaciones de Torrelavega. De igual manera quiero agradecer a Luis García Ballester (Universidad de Cantabria) y Agustí Nieto-Galán (Universidad Autónoma de Barcelona) los útiles consejos recibidos, la paciente y atenta lectura del borrador de este trabajo y el apoyo desinteresado que me dispensan, junto al inestimable placer de su amistad.

También es de agradecer la ayuda prestada por los profesores D. Guillermo Lusa (Universidad Politécnica de Catalunya) y D. Manuel García Doncel (Universidad Autónoma de Barcelona), por las facilidades que me dieron en la consulta de los fondos históricos de las respectivas Universidades. Por último un recuerdo agradecido para Josep Obiol (Residencia salesiana "Marti Codolar" de Barcelona) por la cálida acogida que nos dispensó durante nuestra estancia en la ciudad Condal.

de mercurio, cuyo sistema de producción fue siempre continuo.