

LA BOMBA DE FUEGO DE NEWCOMEN Y OTROS ARTIFICIOS DE DESAGÜE: UN INTENTO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INGLESA A LA MINERÍA NOVOHISPANA, 1726-1731

Carlos Sempat ASSADOURIAN*
El Colegio de México

EN ESTE ENSAYO PRESENTARÉ INFORMACIÓN sobre un proyecto originado en la Nueva España en la década de 1720 tendiente a traer desde Inglaterra la “bomba de fuego” de Newcomen para solucionar el problema del desagüe de las minas de plata.

Tres antiguas referencias editas, muy conocidas, mencionan los resultados y los nombres de los personajes principales de este intento. La primera apareció publicada en el número 27 de la *Gazeta de México* correspondiente a febrero de 1730: en el distrito de Pachuca, en el tiro nombrado San Nicolás de Real del Monte, “desde fines de diciembre de el año pasado” empezó a funcionar un artificio de desagüe

[...] de operacion tan activa que en onze horas baxó el agua doze varas, y a pocos dias se concluyó el desagüe [...] sin averse experimentado la menor averia en el mencionado artificio, antes si, una muy fuerte subsistencia: y según la experimentada operación, se halla que apenas podrán (sea en la profundidad que fuere) diez malacates extraer la misma cantidad de agua que este;

Fecha de recepción: 18 de agosto de 2000

Fecha de aceptación: 18 de agosto de 2000

* Agradezco el apoyo de Tristan Platt y Sergio Niccolai para la redacción de este trabajo.

se espera pronto armar en el mismo tiro otro artificio de desagüe del cual “se dize tendrá duplicada operación”; en Real del Monte “también se concluyó un horno para fundir metales, sin fuelles, ni artificio que los mueva, y con muy poco gasto de leña”, cuya capacidad de fundición en un día corresponde a “la que puede hazer un horno de los ordinarios en una semana [...]” La segunda referencia, publicada en la misma *Gazeta* en el número 40, de marzo de 1731, versa sobre la prueba comparativa practicada en Pachuca entre los malacates comunes que se utilizaban en aquel entonces y otras maquinarias nuevas llamadas de “tamborete” construidas por Miguel López Dieguez. Dos malacates, que elevaban por hora cada uno, 50 botas de 19 arrobas, habían extraído en el curso de un día 22 800 arrobas de agua, mientras los tamborettes, uno a razón de 70 botas de 25 arrobas y el otro a razón de 68 botas de 46 arrobas por hora, sacaron en un día 117 072 arrobas de agua.¹ Así, los tamborettes de López Dieguez demostraban tener una capacidad de desagüe varias veces superior a los malacates novohispanos. La tercera referencia se encuentra en la obra de Francisco Javier de Gamboa cuya primera edición data de 1761; se trata de la alusión a que “ponderaban mucho en México unas máquinas de tubos y canales” que hizo traer desde Inglaterra don Isidro Rodríguez de la Madrid, “pero no se sabe su paradero, sino solo aver costado cien mil pesos”; Gamboa subraya la excesiva magnitud de tal cifra comentando que Rodríguez “murió concursados sus bienes” y que “si a este costo se hubieran de desaguar las minas era menester abandonarlas [...]”²

Don Isidro Rodríguez de la Madrid, banquero y minero, uno de los hombres más ricos de aquella época, fue quien financió el plan de transferir la bomba de Newcomen a México, y Miguel López Dieguez el hombre encargado de viajar a Europa para lograr ese objetivo. Las referencias recién citadas resumen los resultados del proyecto: López Dieguez trajo desde Inglaterra las piezas de

¹ *Gacetas de México*, 1986, I, pp. 213-214 y II, pp. 316-317.

² GAMBOA, 1874, p. 231.

una máquina “de tubos y canales” que quizás quedaron y se herrumbraron y perdieron en el puerto de Veracruz, y además, con base en sus observaciones de la tecnología inglesa, construyó en el mineral de Pachuca tres máquinas de desagüe y un horno de fundición. Por otra parte, se confirma lo que ya sugieren —por omisión— las referencias de la *Gazeta* y de Gamboa: el proyecto de transferir la bomba de Newcomen a México fue desechado por López Dieguez, pues al observar directamente su funcionamiento y complejidad en Inglaterra, la consideró totalmente inadecuada para el caso específico de esta minería.

UN GRAN PROYECTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA CON AFÁN DE LUCRO

En el expediente que constituye nuestra principal base de referencia,³ algunos poderosos “cargadores de Indias” —o “flotistas”— localizados en Cádiz, jerarquizan a Isidro Rodríguez de la Madrid, vecino de la ciudad de México y caballero de la orden de Santiago, como “uno de los primeros hombres de las provincias de Nueva España” y que desde 1716 “no hay en aquellas provincias más banco de plata que el suyo y el del marqués de Altamira para el abasto de los comercios [...]” Este último dato se halla plenamente confirmado por otra fuente citada por Brading.⁴ Para este autor, los llamados “banqueros de plata” eran simples comerciantes que hasta 1730 controlaron el proceso de acuñación de la plata, y alquilaron con frecuencia el local y la maquinaria de la Casa de Moneda. Eran también los principales aviadores de la minería; lo que diferenciaba a los “bancos de plata” de los aviadores comunes y corrientes era su disposición de mayores recursos de capital y de que sus tasas de comisión eran más bajas. Y si bien podían aceptar préstamos de instituciones e

³ AGI, *Audiencia de México*, 1929. Salvo indicación en contrario, todos los datos que citamos pertenecen a este legajo. Un breve resumen de esta fuente en GARCÍA TAPIA, 1992, pp. 254-258.

⁴ BRADING, 1975, p. 236.

individuos particulares, y pagaban el interés normal de 5%, no obstante ello “en ningún sentido eran bancos de depósito o de emisión; en lo relativo al tipo de transacciones que hacían, no eran más que versiones ampliadas del comerciante en plata tradicional”.⁵ No me conformo totalmente con esta versión. En el siglo XVII y las primeras décadas del XVIII, si algo específico distinguía los “bancos de plata” de los simples mercaderes de plata o de los mercaderes de plata-aviadores era recibir depósitos en moneda para su inversión, especialmente en el gran comercio transatlántico (España y Filipinas) o en el avío de minas.

En nuestro expediente hay alusiones indicativas de que por lo menos éste sería el caso del banco de Isidro Rodríguez. También hay datos que sugieren la carrera de éste: primero, un mero mercader de plata, luego, la ampliación de sus negocios e instalación de un banco⁶ y por último, en 1718, se involucró en el avío de minas. Rodríguez concentró sus operaciones de avío en Real del Monte, sobre todo en la veta Vizcaína, donde incluso adquirió las minas La Joya y El señor San Joseph. De acuerdo con sus declaraciones, sólo después de tres años de un constante financiamiento logró que se desaguaran las minas de la Vizcaína. Desde 1721 hasta mediados de junio de 1727, tal éxito sostuvo una producción de 388 786 marcos de plata, que significaron para la Real Hacienda un ingreso de 413 083 pesos por derechos de quinto y otro de 351 000 por consumo de azogue. Rodríguez enfatizó estos resultados e hizo notar que tales cifras eran superiores a las de los 20 años precedentes “aún cuando eran tres las vetas y once vecinos de México los aviadores del más opulento caudal del reino [...]”, y que la planta de operarios en el área de Real del Monte, de apenas 1 000 hombres cuando él empezó a financiar las labores, se había incrementado a más de 24 000 trabajadores después de su intervención.⁷

⁵ BRADING, 1975, p. 236.

⁶ También se convirtió “en el asentista general de la Real Fábrica de Naipes de aquel reino [...]”; véase AGI, *Escribanía de Cámara*, 198C, r. 5.

⁷ Ambas cifras pueden estar distorsionadas. En 1697 Gemelli Careri

Pero la restauración de la veta Vizcaína amenazaba ser de muy corta duración. En 1726, en su mina de El señor San Joseph, aunque sustentara trece bocas con malacates, Rodríguez apenas conseguía mantener las aguas sin aumento, “escondiendo éstas la riqueza de los planes sin embargo del crecidísimo costo de cueros, sogas, gentes en dichos tiros y el de manutención de setecientos a ochocientos caballos, paja y cebada, para el incesante trabajo de día y noche”. Y aun con semejante esfuerzo, en junio de 1727 el volumen de las aguas le obligó a abandonar todos los trabajos en la Vizcaína.⁸

Por la escala de sus operaciones Isidro Rodríguez era uno de los miembros más destacados de un grupo que por medio de una asociación de actividades (el avío a los mineros, el cambio de las barras de plata por moneda y los intercambios comerciales a larga distancia y locales) controla los flujos monetarios internos e importantes tramos de los internacionales. En consecuencia, la magnitud de las transacciones y beneficios de este grupo depende sobre todo, de los movimientos de la producción minera. Entonces, resulta interesante señalar la forma cómo Rodríguez proyectó a escala general el nuevo colapso sucedido en la veta Vizcaína.⁹ Las inundaciones constituían la principal

calculó para el distrito de Real del Monte una planta de 12 000 trabajadores y según su relato las minas de la veta Vizcaína acababan de entrar a otra nueva crisis por el problema de las inundaciones.

⁸ Esta crisis guarda semejanza con la precedente, ocurrida a finales del siglo xvii: “Cuando llegaron a trabajar a 100 estados de profundidad encontraron el agua, para sacar la cual usaron 16 malacates, y para sostener el terreno a fin de que no se precipitase, se gastaron dos millones. Pero el tiempo que todo lo consume ha hecho tan peligrosa esta riquísima mina, que puede decirse que es imposible sacar de ella más plata, por lo cual han sido cerradas todas sus bocas”, GEMELLI CARERI, 1983, p. 90. En 1725 Rodríguez había sufrido otra pérdida considerable calculada en 400 000 pesos, al quemarse todas las obras de las minas.

⁹ Que no en el entero distrito de Pachuca. En su valioso informe de 1748, José Alejandro Bustamante y Bustillo proporcionó como una característica del sector, las continuas variaciones que sucedían en la producción de las distintas minas de un mismo distrito: “porque si en un año se trabajan unas, u otras que se proporcionan, en el siguiente ya se

causa de la depresión del sector minero y el único obstáculo que impedía el crecimiento de la producción. El peligro de las aguas subterráneas abarcaba una amplia geografía: además del caso de la veta Vizcaína en Pachuca, gravitaba con extraordinaria fuerza en Zacatecas y había arruinado los reales de Tlalpujahua, San Luis Potosí, San Pedro de Guadalcázar, Sonora y El Corpus [...] Por otra parte, las inundaciones además de constituir un riesgo siempre latente y que cuando ocurrían representaban las más severas y súbitas pérdidas de capital que podían sufrir los mineros y los comerciantes que los financiaban, tenían otro enorme significado sobre el movimiento largo de la producción. Los comerciantes aviadores, en este caso específico los “flotistas” quienes eran los de mayor caudal, rehuían otorgar préstamos en mercaderías a los mineros, pues aunque éstos estuvieran trabajando normalmente,

como impensadamente sobreviene las más veces la inundación y no hay arbitrio que repare este daño, no se arriesgan a poner los efectos en contingencia de no lograr su pago pues quedando los caudales de los deudores sumergidos se hallan éstos respectivamente imposibilitados de la paga de sus créditos [...]

En consecuencia para Isidro Rodríguez, éste fue un juicio dominante durante todo el siglo XVIII, el verdadero factor crítico que deprimía y frenaba a la minería novohispana, radicaba en un aspecto muy circunscrito de la tecnología del sector: la maquinaria de desagüe. A cierta profundidad, justamente cuando era mayor la inversión

desampararon y se pasan a trabajar otras por diferentes o por unos propios sujetos”. A manera de explicación ponía justamente el ejemplo de Pachuca: en 1726-1727 se trabajaron allí las vetas del Xacal y la Vizcaína y se quintó sólo plata de azogue, 292 774 marcos, “y dejándose estas abandonadas por sus muchas aguas”, posteriormente se trabajó en otras minas en donde se quintaron 204 562 pesos de plata de azogue en 1728-1729. “Y sucediendo lo mismo los años de 1730-1731, en ellos se quintaron sólo de azogue 134 029 marcos [...]” Respecto a estas cifras, Bustamante advirtió que se deben duplicar, pues en Pachuca casi la mitad de la producción corresponde a plata de fundición; véase LASSÁGA y VELÁZQUEZ DE LEÓN, 1774; sobre este informe de Bustamante véase VELÁZQUEZ, 1976.

en capital fijo, los malacates gravaban la tasa de beneficios del sector por su alto costo de funcionamiento, o circunstancia más grave aún, perdían toda eficacia cuando el volumen de las aguas subterráneas sobrepasaba su capacidad de extracción.

Lo que destaca a Isidro Rodríguez de los otros poderosos comerciantes aviadores, o de los notables empresarios mineros que compartían la misma idea, fue su disposición efectiva a obtener en el extranjero la más avanzada tecnología para el desagüe de las minas: la bomba de Newcomen. Veamos como se forjó esta decisión. En mayo de 1726, es decir trece meses antes de que la abundancia de las aguas venciera a los trece malacates instalados en la mina El señor San Joseph, otro vecino de México, Francisco Antonio Pimentel y Sotomayor,¹⁰ pariente de Rodríguez, conoció por medio de una publicación la existencia de un “artificio de fuego” colocado en el Támesis para proveer de agua a Londres,¹¹ cuya excepcional capacidad para elevar las aguas había sido igualmente comprobada en la localidad de Passy, cerca de París. Convencido de que surtiría iguales efectos en las minas novohispanas, Pimentel transmitió el gran significado de tal novedad a Isidro

¹⁰ En carta al ministro Patiño, fechada en Real del Monte a 19 de noviembre de 1729, Miguel López dice lo siguiente acerca de Francisco Antonio Pimentel: “segundo de la casa de Villar de Ferreiros en Galicia, que habiendo servido todo el tiempo de la guerra pasada el empleo de capitán de infantería, se aplicó con este motivo a las matemáticas, de modo que es el más experto en ellas que conozco en este reino” de Nueva España.

¹¹ En el expediente no se precisa el nombre de la publicación. Esta bomba de Newcomen empezó a funcionar en 1725, pero fue en febrero de 1724 cuando la York Buildings Company anunció su proyecto de instalar la nueva tecnología; véanse SMITH, 1977-1978 y STEWART, 1992, pp. 290-294 y en especial p. 370, con el dibujo de la máquina colocada en el Támesis.

En México, para esos años, sólo se conoce otra referencia (bastante difusa por cierto) hacia la “bomba de fuego”; Juan Antonio de Mendoza y González, en su pequeño tratado *Máquina para desaguar las minas...*, impreso en 1727, comenta que para la minería existe una máquina la cual “mediante la virtud colectiva y rarefactiva del fuego saca el agua de los pozos y profundidades” y “que en viéndolas el inteligente minero abandonará cuantos artificios se practican en los desagües, por lograr el prontísimo efecto de éstos” véase TRABULSE, 1992, p. 231.

Rodríguez, quien entonces decidió de inmediato encargar a Gaspar de Larrea Verdugo, “flotista” de Cádiz, la adquisición, por medio de sus corresponsales en Inglaterra, de un modelo a escala de la “bomba de fuego” con las instrucciones suficientes para emprender su construcción en la Nueva España. Pero a los pocos días, al reparar Rodríguez ¿advertencia de Pimentel? que aquí carecería de artífices para fabricar las piezas de la bomba, optó por enviar desde México a una persona a Europa para gestionar la transferencia de la “bomba de fuego”.

Por sugerencia de Pimentel, Rodríguez confió tal misión a otro peninsular llamado Miguel López Dieguez. A falta de datos precisos —los que aparecen en el expediente en parte están viciados por el pleito que surgió entre el rico banquero con su comisionista— debemos imaginar quién era este hombre. Supongo en primer lugar que resolvió radicar en la Nueva España aspirando alcanzar la fortuna material. Pero aquí le estaba vedado uno de los canales de ascenso para los inmigrantes pobres como él: lazos de parentesco con algún rico comerciante que lo habilitara en los negocios, situación que después le permitiría contraer un matrimonio ventajoso. Según Isidro Rodríguez, en 1726, cuando dio a López la comisión para Europa, éste trabajaba en la ciudad de México como un simple empleado del estanco de las nieves con un sueldo anual de apenas 300 o 400 pesos. Como éste no podía negar tal “imputación” se defendió de ella (si asistió en el estanco no fue por el interés del salario, sino por “obsequioso, amistad y buena correspondencia con don Marcos López de Noroña, asentista de la nieve, y del capitán don Juan Esteban de Iturbide [...]”); añadió —y no sé qué verdad hay en su dicho— que en cuanto a sus ingresos él se hallaba con un caudal de 10 000 o 12 000 pesos, invertidos en una casa de comercio propio, una recua de 60 mulas y 20 caballos y una labor que sembraba en arrendamiento.¹²

¹² Sólo consta que era propietario de una casa situada en el barrio de San Juan de Letrán, aun en edificación, valuada en 3 254 pesos; AGN, *Bienes Nacionales*, vol. 1019, exp. 26.

Aunque le faltaran estudios formales López poseía, junto a una atrevida disposición personal, los suficientes conocimientos en matemáticas, diseño de máquinas y comprensión de la física mecánica para considerarse ¿y ser considerado? en los términos de aquella época como un verdadero “ingeniero”. En este sentido la recomendación que hizo de su persona Francisco Antonio Pimentel al banquero Isidro Rodríguez fue muy acertada. Lo que Pimentel no advirtió al banquero ¿acaso no lo sabía? era que López podría quizás aprovechar su saber en forma demasiado osada para su propio lucro personal.

Con fecha del 22 de junio de 1726, Isidro Rodríguez extendió unas instrucciones escritas a Miguel López. Los primeros capítulos hacen referencia a las cartas y poderes que enviaba con él para los comerciantes de Cádiz que apoyarían su comisión en términos económicos y por medio de sus vinculaciones en Inglaterra y Europa continental. Éstos eran Gaspar de Larrea Verdugo, José Antonio de Almanza y Pedro Francisco y Marcos Antonio Thuis. El hombre de confianza era Larrea, con quien Rodríguez había evaluado personalmente, en la ciudad de México, el proyecto de traer la bomba de fuego inglesa para desaguar las minas novohispanas. López sólo debería recurrir a Almanza o a los Thuis en caso de que Larrea no estuviera en Cádiz cuando él arribara a dicho puerto; en las instrucciones se advertía “que estos sujetos no saben cosa alguna de esta dependencia ni se les dirá nada [...] hasta que llegue el caso de que se pida en la Corte el privilegio” sobre los artificios que iba a buscar en Europa.

Cumplidos los trámites en Cádiz, López partiría hacia Londres y allí “solicitará saber el paraje donde están las minas que se desaguan con el artificio de que lleva mapa y pasará a hacer el examen siguiente”, esto es, evaluar la bomba de fuego en función del desagüe de las minas novohispanas. Para ello debía tener presente que en Real del Monte estaban funcionando 34 malacates los cuales “en una prudente consideración” sacaban en 24 horas 50 000 arrobas de agua a una profundidad de 220 varas españolas (unos 184 metros) y que, según los cálculos hechos en

México siguiendo las explicaciones del “mapa”, el artificio inglés “con una bomba de doce pulgadas de diámetro” debía sacar 90 000 arrobas de agua en 24 horas. Pero Isidro Rodríguez indicaba que igual “puede traerse el artificio” aunque su capacidad de extracción fuera menor de lo calculado por ellos, siempre que no bajara de las 20 000 arrobas de agua diarias a la profundidad de 220 varas.¹³

Bajo el supuesto de encontrar conveniente el artificio, las instrucciones de Isidro Rodríguez detallaban las distintas gestiones que López debía realizar para garantizar el éxito de la transferencia de la bomba inglesa a la Nueva España. El primer requisito consistía en obtener dos modelos absolutamente exactos del artificio a la escala “de una vara de largo y el alto y ancho correspondientes”, con las explicaciones adecuadas al tamaño y material de cada una de las piezas. Asimismo, conseguir dos juegos de cada pieza de bronce, cobre o hierro del artificio, mandándolas fabricar “como no pese ninguna más de doce arrobas”. Con los dos modelos y los dos juegos de piezas, Rodríguez prevenía los riesgos de la navegación: López regresaría con uno de los conjuntos del duplicado mientras el otro vendría en un navío distinto.

El segundo requisito establecido por Rodríguez cobró una enorme importancia en los acontecimientos posteriores. Miguel López debía procurar “con el mayor empeño” contratar y traer consigo “un artífice de dicho arte el más aprobado que hubiere”. Los artífices podían ser dos si la

¹³ El método que recomendó Isidro Rodríguez para medir la capacidad de extracción de la bomba inglesa quizás era el usual de la minería novohispana: poner “el agua que hiciere un sunchazo” en una vasija, pesar el agua y el recipiente “para que así conozca el peso neto del agua del sunchazo”, y ver “cuantos sunchazos hace el artificio en cada hora (no en cada minuto por que es cuenta más sujeta a yerro)” para lo cual “de alguna semilla que tendrá prevenida irá separando un grano a cada sunchazo que hiciere la bomba [...]” Para la debida exactitud de las cuentas era necesario, además, observar si el artificio se parara “para componer algunas cosas precisas de él, por que si esto sucede es menester que advierta qué tiempo se ocupa en esto, y que haga el computo del agua que en este intermedio correspondía sacar [...]”

máquina estuviera compuesta por piezas de madera y bronce, pero lo mejor sería contratar a una sola persona “que entienda del todo de dicho artificio y que él sólo sepa maestrear acá todas las obras”. Para conseguir el o los especialistas López estaba facultado a ofrecer dos tipos de convenio. Uno consistía en el pago de 1 000 pesos por cada artificio que se colocara en las minas, y el otro en un salario anual de 2 000 pesos bajo la condición de una dedicación exclusiva al trabajo “en la parte o partes donde se le mandare”; ambos ofrecimientos incluían el costo del traslado marítimo desde Europa y los gastos de mantenimiento en la Nueva España.

Otra vez previsor —como los artífices ingleses “pueden morir en el camino o suceder otro accidente que los extravíe en el viaje”— Rodríguez ordenó a López “imponerse muy por menor así de lo que mira al artificio como de lo necesario de la mina, su bomba y los modos con que en los planes de dicha mina se trasiegan las aguas a la parte donde bebe la bomba”, y escribir sus observaciones “con toda explicación sin fiar cosa alguna de la memoria”. Por supuesto, también López debía sacar un duplicado de este escrito y remitirlo en un navío distinto al de su regreso a la Nueva España.

Sin duda, Isidro Rodríguez confiaba en la utilidad de la bomba de fuego inglesa. Pero “por si acaso el artificio de Londres no fuere a propósito para mi intento”, recomendó a López una averiguación sobre el desagüe en la minería “alemana” y, si las informaciones revelaban alguna máquina mejor que la inglesa, debía ir al “Imperio y ejecutar lo mismo que se le tiene prevenido”.

Los últimos puntos de las instrucciones descubren la magnitud de las ganancias que calculaba recibir el banquero Isidro Rodríguez con su proyecto de transferencia tecnológica. Si determinaba traer un artificio de desagüe, ya sea de Inglaterra o del imperio, López debía sacar 200 o 300 estampas, “de buril, en una lámina con su escala, letras y números para su explicación, la cual venga en lengua española y si no se pudiera en ésta sea en lengua francesa”. Y luego, para finalizar el negocio, obtener a nombre del ban-

quero y sus herederos, mediante las vinculaciones de Gaspar de Larrea Verdugo en la corte de Madrid, la concesión por su majestad de un privilegio de 30 años de duración para el uso exclusivo de esa máquina de desagüe en la Nueva España, Perú, Guatemala y Tierra Firme. Por lo general, aunque tales privilegios contenían ese derecho, Isidro Rodríguez no dejará de especificar en las instrucciones cuál era la cláusula que más apetecía: “que nadie en los referidos reinos pueda usar de dicho artificio sin que preceda primero ajuste conmigo y conste de licencia mía, pena al que contravinere de diez mil pesos que se me hayan de aplicar y quitársele el artificio hasta que se ajuste conmigo”.

Atribulado por la caída de sus intereses mineros en el distrito de Real del Monte, imaginando remedios para tal situación y enormes ganancias extra, Isidro Rodríguez concibió (o quizás sólo aceptó las ideas que le sugirieron Francisco Antonio Pimentel o Gaspar de Larrea Verdugo) un plan de difusión de la bomba de fuego inglesa, en la entera minería colonial de la plata. Aunque tenga un fin meramente utilitarista, especulativo, vale reconocer el gran mérito de este proyecto: luego de la adopción de la pólvora en el siglo XVII, su éxito habría representado la más trascendente de las innovaciones técnicas posibles en la minería colonial hasta el advenimiento de la bomba de vapor de Watt.

Debemos conceder atención a otros aspectos del proyecto de Isidro Rodríguez, pues en parte, de ellos derivarán las confusiones y trabas que le sucederán a dicho plan en la corte de Madrid y en la Nueva España. Ya hemos apreciado que el interés de Rodríguez en la transferencia de tecnología estaba circunscrito a la bomba de fuego. Agreguemos ahora que en las instrucciones él dedicó pocas líneas, muy marginales y dependientes además de la consecución del objetivo primordial, a otra posible transferencia técnica: si fuera el caso que la minería alemana tuviera una máquina de desagüe mejor que la inglesa por lo cual López debía trasladarse al imperio, entonces

[...] se añade el que solicite ver las haciendas de moler metales, e imponerse muy menudamente en todas las circunstan-

cias y modos de beneficiarlos, adquiriendo instrucción de todo el beneficio y modo de lavar los montones para que no se pierda plata alguna como acá se pierde [...]

Por otra parte, hay un notable contraste entre la magnitud de los efectos macroeconómicos que estimularía la eventual transferencia de la bomba de fuego inglesa (impulso al financiamiento de la minería por el capital comercial al restringirse uno de los factores de riesgo, aumento vertiginoso de la producción de plata al rehabilitarse las minas inundadas, crecimientos extraordinarios en los ingresos de la real hacienda y en el valor del comercio ultramarino, etc.) y el monto de la inversión calculada por el banquero Rodríguez para lograr tal acontecimiento. Sólo 11 000 pesos. De ellos 1 000 para los gastos de traslado de Miguel López desde México a Cádiz, y los otros 10 000 en función de los costos de traslados, adquisiciones, gestiones, etc., en Europa; sobre esta última cantidad cabe precisar que Rodríguez la comprometía otorgando poder para contraer obligaciones en su nombre a aquellos mercaderes de Cádiz que ya hemos citado. Por cierto la inversión será muchísimo más alta. Pero, aún así, igual nos asombra la extraordinaria desproporción entre la suma previamente calculada de la inversión y el valor de los beneficios que generaría.

Como promotor financiero Isidro Rodríguez esperaba obtener grandes lucros con la nueva tecnología de desagüe. Como diferencia resalta la desairada ubicación económica de Miguel López pese a lo esencial de su gestión. Además de no recibir siquiera un sueldo por el tiempo que durara su comisión en Europa, del expediente del Archivo General de Indias se infiere que Rodríguez tampoco le ofreció la seguridad de alguna gratificación monetaria o de cierto grado de participación en el negocio en caso de tener éxito el proyecto de transferencia de la bomba de fuego inglesa.

Imaginemos alguna explicación para esta "anomalía". Si en verdad López era un simple empleado del estanco de las nieves y apenas ganaba 300 o 400 pesos al año, quizás Isidro Rodríguez pudo suponer que cualquier recompen-

sa que se le concediera por su libre voluntad sería bien recibida por el “hombre pobre”. Podemos deducir con más seguridad los móviles de López. Podría no obtener nada de su comisión específica, pero el dinero y las relaciones del banquero Rodríguez le estaban dando la oportunidad única de un viaje de estudios técnicos de las mineras inglesa y alemana. En la Nueva España un conocimiento tal, adquirido mediante la observación directa, unido a sus conocimientos en matemáticas y diseño de máquinas, representaba un valor sobresaliente.¹⁴ Podía ser la clave para alcanzar la fortuna.

LA OBSERVACIÓN Y SUSTRACCIÓN DE TECNOLOGÍA EN INGLATERRA.
EL PAPEL DEL CAPITAL COMERCIAL

Miguel López salió el 25 de junio de la ciudad de México hacia el puerto de Veracruz con los 1 000 pesos otorgados por Rodríguez. El 3 de septiembre se embarcó hacia La Habana, donde encontró a Gaspar de Larrea Verdugo, el cargador de flotas en quien el banquero depositaba toda su confianza. En tanto iba a demorar su retorno a Cádiz, Larrea instruyó a López para que al llegar a dicho puerto entregara pliegos y papeles a los Thuis y se pusiera bajo las órdenes de ellos. De esta manera, no muy conforme con los planes originales de Isidro Rodríguez, los Thuis (la casa Thuis Hermanos y Vanden Herdeus) se convertían en los verdaderos directores del proyecto en Europa; asimismo, con cargo a Rodríguez, eran ellos quienes iban a costear los desplazamientos de López y a asumir todas las obligaciones monetarias que éste considerara necesarias para obtener los modelos y piezas de la máquina de desagüe.

¹⁴ En tal sentido recordar que en 1708 un observador extranjero, al analizar los problemas de la minería novohispana, juzgaba “que sería muy necesario llevar allí de Europa a algunas personas entendidas en mecánica pues notamos que las máquinas” de desagüe adolecían de varios defectos cuya solución “sería fácil para ingenieros aun mediocres”, MONSÉGUR, 1994, p. 76.

López partió de La Habana el 14 de noviembre y desembarcó en Cádiz el 22 de diciembre. Días después, el 7 de enero de 1727, los Thuis le entregaron sus instrucciones. En el primer punto se encuentra la razón de su éxito en Inglaterra. Al llegar a Londres debería entregar una carta de presentación de los Thuis a los comerciantes Juan Radburne y Luis Guilleman y franquearse abiertamente con ellos sobre “el caso a que va dirigido”. Una escueta frase da cuenta del papel que desempeñarían los dos comerciantes ingleses: “Los mismos señores en Londres darán la providencia de lo que hubiese menester, que para ello hay orden”.

En relación con Inglaterra los Thuis consideraron un solo riesgo. De estallar la guerra entre ese país y España (“que es lo más probable”), López debería embarcar los modelos y las piezas del artificio de desagüe más los artífices ingleses que contratara con destino a Portugal, para de allí pasar a España “por tierra, discurriendo esto ser el mejor camino, mas breve y menos costoso”.

Si la máquina de desagüe inglesa no resultaba la adecuada para la minería novohispana (“dado caso que allí no se hallare la cosa aparente para el fin que se desea”, escriben elípticamente los Thuis), las instrucciones entraban a considerar los posibles caminos y contactos para llegar a los centros mineros del imperio alemán. Para la ruta por Francia, provisto de un pasaporte que le obtendrían Radburne y Guilleman, López empezaría recorriendo el tramo Dunas-Calais-Lille. En esta ciudad Pedro Wielens le proveería de dinero y encaminaría hacia París, donde Diego Jumets sería su protector, pues velaría por su seguridad y el logro del acceso a la bomba de fuego instalada en las cercanías (Passy). Asimismo, Jumets le sacaría el pasaporte para el imperio y le indicaría un derrotero y un contacto en Viena.

En caso de omitirse la entrada a Francia, los Thuis señalaban dos rutas alternativas para llegar al imperio: cruzando por Holanda —al respecto extendían una carta de recomendación dirigida a Pedro Francisco de Keeschietres—, o por Ostende, punto al cual se podía arribar por las vías de Calais, Dunkerque “o directamente con el co-

reero de Donvers”. Los Thuis preferían la ruta por Ostende, pues allí un hermano de ellos atendería a López con la ventaja añadida, para adelante, de “pasar siempre por tierras de amigos hasta el Imperio y la Hungría”.¹⁵

López partió de Cádiz el 25 de enero de 1727 en un navío inglés y arribó a Londres el 17 de febrero. Permaneció unos diez meses en Inglaterra donde pudo estudiar la tecnología empleada en varios distritos mineros. Sus observaciones de la maquinaria inglesa, expresada en apuntes y diseños, llenaron gran parte de su “diario” de viaje de 82 fojas y dos cuadernos completos de 37 y 73 fojas;¹⁶ además, obtuvo de ingenieros ingleses los modelos a pequeña escala en madera y bronce, más dibujos y textos explicativos de varios artefactos (véase el apéndice II).

Desafortunadamente debemos considerar como perdida esta valiosísima documentación. Y en consecuencia, conformarnos para reconstruir esta fundamental etapa de estudio y sustracción tecnológica, con dos fuentes secundarias: *a*) las cartas intercambiadas entre López y los Thuis. Sabemos que esta correspondencia estuvo compuesta por lo menos de catorce cartas, pero en el litigio entre Isidro Rodríguez y Miguel López en México, sólo se presentaron copia de siete de ellas; *b*) al regresar a México, los dos largos memoriales con que López intentó justificar sus pretensiones de participar en los usufructos de los artefactos cuyos modelos, piezas o dibujos sustrajo de Inglaterra. Es obvio que al relatar sus acciones en ese país silenció o tergiversó en parte bastantes hechos, lo que dificulta terrible-

¹⁵ Las instrucciones de los Thuis atendían también otros pormenores. Se propuso que López contratara en cada país “un criado que sepa la lengua española” y la local “por que de otra forma pasará usted las mayores desdichas que es posible decir”, o que en Londres pusiera mucho cuidado en la elección de alojamiento “por que es una tierra adonde las posadas desuellan más que en Sierra Morena de España [...]”

¹⁶ BIRCH, 1955, menciona otras fuentes similares dejadas en el siglo XVIII por observadores extranjeros de Inglaterra. Asimismo, “The Travel Diaries of Swedish Engineers of the Eighteenth Century as Sources of Technological History”, dado a conocer por M. W. Flinn; citado en MUSSON y ROBINSON, 1969, p. 225.

mente su interpretación. En la medida de lo posible, se dará una versión relativamente ajustada de los acontecimientos.

Poco podemos saber de las instrucciones y consejos verbales dados por los comerciantes Radburne y Guilleman a López, pues en la discusión suscitada en México se omitió presentar copias de las tres primeras cartas escritas por éste a los Thuis desde Londres, con fechas del 20 y 24 de febrero y 6 de marzo de 1727. Pero no hay duda de que Radburne y Guilleman hicieron lo más pertinente: presentarlo ante una compañía de ingenieros y solicitar la mayor atención hacia sus propósitos. Según López, esa compañía estaba compuesta por nueve ingenieros y su director (“el ingeniero mayor” dice él) era el proyectista “de los artificios” empleados en las minas “de esta provincia”. Practicada esta esencial presentación, López se dedicó al objetivo central de su misión: evaluar la potencia y funcionalidad de la bomba de fuego que levantaba agua en el Támesis para el abasto de la ciudad teniendo como referencia la problemática del desagüe de las minas de Real del Monte. Su juicio fue rotundamente negativo: ha “reconocido ser impracticable dicho ingenio” en el reino de la Nueva España. Fundó esta apreciación en varias razones, una de ellas, el alto precio de la bomba: su proyectista (casi con entera seguridad se trata del “ingeniero mayor” recién mencionado) le aseguró que su construcción había costado 20 000 libras (100 000 pesos), y aquí López aprovechará para recordar en sus memoriales que el banquero Isidro Rodríguez apenas había autorizado una inversión de 10 000 pesos.

Por otra parte esa bomba tampoco era “a propósito”, pues levantaba el agua a una altura de sólo 30-40 estados (60-80 m). Y aún en el supuesto caso de que funcionara a una profundidad de 100 estados, o sea a un poco más de las 220 varas españolas (López discutió esta cuestión con los ingenieros ingleses), adolecía de más inconvenientes. Dos de sus piezas de hierro fundido, pesaban 36 quintales cada una y “son inconducibles” (“fuera menester medio navío” para llevar toda la bomba, atempera López en seguida). Además, la máquina sufría continuos desperfectos

“por cuyo motivo hay dos de tales ingenios en un mismo lugar, para mientras que el uno se para trabaje el otro porque así no falte el agua para el abasto” de la ciudad.¹⁷ Tal fragilidad planteaba otro gravísimo problema para la adopción de la bomba en la Nueva España. Aquí no existía el conocimiento, la preparación suficiente para fabricar las piezas mayores ni sus “muchas y menudas piezas” y, siendo imposible traer algún ingeniero especializado, se daría una permanente dependencia de Inglaterra para el suministro de los repuestos.¹⁸

Al desaprobar la bomba instalada en el Támesis, López sostuvo varias conversaciones con la compañía de ingenieros en las que requería alguna máquina de desagüe fiable para la Nueva España, esto es, basada en principios diferentes a los de la bomba de fuego (“que no fuese de aquella naturaleza”). Los ingenieros prometieron estudiar el caso y comunicarle sus propuestas por medio de Radburne y Guilleman. Pese a las promesas que recibió en estas juntas, dice López en sus memoriales,

habiendo tenido noticia de que en algunas de las provincias de aquel reino había minas de más de setenta estados de profundidad y que éstas estaban en corriente y sacando metales, y haciéndome cargo de que éstas por naturaleza son abundantes de veneros y que necesariamente tendrían artificios para su desagüe, no obstante la imposibilidad que me mani-

¹⁷ Al solicitar en marzo de 1728 los privilegios exclusivos sobre la maquinaria inglesa sustraída por Miguel López, Gaspar de Larrea Verdugo puntualizó por qué éste desistió de la bomba de fuego: “habiendo examinado la operación de dicho artificio le halló no competente para mucha profundidad, ni menos con subsistencia por la multitud y debilidad de las piezas de que se forma”.

¹⁸ Miguel López transmite una opinión correcta. ROLT, 1963, pp. 85-86, detalla cómo la primera etapa de difusión de la bomba de Newcomen en la Europa continental, se caracterizó por una dependencia de Inglaterra para el suministro de cilindros y de ciertas piezas frágiles, así como de ingenieros ingleses para erigir y mantener en funcionamiento la innovadora máquina. Como se decía en aquella época, la máquina de fuego nació en Inglaterra y todas las “que han sido construidas fuera de Gran Bretaña han sido ejecutadas por los ingleses”; BELIDOR, 1739, II, p. 311.

festaban de que no podría conseguir ver dichas minas y obras, determiné a todo riesgo pasar a verlas.

En sus memoriales presentó un resumen del itinerario y los resultados de éste efectuado del 7 al 23 de marzo.¹⁹

En las minas de cobre, estaño y hojalata de Cornualles le interesaron dos ingenios de desagüe, de los cuales pudo tomar notas y bajar “a registrar sus obras y planes”. Luego en Devon no halló “cosa conveniente”. Pero en Northmoulton encontró

[...] dos ingenios muy convenientes a mi propósito, así por la profundidad de las minas en que estaban puestos como por la cantidad de agua que sacaban, los que registré y vi sus planes y tomé algunas medidas aunque no las que quisiera por que no se me permitió [...]

Al concluir esta corta gira López avisó a los Thuis cuáles serían sus siguientes actividades: permanecer en Londres durante dos semanas, “hasta la Pascua”, para examinar el modelo de una máquina de desagüe movida por caballos que le había proyectado el “ingeniero mayor”, y después “pasar al norte de esta isla y ver las minas de plomo y sus ingenios, y asimismo las de carbón donde sólo están los ingenios de fuego”.

En sus memoriales López expresó lo siguiente acerca del proyecto del “ingeniero mayor” y de las juntas habidas con los demás ingenieros de la compañía.

Vi era imposible que pudiera surtir efecto lo que decían que era el que un ingenio de caballos con una columna de bomba de cien estados, sin más repartimiento que ella sola, podría desaguar y sacar las cantidades necesarias. Tan imposible co-

¹⁹ En carta del 23 de marzo a los Thuis enviada desde Falmouth, López resumió del siguiente modo esta acción: “Hallome de vuelta en este puerto después de haber registrado las minas más profundas en esta provincia [...] he tenido varias calenturas venidas de grandes resfriados motivados de salir sudando de las minas y las bocas de éstas estar expuestas al tiempo sin resguardo alguno [...]”

mo puede discurrir cualquiera que tenga mediana inteligencia en esta materia.

Pese a sus “réplicas racionales”, los ingenieros ingleses persistían en su dictamen e incluso “que demostrarían lo posible que era” siempre que él pusiera las 20 libras del costo de la prueba. López condescendió a ello a pedido de los comerciantes Radburne y Guilleman y comentó algo sobre la demostración: “acabada vi que con sólo la fuerza de un hombre suspendía por alto como 10000 libras de peso que estaban puestas sobre la boca de una bomba. Pero no obstante lo dicho, vi que no era nada conveniente para mí por muchos motivos que no expreso”.

Como la preparación de la prueba demandaba tiempo, volvió a Northmoulton (¿también a Cornualles?), para una nueva inspección de las minas donde estaban los ingenios que habían concitado su interés. Otra vez pudo bajar a ellas y “ver todas las obras, minas y planes que me parecieron convenientes, y así tomé las medidas que fue posible y necesarias para mi gobierno”.

Conocemos otra circunstancia más de las indagaciones y compromisos anudados por López durante ese lapso de mediados de febrero hasta finales de abril. Con fecha 20 de abril recibió una carta del ingeniero Mart²⁰ en respuesta a una suya del 14 donde manifestaba su interés por dos máquinas observadas en Northmoulton en función del desagüe de las minas novohispanas. El ingeniero Mart había elaborado cálculos “para las proporciones y partes” de un ingenio de desagüe que atendiera “la relación que vuestra merced se sirvió darme de sus minas en el reino de México”, y que se demoraría cerca de un mes en hacer el modelo. En seguida, con mucho tacto, planteó las cuestiones del precio del modelo y del premio que recibiría si esta máquina tenía éxito, debido a su proyecto y sus “discursos y direcciones en su servicio”, colocada en una o dos minas mexicanas. López recuerda en sus memoriales el sentido

²⁰ El nombre de este ingeniero aparece en una carta dirigida a López por los comerciantes Radburne y Guilleman.

de la respuesta que dio a la última petición: “cuando llegue el caso que el referido modelo estuviese acabado, nos veríamos y ajustaríamos de tal manera que quedase enteramente satisfecho que mi ánimo no era otro”. Infiero, pero sin certeza total, que el ingeniero Mart podría ser el “ingeniero mayor” que proyectaba todas las máquinas empleadas en Northmoulton y Cornualles.

Tenemos otra constancia de los avances logrados por López en el proyecto de transferencia tecnológica entre mediados de febrero y finales de abril, tiempo que comprende su residencia en Londres y las giras a Cornualles y Northmoulton. En una carta a los Thuis fechada el 7 de mayo refiere, por una parte, por qué rechazó la idea de obtener la bomba de fuego: la

[...] que en más profundidad opera en este reino es en cuarenta estados. Ni por la imaginación les pase a vuestras mercedes que lleve tal ingenio pues hay varias opiniones sobre si podrá operar o no en los cien estados y algunas de sus piezas son inconducibles con más otros motivos.

Pero asevera, lo mismo está garantizado el éxito del proyecto de transferencia tecnológica, pues en sustitución de la bomba de fuego ya tiene definido un conjunto de máquinas confiables, aptas para la minería de la Nueva España: cinco ingenios de desagüe, tres de caballos y dos de agua “que todos ellos pueden operar en la profundidad de cien estados sin que haya en eso duda alguna”, y otro ingenio para moler y lavar metales. En la misma carta da más detalles sobre las máquinas de desagüe elegidas:

- De ocho caballos. Levanta 22 000 arrobas de agua cada 24 hr y su construcción costará 10 000 o 12 000 pesos, “sin que después de puesto requiera en cuatro años reparo alguno”.
- De dos caballos. Levanta 10 800 arrobas de agua cada 24 hr, con un costo de construcción no superior a los 1 000 pesos.
- De dos caballos. “Puede atraer el agua de cualquier plan al tiro, mas que sea distante del tiro 20 o 30 estados y que tenga el plan de alto 20 y el tiro mas que tenga ciento”.

—Una de las dos máquinas de agua. Opera a más de 100 estados. Eleva “toda el agua que tuviere cualquier mina” con la sola condición de una corriente de agua suficiente para el movimiento de su única rueda.

Retengamos otro de los datos vertidos aquí. Estos ingenios de desagüe eran “obras de poca volatería” cuya construcción podía emprender, incluso, “el más mínimo carpintero de ribera”. Sólo era necesario llevar de Inglaterra las piezas de hierro y bronce de una de las máquinas y “un ingenio de barrenar bombas y algunos barrenos”.

Sobre el ingenio de moler y lavar, movido por dos caballos, López apunta que sus seis cabezas muelen “con alguna más violencia” que los molinos de agua novohispanos y que “el modo de lavar aquí los metales es mucho mejor que el que tenemos allá por donde vengo en conocimiento que por allá se desperdicia mucho.”²¹ Aunque yo todavía no estoy contento con esto”, pues aún faltaba el cotejo con las máquinas empleadas en Hungría.²²

²¹ En otro párrafo López insiste en destacar las ventajas que conllevaría la adopción de esta máquina inglesa en la Nueva España. Al ser movida por caballos haría prescindibles las haciendas de moler, accionadas por agua y situadas muchas veces a cinco o seis leguas de los reales de minas, “que es causa de grandes gastos” de conducción y “mucho desperdicio” en los metales. Además, resolvería el problema del paro en el tiempo de estío. Respecto a la forma de lavar los metales, López sostiene que con la novohispana “se desperdicia cerca de la cuarta parte y que con este otro modo si acaso se desperdiciare será cosa corta”.

²² En su carta anterior —23 de abril— López también había presionado a los Thuis para ir a Hungría, aunque sólo fuera para “ver las haciendas de beneficiar metales por haber visto yo aquí en un libro alemán mapas del modo de beneficiar metales [...] que es muy a propósito para nuestro intento”. Los Thuis, en carta del 29 de abril, resumieron a López la información recibida por ellos desde Viena: el mejor artefacto de desagüe en Hungría “es cuasi lo mismo que los de acá, es de el que se sirven en el Joays de Luxa para sacar el agua de los fosos de Huit, con caballos, y que asimismo el director ingeniero es uno de Luxa. Por el artefacto de una mina en Hungría llamada Menighergh es la que los dos ingleses nombrados Laaye y Golbady han hecho, ha costado 180 florines de esa moneda y se me ha dicho que muchas veces le falta muchas cosas. Y me han asegurado que el de Cremini es mejor. Que es

Con un mes de demora López empezó su anunciada gira “al norte de esta isla” para examinar las minas de plomo y sus ingenios y “las de carbón donde sólo están los ingenios de fuego”. El 5 de mayo ya estaba en Bristol, en cuyos contornos observó varios ingenios de desagüe en las minas de carbón, “algunos muy buenos” para tiros de poca profundidad, pues estas minas no sobrepasaban los 30 o 40 estados. En Wolverhampton (“en los confines de Escocia” dice), también en minas de carbón registró varios ingenios de desagüe “entre ellos algunos de fuego”. Por fin lo mismo hizo en Gales “adonde he visto infinitas minas de carbón”.

“Y no teniendo más minas que ver en aquel reino”, asienta en los memoriales, volvió a Bristol en pos de los ingenieros proyectores de las máquinas que le habían interesado en esta gira. Los dos principales proyectistas eran también los dueños de los ingenios de desagüe y de muchas minas donde estaban puestos, y si los colocaban en otras minas tomaban “intereses” en ellas aparte de recibir la cuarta parte de los metales que se sacan “por razón de desagüe”, por todo lo cual eran hombres con grandes caudales, mucha estimación y permanentes obligaciones de trabajo. Algunos comentarios en relación con esta gira dejan traslucir el poco provecho que se sacó para el proyecto de transferencia tecnológica. La “mucha altivez” de ambos ingenieros o que por “el gran celo que tienen de sus obras” no las “dejan registrar a nadie”; quizás López logró observar de cerca las máquinas y tampoco se sabe cuán cierta sería su afirmación de haber conseguido bajar a las minas. Después de esta gira volvió otra vez a Bristol²³ desde Londres y es probable que no haya sido su único retorno. Cabe

cuanto en este asunto puedo prevenir a vuestra merced [...]” (cito textual la deficiente copia de la carta original que se integró al expediente). Las últimas referencias deben aludir a las bombas de Newcomen instaladas en Königsberg y Schemnitz; la de Königsberg, 1722, fue ilustrada y difundida casi inmediatamente por Jacob Leupold en su *Theatrum Machinarum Hydraulicarum* publicado en 1724-1725; citado en WOLF, 1939, p. 615. Sobre ambas instalaciones véase HOLLISTER-SHORT, 1976-1977, y para Königsberg, en especial TEICH, 1982.

²³ Desde allí escribió el 2 de agosto una carta a los Thuis.

conjeturar presuntas asociaciones entre éste o estos viajes con una vaga indicación suya a los “modelos que me estaban haciendo en varias provincias”. O suponer que regresó a Bristol tratando de examinar y entender mejor las máquinas empleadas en esas zonas.

Dos cartas suyas a los Thuis con fechas del 2 y 28 de agosto de 1727, enviadas desde Bristol y Londres, revelan cómo culminó el proceso de sustracción tecnológica. La carta del 2 de agosto revela la pronta conclusión de los modelos de seis máquinas:

- 1) De desagüe. Se menciona como el “ingenio principal”
- 2) De desagüe. Debe ser la movida por dos caballos que levantaba 10800 arrobas de agua cada 24 hr (carta de López del 7 de mayo de 1727). El modelo se estaba haciendo en Londres y “con todas sus explicaciones” costaba 100 libras.
- 3) De desagüe. Sin duda se trata de la máquina de agua mencionada en la citada carta del 7 de mayo de 1727.
- 4) Un lavadero de metales.
- 5) Un ingenio de barrenar bombas.
- 6) Un molino que funciona con viento o con caballos.

En relación con el conjunto de máquinas que había delineado en su carta del 7 de mayo, en ésta del 2 de agosto de 1727, López informaba haber desistido de obtener los modelos del ingenio de moler y lavar metales y de la máquina de desagüe que elevaba el agua de los planes al tiro, “así por no ser necesario” como por carecer de tiempo quien se los hacía a su mayor satisfacción. Pero en la carta del 28 de agosto notifica a los Thuis haber conseguido encargarse del modelo del ingenio de moler y lavar metales y que, además, llevará “ingenio para extinguir fuego”.

Examinemos las referencias dadas por López sobre el “ingenio principal” de desagüe, así en las cartas del 2 y 28 de agosto de 1727, dirigidas a los Thuis como en los memoriales que redactó posteriormente en México a raíz del litigio con el banquero Isidro Rodríguez. En primer término presentaré la cuestión del premio reclamado por el ingeniero Mart por el proyecto, la construcción del modelo y las explicaciones del funcionamiento de la máquina, en caso de que

ésta vaciara las minas inundadas de la Nueva España a una profundidad de 100 estados. El ingeniero inglés solicitó la cuarta parte de los metales de todas aquellas minas desaguardas por su máquina, a lo que López respondió “que trajese artes y los desaguarase de su cuenta y en tal caso le daría tal parte que pedía, o que arriesgase su vida como yo lo hacía viniendo conmigo a este reino a proyectar dichos ingenios y que sería lo mismo, a que me respondió lo imposible que era tal pretensión”. Después de cuatro días de conferencia, fue el ingeniero inglés quien propuso un pago al contado de 100 guineas (525 pesos) por el modelo, y otra remuneración de 500 guineas por el proyecto y las explicaciones del funcionamiento de la máquina que se recibiría “cuando conste que está operando el primer ingenio de su proyección” en la Nueva España. Para el ingeniero inglés hubo seguridad del pago de las 500 guineas, pues los comerciantes Radburne y Guilleman afianzaron el compromiso contraído por López.

Éste logró otras concesiones del ingeniero inglés. Respecto al “ingenio principal” de desagüe, construir “un pie del ingenio”, pues relata en los memoriales, aunque él había visto ya varias máquinas semejantes, no era lo mismo contemplarla puesta y operando que verla “fabricar, afianzar y ajustar”. Mart fue también quien le vendió “varios apuntes en orden de beneficios de metales de hornallas y ruedas de agua de las que tienen en sus obras”. Asimismo, al final de su estadía en Inglaterra, al ser entrevistado en Truro “donde asiste”, Mart le invitó “a ver una obra que pocos días antes se había acabado y que era digna de ver”, supongo que instalada en alguna mina de St. Austil.²⁴ Sobre esta visita López comenta que “cuando estuve abajo registré toda la nueva obra y hallé ser tan exquisita como él me había ponderado [...]”²⁵

²⁴ Al narrar este hecho López consigna otra noticia acerca de sus anteriores recorridos por Inglaterra: Mart le “preguntó que si había visto su ingenio grande que está cerca de St. Austil, a lo que le respondí que sí y que también había visto sus planes y obras de ellos [...]”

²⁵ Aquí López agrega que la invitación de Mart fue con el fin de martarlo en el interior de la mina y que se pudo salvar ofreciendo una guinea a los capitanes de la obra “y cuando estuviese arriba les daría mayor

Cuando aceptó el proyecto del ingeniero Mart y ajustado el premio de éste por la realización del modelo y la correspondiente guía para su operación, López se dedicó a la otra parte esencial del plan de transferencia del “ingenio mayor” de desagüe, esto es, la fabricación de las piezas de hierro y bronce. Las cartas a los Thuis del 2 y 28 de agosto de 1727, nos informan someramente sobre la resolución de este problema. Con el beneplácito —o por indicación— de los comerciantes Radburne y Guilleman, encargó esta delicada tarea al “señor Costor”,²⁶ otro integrante de la compañía de ingenieros de Londres. López menciona dos presupuestos dados por Costor. El primero, por la suma de 1 700 libras, comprendía la fabricación (más el dibujo) de todas las piezas de una máquina con un duplicado de las piezas principales. El segundo presupuesto era 360 libras más alto al incluir ahora el duplicado de todas las piezas para fabricar una segunda máquina “y más dos juegos de barrenos de varios diámetros”. Asimismo, en la carta del 28 de agosto, López informa que a los seis modelos de ingenios que había anunciado llevar se debe agregar otro más “porque he podido conseguir se me haga a mi satisfacción el de moler metales”, agrega que “también llevaré ingenio para extinguir fuego”, y avisa por último haber empezado a “consultar con estos señores de el modo de embarcarme” con toda su carga la cual estimaba en 260 quintales.

El 10 de octubre de 1727, en Londres, Miguel López concertó con Radburne y Guilleman la carta de fletamento. La casa comercial inglesa dispuso un navío nuevo suyo llamado

regalo” Sin duda López inventó semejante situación ante la necesidad de convencer a los jueces de México que su vida alguna vez corrió peligro en Inglaterra.

²⁶ A nuestro juicio otro error de transcripción en los nombres del copista del expediente localizado en el Archivo General de Indias; según la línea que cierra el “diario” de viaje de López, este “señor Costor” tiene un hermano llamado “Tomás” que residía en Bristol. Podría tratarse entonces de John Coster, quien con su hermano Thomas, tenía fuertes intereses en la minería del cobre y era, además, un notable experto en la tecnología minera: sobre los Coster véase DAY, 1974-1976.

“San Luis” con un porte aproximado de 170 toneladas, con el compromiso de “hacerla partir sin dilación” a España luego que aquél, en ese mes de octubre a más tardar, pusiera a bordo las cargas que tenía en Londres y en Falmouth. El flete se convino en 800 escudos de plata antigua “con más las averías acostumbradas al capitán y la mitad de los gastos de puertos, pilotajes, consulares, etc.”. Según certificó el cónsul español en Londres, como por “los rumores de guerra con que estamos amenazados entre las dos naciones [...] nadie se atreve a arriesgar sus navíos por el temor de represalias”, López extendió, ante notario, una escritura de obligación de 2 500 libras por cualquier eventual suceso de guerra que afectara al navío. Pero el “San Luis”, con López y su carga, arribó sin novedades a Cádiz el 24 de diciembre de 1727.

Ante la consabida imagen de países en extremo vigilantes al espionaje tecnológico,²⁷ notamos por el contrario la facilidad con que Miguel López pudo desempeñar su misión. Aunque entre ambas naciones imperaba la amenaza de guerra, en los diez meses que el súbdito español pasó en Inglaterra recorrió sin mayores impedimentos los principales distritos mineros de cobre, plomo, estaño y carbón, desde Cornualles hasta Gales, para estudiar en forma directa la tecnología empleada o, permaneciendo en Londres o en Bristol, hacer juntas de ingenieros, y tanto en uno como en otro casos encargar planos, modelos y piezas de maquinarias, y embarcar alguna clase de materiales hacia España también de nuevo sin ninguna dificultad.

Este hecho se explicaría, en parte, porque la indagación de Miguel López estaba dirigida hacia una tecnología no bélica o que el Estado inglés considerara altamente “estratégica”. Pero aún así el factor principal fue la cobertura, la protección deparada por los comerciantes Radburne y Guilleman a su misión respondiendo a la solicitud hecha

²⁷ Esta imagen de alto riesgo la reconocen Larrea y los Thuis y, por supuesto, es alegada por Miguel López en México para exagerar el valor de su misión: expuso la vida y honra para obtener tecnología “en tierras extranjeras de naciones enemigas y celosas de sus invenciones”, los ingleses “son celosísimos” de sus inventos, “el gran recato con que los ingleses manejan las artes que yo iba a buscar”.

desde España por la casa Thuis: sería la lucrativa Carrera de Indias y los grandes intereses ingleses en ella lo que permite tal tipo de ligas entre comerciantes como los Thuis y los Radburne y Guilleman. Una mención de López amplía estas perspectivas: en Truro el ingeniero Mart le dijo que, incluso si la maquinaria que le solicitaba no fuera realmente para México, sino para España donde se formaban varias compañías de minas, “a ellos no les tendría mala cuenta”, pues “se prometían adelantamientos a su comercio y ningún atraso a sus obras”. Este comentario del ingeniero Mart me parece importante, pues refleja la idea, la concepción de que la transferencia de tecnología hacia España o sus colonias para aumentar la producción de plata, contribuía a la mayor grandeza de la economía inglesa.

LA GESTIÓN DE LOS PRIVILEGIOS EXCLUSIVOS EN ESPAÑA.
UNA BOMBA DE FUEGO EN GUADALCANAL

Alentado por las noticias de López acerca de lo que había logrado obtener de la tecnología minera inglesa y de su embarque con diseños y piezas de maquinaria en el navío de los Radburne y Guilleman, el apoderado de Isidro Rodríguez en España, siguiendo las instrucciones de éste, inició las gestiones para conseguir del rey los privilegios exclusivos sobre los ingenios que se sustraían de Inglaterra. El primer trámite de Gaspar de Larrea consistió en una información efectuada en Cádiz el 20 de noviembre de 1727 destinada a avalar, mediante las declaraciones de grandes comerciantes y flotistas, la figura y los méritos de Isidro Rodríguez como el principal “banquero de plata” de la Nueva España, sus grandes inversiones para desaguar varias minas de Pachuca y cómo, por sus fracasos ante el riesgo de las aguas subterráneas, había proyectado y financiado la búsqueda de tecnologías más eficiente en Europa, plan que de tener éxito redundaría en enormes ingresos para la Real Hacienda. El último tema permitió a los testigos enfatizar que por operar los malacates novohispanos hasta cierta profundidad y con limitada capacidad de

extracción “es y ha sido hasta ahora irreparable la inundación que se experimenta en las minas”, y han oído decir que Miguel López “ha conseguido en el Norte diversidad de artificios e ingenios con que se promete el seguro desagüe de las minas” y, si eso resulta cierto, “debe esperar el Real erario un crecido lucro [...]”

Esta información fue reabierta el 8 de enero de 1728 para agregar el testimonio del recién llegado Miguel López. Su declaración sigue la línea de reconocimiento hacia los méritos de don Isidro Rodríguez en el proyecto de transferencia tecnológica, pero con algunas llamativas variantes. Don Gaspar de Larrea lo presentó como el director elegido por Rodríguez “para la solicitud de ingenios y artificios para el desagüe de las minas y beneficios de sus metales”. Después, López consignará que Rodríguez lo despachó a Europa no “con caudales en especie, sino con créditos abiertos para diferentes caballeros sus correspondientes”, en primer término, Gaspar de Larrea y después Pedro Francisco Thuis y Cía., quienes han hecho todos los suplementos “que son, han sido y serán necesarios hasta la conducción de la empresa” en la Nueva España. Al respecto puntualizó que en Inglaterra y provincias del norte le fue preciso erogar más de 60 000 pesos “para formar asambleas de ingenieros que residían en diversas distancias, y conquistar a los manufactores para que ejecutasen todas las obras que para el fin expresado eran necesarias [...]” Por fin, después de justipreciar el riesgo financiero asumido por Larrea y los Thuis, Miguel López extendió los encomios hacia su persona. “Mediante su inteligencia y practica en la matemática” ha conseguido diversidad de ingenios debiendo SM conceder los privilegios solicitados sobre ellos “respecto de que por los dichos ingenios mediante Dios y vida del que declara puede probablemente asegurar el que se restablecerán todos los reales de minas perdidos y el reino de Nueva España goce de la mayor opulencia [...]”

Estas variantes quedarán formalizadas en un acuerdo que Larrea, usando las facultades amplias que en su poder le había otorgado don Isidro Rodríguez, firmó el 24 de

enero de 1728 en Cádiz, con Pedro Francisco Thuis y Miguel López Dieguez. En este nuevo documento se volvieron a reafirmar los méritos de Rodríguez por su proyecto de transferencia tecnológica y los crecidos gastos que había comprometido hasta ahora (y que “por su disposición ha ejecutado el dicho don Pedro Francisco Thuis”) “como por los que se habrán de continuar hasta que se plantifiquen y ejerzan su labor los referidos ingenios”. Pero este documento constituyó a López en el otro protagonista esencial de la empresa. Se “ha expuesto a los peligros del mar y padecido muchas incomodidades en las provincias extranjeras para su consecución”, y en las provincias del norte

[...] a costa de un crecido continuo trabajo, consiguió muchos ingenios, artificios y máquinas con los cuales no tan solo se asegura mediante la divina voluntad el fácil desagüe de las minas en toda profundidad si el de moler y lavar los metales con mucho más beneficio que el que hasta ahora se a practicado, los cuales tiene ya conducido a esta ciudad [...]

de Cádiz siendo primordial su participación para el futuro próximo, pues “como proyector que ha sido de los ingenios y que como bien instruido de ellos habrá precisamente de ser el crédito de las labores que han de hacer”. Después de exponer estas causas Larrea se comprometió a que los privilegios que solicitaría para Isidro Rodríguez “sean extensivos” a López Dieguez “y que las reales cédulas que se despacharen hablen uniformemente a beneficio de uno y otro”, pero bajo la siguiente condición y reserva: “que por este hecho el dicho don Miguel no ha de adquirir más derecho que el que acordare y conviniere con el dicho don Isidro” y si éste o sus herederos rechazaran “interesarle en los beneficios que produjeren las reales concesiones, no ha de tener derecho ni acción alguna a pretender usar de las reales cédulas [...]” Obviamente López aceptó guardar y cumplir “inviolablemente” tal condición y reserva y, en consecuencia, a que los beneficios que pudiere recibir procedan “en cuanto sea la voluntad” de don Isidro Rodríguez.

Esta confusa modificación a las instrucciones originales de Rodríguez reapareció en la gestión que don Gaspar de

Larrea realizó ante el ministro José Patiño para obtener los privilegios exclusivos. Larrea presentó tres documentos. En el primero, titulado “memorial de servicios”, refiere los méritos de don Isidro Rodríguez y pide sólo para éste la concesión de privilegios “como a inventor y costeador que es de tan superior empresa”. El segundo consigna que a costa de grandes dispendios, Rodríguez “ha conseguido una invención compuesta de diez diferentes artificios” enviando a Europa a Miguel López Dieguez, “práctico e inteligente en las minas”, quien ha logrado traer de las provincias del norte “diez diversos ingenios con modelos de madera y bronce perfectamente ejecutados con todas las piezas en sus proporciones y diámetros [...]” Luego de la sucinta descripción de los diez ingenios (véase el apéndice I) se pide conceder sólo a Rodríguez “las franquezas, libertades y exenciones que contendrán los capítulos subsecuentes”.

Pero en el primer ítem del tercer documento que presentó Larrea, esto es las Capitulaciones, solicitó los privilegios exclusivos tanto para Isidro Rodríguez como para el “proyector de los expresados ingenios” Miguel López Dieguez, “para sí y sus herederos por el término de 30 años para que nadie en el citado tiempo pueda usar de los tales ingenios ‘ni de otros cualesquiera que sean proyectados por el referido don Miguel’ [...]” Además, el capítulo 16, pide para López “los honores de ingeniero mayor” de la Nueva España.²⁸

¿Por qué Larrea accedió, aun de manera condicional, en beneficiar a Miguel López en la empresa de transferencia tecnológica? Por una parte, López al llegar a Cádiz con los modelos de madera y todas las piezas del ingenio mayor de desagüe, comenzó a presionar al respecto,²⁹ pero el principal motivo fueron los temores de Larrea y los

²⁸ La petición de privilegios exclusivos fue rechazada en primera instancia, y otorgada luego por 30 años en forma condicional, “verificado que sea” en la Nueva España la utilidad de “los ingenios que se conducen [...]”

²⁹ En su memorial del 23/11/1728 elevado al virrey, López señala que en Cádiz comunicó sus pretensiones a los Thuis y que éstos debieron transmitir tal hecho a Isidro Rodríguez.

Thuis por los compromisos financieros asumidos a nombre de Isidro Rodríguez. Lo reconoce el mismo Larrea en un escrito de 1730³⁰ dirigido al virrey Marqués de Casa fuerte: ante la falta de noticias suyas y en previsión “de que don Isidro hubiese muerto y no quisiesen sus herederos subvenir al pago y satisfacción de los causados desembolsos” hechos en Inglaterra y España, para resguardarse él decidió incluir o mancomunar a López Dieguez en la solicitud de privilegios, pero ésta es una verdad a medias. Más que a su posible muerte lo que realmente inquietaba a Larrea y a los Thuis eran los rumores llegados a Cádiz de la ruina económica de don Isidro Rodríguez debido a la nueva inundación de sus minas en Real del Monte. Y por eso, como forma de protección a sus intereses, ambos mercaderes determinaron mancomunar a López no sólo en la solicitud de privilegios, sino también en todos los compromisos financieros que habían contraído en nombre de Rodríguez. Tampoco dudo de que Larrea y los Thuis convinieron algún tipo de acuerdo con López en el caso de confirmarse la insolvencia de Rodríguez.³¹

Por último, de la corta permanencia de Miguel López en España, destacaré otros hechos. Con el objeto de reforzar las gestiones que realizaba Larrea acerca de los privilegios exclusivos, fue a Madrid en marzo de 1728 para presumir ante el ministro José Patiño que la tecnología obtenida por él en Inglaterra resolvería la crisis de la minería

³⁰ “Representación y manifiesto que don Gaspar de Larrea Verdugo” hizo en beneficio de don Isidro Rodríguez “como constituyente de la mayor empresa que hasta ahora a favor de la Monarquía ha intentado vasallo, cuyos progresos favorables son ya más que probables [...]”, impreso en México en enero de 1730.

³¹ Es López, en uno de sus memoriales, quien revela toda esta trama: “por las malas noticias que de él corrían”, visto cómo “se confirmaban las noticias que corrían del estado de las dependencias de don Isidro”, los Thuis dispusieron obligarlo “de mancomún con don Isidro a todas las cantidades gastadas y que se gastarían” ya que, aun sin ser hombre de caudal llegando a la Nueva España “se prometían más seguros de mi parte que de la de don Isidro pues en virtud de mi trabajo y del privilegio y mercedes de SM siempre hallaría las cantidades que se me ofrecieren prontas y sin dilación alguna”.

novohispana y dar así, enormes ingresos al real erario. El regreso de López a Cádiz ofrece un dato de sumo interés: pasaría por Guadalcanal y Río Tinto “para ver la naturaleza de aquellas minas aunque ya se algo por haberme encontrado con uno de los ingenieros con quien tuve conferencia **sobre el ingenio de fuego de lo que están muy pagados [...]**”³² Esta mención de Miguel López a la instalación de una bomba de Newcomen en Guadalcanal³³ se enlaza a la imagen de la suma decadencia de una España,³⁴ en este caso incapaz siquiera de comunicar a sus colonias una innovación tecnológica apta quizás para solucionar el infortunio de las aguas subterráneas que afectaban a la producción de plata.

UNA ENREDADA CONTIENDA EN LA NUEVA ESPAÑA

Por intervención de José Patiño, ansioso de probar rápidamente el efecto de las máquinas inglesas de desagüe, Miguel López se embarcó en el navío almirante de la flota real (“de los azogues”) que zarpó de Cádiz para la Nueva España el 27 de mayo de 1728.³⁵

³² Carta de M. López a los Thuis, Madrid, 5/4/1728.

³³ Para esos años los únicos datos que conocemos sobre la introducción a España de la bomba de Newcomen son las negociaciones del irlandés John O'Kelly en 1725, tendientes a construir una para el desagüe de las minas de Vizcaya; véase LINDQVIST, 1984 y SÁNCHEZ GÓMEZ, 1994.

³⁴ En ese tiempo empieza a surgir en España otra forma de conciencia crítica del retraso nacional, que propugna acercarla al movimiento científico técnico de algunos países europeos y desde este plano a un nuevo reconocimiento de las colonias. Este proceso ha sido estudiado últimamente con profundidad, sobre todo en la segunda mitad del siglo XVIII; para su periodo inicial, con exámenes al desempeño de Patiño, véase LAFUENTE y MAZUECOS, 1987.

³⁵ Orden de José Patiño a don Francisco de Varas, Buen Retiro, 15/4/1728. Patiño también ordenó que los navíos de la flota del rey condujeran una parte de la carga traída por López desde Inglaterra: “cuatro cajones medianos con figuras de piezas de madera y bronce, dos cajones con barrenos para bombas y otros dos con diferentes piezas de ingenios e instrumentos matemáticos, dos cubas vacías, un eje de hierro y 50 quintales de jarcia delgada, que todo ha de servir para po-

López entró a la ciudad de México el 23 de agosto. Dispuesto a conseguir una gran participación en los supuestos altos beneficios que generarían los artificios ingleses, se enfrentó con don Isidro Rodríguez en forma muy severa, acaso insolente, animado seguramente por la mala situación económica del banquero y por las cartas que recibió de Larrea y los Thuis.³⁶ Resumiré ese áspero conflicto analizando primero, los tipos de arreglo planteados por López. Según su primera proposición cada uno recibiría “la mitad de la dependencia, esto se entiende en desagües, licencias de navíos y mercedes que SM hubiese concedido”. López especificó la forma de dicha participación a medias en los desagües: deberían concertarse alternadamente con los mineros que solicitaran ingenios, “siendo de cada uno separadamente el interés de aquello en que se ajustare por la licencia que concediere”; respecto a los conciertos suscritos por Rodríguez él se comprometía a construir y poner en corriente los ingenios, costeadando aquél los materiales y su trabajo “de asistir, maestrear, dirigir y proyectar la dicha fábrica, o fábricas, por que nunca pudiera ser justo que por semejante tarea no se me correspondiere con la recompensa debida”. Su segunda proposición consistió en que don Isidro Rodríguez le cediera

[...] todo el dicho real privilegio, y se desista y aparte de el para que recaiga en mi con todas las concesiones, mercedes y beneficios que SM concediere en premio de las dichas nuevas invenciones [...] y yo le pagaré de contado todos los caudales

der hacer las máquinas o nuevos ingenios para el desagüe y beneficio de las minas de Nueva España [...]

³⁶ Carta de los Thuis y de Gaspar de Larrea a Miguel López, Cádiz, 14 de mayo, y Madrid, 30 de mayo de 1728. Pese al “tan superior trabajo y cuidado” desplegado por ellos “hemos sido desgraciados en servir al señor don Isidro”, pues ha incumplido la promesa de remitirles 20 000 pesos “en el navío de Berroa” ya arribado a Cádiz. Tienen como único consuelo que él en México hará “los más eficaces esfuerzos para que las escrituras otorgadas [...] se paguen con la puntualidad correspondiente”. Pronto debe poner en operación los artificios ingleses “en que tendrá la mayor gloria”, pues de ello “ha de resultar no sólo su aumento en bienes sino también en exaltación, en honras, gracias y mercedes pues son ofrecidas para entonces [...]

que ha expendido en su consecución y costas, con más los intereses que les correspondieren a justa y debida regulación y tanteo de personas inteligentes que nombremos ambos [...] o el virrey “de nuestro consentimiento”.³⁷

En su última proposición López alegó que las instrucciones dadas por Rodríguez eran ir a Europa solo “en busca de un ingenio de desagüe y modo de lavar metales”, los cuales consiguió al traer sus modelos y piezas. En consecuencia, para terminar con su obligación, se comprometía a construir ambos ingenios (siempre que se le abonara este trabajo), además, consentía en que fuera Rodríguez quien gozara únicamente de los privilegios reales sobre ellos.

Pero los demás ingenios que a mayor abundamiento y propia aplicación indagué, y de que en parte he traído modelos o pitipiés que ayudados de la comprensión que de ellos tengo pueden ponerse en corriente, han de quedar por míos y con tal libertad he de poder usar de ellos como propios, y entenderse conmigo para con ellos el real privilegio.

Por esta separación “con total independenciam” de intereses, él pagaría a Rodríguez lo erogado por los modelos para que quedaran como exclusivamente suyos y la mitad de los gastos ocasionados por la gestión de los privilegios reales.

Rodríguez acusó a López de haber concebido “tres fantásticas proposiciones”, “tres modos todos perniciosos, poco racionales y sin congruencia o proporción a los méritos que en la presente negociación le asiste, portándose en su

³⁷ Ante la sorna de Rodríguez, un hombre pobre carece de tanto dinero, López desafió al banquero: “pruebe a ver si es seria y si es verificable aceptándola, que si no le pagare su dinero” renunciará a cualquier derecho sobre los artificios y privilegios “y me allano a entregarle todos los modelos, todos los pitipiés, todos los mapas, todos los apuntes, todos los instrumentos, y a servirle de balde en la construcción y dirección de todos ellos”. Ahora bien, ¿en quién o quiénes pensaba López para ofrecer tan fuerte suma? Los únicos indicios que depara nuestra documentación son sus presuntos arreglos en Cádiz con Larrea y los Thuis en caso de confirmarse la bancarrota de Rodríguez.

errado concepto como igual en todo al dueño principal”, es decir, al financista de la empresa. Y en lo particular calificó los modos uno y tres de ser “tan ventajosos hacia él y en perjuicio mío que no habrá quien no los juzgue temerarios y exorbitantes”, y al dos “tan indecoroso a mi punto que causa rubor solo el imaginarlo”, pues el hecho de mandar traer desde Europa la maquinaria de desagüe a costa de su caudal y luego ceder “con tanta baratura y facilidad” los artificios y privilegios “me acreditará entonces de loco o de neciamente pródigo” o como un hombre “de inestable veleidad”.

Isidro Rodríguez quiso actuar siempre “como dueño y señor principal del negociado” al ser suyo todo el dinero aventurado y a arriesgar todavía en el proyecto de transferencia tecnológica: 155 115 pesos de una inversión calculada en 280 000 pesos hasta hacer andar los ingenios ingleses, “gasto más propio de monarca que de vasallo”.³⁸ Y siendo —como dueño del dinero— el mandante le correspondía la libertad de proponer la retribución del mandatario, pero éste, por una ambición sin frenos “que degenera en capricho irracional”, le había privado de ese derecho compeliéndole a elegir entre sus tres temerarias proposiciones, “en agravio de la confianza y ultraje de los buenos respectos que me debiera profesar”.³⁹ Sin embargo, proseguía el banquero, como por su “ser cristiano y de honradas obligaciones no me niego a remunerarle condignamente” y aunque aquél apenas ganaba 300 o 400 pesos anuales en el estanco de las nieves, pero “supuesto que él se estima subrogado en lugar de los artífices extranjeros” que le ordenó

³⁸ La frase y las cifras corresponden a un escrito presentado a la corte en 1731 en nombre de don Isidro Rodríguez. Téngase en cuenta que para tal fecha éste ya había saldado completamente todos los compromisos contraídos en Inglaterra y España por Larrea y los Thuis.

³⁹ Según argüía Rodríguez, hasta ahora nadie que haya puesto todo el dinero de una inversión de riesgo “ha deferido tanto a la industria, maña y diligencia de los mandatarios que estime éstas como capital colocado en la compañía, y que por esta razón, siendo el peligro de un solo socio, deban comunicar a medias las ganancias y logros que rindieren”, en este caso, los artificios ingleses.

traer, ofrecía a López la misma opción dada en sus instrucciones para la contratación de los expertos europeos, o sea el pago de 1 000 pesos por la colocación de cada ingenio de desagüe o un salario anual de 2 000 pesos.⁴⁰

Asimismo, notemos, junto a esta relación salarial subordinada, con qué amplitud Rodríguez reivindicaba sus derechos de único inversionista del proyecto: no sólo se le debe reconocer como dueño exclusivo de todos los instrumentos, modelos, planos traídos, sino también de “otros cualesquiera” artificio que Miguel López construyera “a su imitación [...] con el frívolo pretexto de ser ideas suyas y no pertenecer a los ingenios que de orden y costeados con dinero” suyo consiguiera en Inglaterra.

Frente a tales planteos Miguel López sostuvo sus presuntos derechos con base sobre todo entre las propiedades y preeminencias respectivas del “dinero” y del “saber”. Don Isidro Rodríguez pretendía vincularlo, a servirle mediante un salario, cuando “no se me puede obligar porque nací tan libre como cualquiera” y, “por lo que toca a mi persona, en nada soy inferior a dicho don Isidro” valorando un “saber”: el banquero no le habría encargado la misión en Europa “sino supiera mi pericia en las matemáticas, estudiadas y practicadas en mar y en tierra mucho antes que viese la vez primera a este reino”. Este saber, prosigue, “merecía más estimación” de parte del banquero ya que su indagación en la tecnología inglesa debía persuadirle “a que es más liberal mi inteligencia y más digna de ser correspondida que la de una material mecánica de haber ido por mapas y modelos”. Arguyendo su pertenencia a un rango de tipo superior, a la dignidad de las “artes liberales” donde se necesita el conocimiento de la matemática

⁴⁰ Ésta es la única proposición por escrito hecha por Rodríguez. Según López, el banquero le ofreció salarios desde 1 000 pesos mensuales hasta 20 000 y 30 000 anuales, que no aceptó por inciertos y por parecerle promesas ignominiosas, venales, “como que fuese obra mecánica lo liberal de unas artes [...]” También López dice haber rechazado una propuesta de Rodríguez, formulada por intermedio del doctor José de Escobar, de recibir el sexto de los minerales en las minas que desaguaran los ingenios ingleses.

y de la geometría contra la vulgaridad de las artes mecánicas, Miguel López propuso a la Audiencia de México esta conclusión a su favor: “sean o no desiguales las fortunas de los contrayentes”, en un negocio tan singular como era el de la transferencia de tecnología, “muchas veces es más estimada la maña, la diligencia, la industria, la solercia del que no tiene caudal, que el caudal del que lo tiene [...]”

Otra cuestión afín apareció en la airada discusión cuando don Isidro acusó también a López de incumplir expreso las instrucciones de contratar peritos en los ingenios de desagüe para forzarlo a sus pretensiones. Ante la imputación⁴¹ la defensa de López interesa por algunos detalles que ofrece sobre la posición de los técnicos en Inglaterra. En ese reino abundan “hombres profesores de las artes”, pero como sucede en todas partes, no todos son de igual capacidad y eminencia “por que unos se quedan en la inferior esfera de oficiales buenos solamente para ser mandados y sobreestanteados, y otros llegan a la cumbre del magisterio”. Sobre estos últimos hemos citado ya su versión: para la minería los principales proyectores de maquinaria eran sólo dos ingenieros, dueños de los ingenios y de muchas minas donde estaban colocados, y en las que no eran suyas “tienen la cuarta parte de los metales que sacan por razón de desagüe pues éste corre por su cuenta”.

Respecto a “la inferior esfera de oficiales”, López subrayó los altos ingresos de este grupo: el salario de 1 000 pesos anuales más el mantenimiento que proponía Isidro Rodríguez a los peritos extranjeros para ir a la Nueva España resultaba irrisoria para Inglaterra, incluso “para el menor oficial de semejantes artes” y así un maestro herrero mozo le respondió que, además del mantenimiento, “le debía dar 1 000 libras, que son 5 000 pesos, y que no ven-

⁴¹ En los escritos suyos, López muestra incluso jactancia por su decisiva importancia para la construcción de los ingenios ingleses en la Nueva España ante la no contratación de expertos extranjeros: “y más cuando Dios había querido que en mi residiese la llave de todo este negocio, y que por tanto siempre quedaría en mi para en caso que don Isidro no quisiese convenir a lo que fuese justo”.

dría por menos porque 500 libras ganaba en su tierra”. También López destacó la superioridad de los técnicos ingleses⁴² en Europa: muy pocos de ellos emigran,⁴³ salvo “alguno que por su poca habilidad no se haga caso de él, ni tenga cosa que hacer” en su tierra, y

[...] éstos ordinariamente son oficiales de carpintero, y no otra cosa, y que porque tienen algunos principios de matemática se hacen en otros reinos insignes ingenieros y particularmente entre nosotros, porque saben nuestra corta inteligencia y poca aplicación en semejantes obras.

Dada la controversia en esos términos, el banquero procuró romper su dependencia respecto al “saber” del indócil “mandatario” arriesgando más “dinero”. En efecto, en España, en agosto de 1729, Gaspar de Larrea y Pedro Francisco Thuis contrataron al “ingeniero de profesión” Francisco Bar-

⁴² Igual reconocimiento en Isidro Rodríguez: la nación inglesa era “fecunda de artífices mecánicos”, y de no mediar las ordenes prohibitivas de la corona “abundaría este reino [Nueva España] de ingleses profesores de todos artes y de raras habilidades [...]”

⁴³ López agregaba, ya como un fenómeno más general, que en Europa las emigraciones de técnicos se habían atenuado debido a la experiencia ocurrida “con el zar de Moscovia pasado”, quien de recorrido por Inglaterra y otros países “llevó muchos y buenos artífices de todos artes, ofreciéndoles grandes cantidades de salario” con la promesa “que cuando quisiesen volver a sus tierras les daría puerto franco, a lo que faltó pues cuando llegó este caso les negó” la salida.

Tratando de desautorizar estos argumentos de López Dieguez, en su impreso ya citado de 1730 Gaspar de Larrea aduce situaciones que me parecen relevantes para el tema de la emigración de técnicos. Habría sido fácil hallar “ingenieros de maquinaria (cuando no los quisiera españoles) ingleses, holandeses e irlandeses, de los muchos que pasaron de sus provincias a trabajar en las minas de Guadalcanal y Río Tinto, que hoy no se laboran por falta de avíos. Y es de creer que a España acudiesen tantos con bajos sueldos, y para Indias no hubiese ninguno”. Y luego, una vez “que en el Consejo de Indias se hizo pública la merced de privilegio” a don Isidro Rodríguez, los técnicos ingleses, “por medio de su Ministro Británico”, interpusieron “pretensiones” sobre esa maquinaria “corroborándolo con que no querían otra cosa que pasar a Indias al establecimiento de lo que proponían, y costearían en un todo hasta hacer visible la experiencia”.

nola para que viajara a México en la flota próxima a zarpar, dejando pendiente el ajuste de sus utilidades “en las máquinas que se deben construir para desaguar las minas” a la negociación directa con don Isidro Rodríguez. Alentado por la noticia éste comunicó al virrey “que tiene hoy en día quien pueda enseñarle el uso, construcción y armamentos [de los ingenios] con incomparable ventaja y exceso a la corta inteligencia y torpe uso que de ellos tiene el referido don Miguel López Dieguez [...]” Pero es como si el misterioso destino ya estuviera predeterminado para su insólita empresa de transferencia tecnológica: “a muy pocos días de su llegada” al puerto de Veracruz, una epidemia y la muerte, alcanzaron al “ingeniero” Barnola y a 15 de los 16 operarios⁴⁴ que formaban su equipo de trabajo.

Por último, la actuación del gobierno en este borrascoso pleito. Si bien algunas personalidades de la Nueva España intentaron mediar en la pendencia (Francisco Antonio Pimentel, el fraile mercedario Teodoro Cerezal y el notable geómetra doctor José de Escobar), la intervención mayor —pero sin lograr tampoco mayores resultados— correspondió al virrey Marqués de Casafuerte, urgido en tal sentido por el ministro José Patiño.

Para el virrey, en acuerdo con el fiscal de la Audiencia, existía un principio muy claro: todos los ingenios conseguidos en Inglaterra y sus modelos, dibujos y explicaciones, pertenecían a Isidro Rodríguez, y también “cualesquier instrumento” que Miguel López “discurriere y plantare como sean conducentes al propio fin de desagüe de minas y beneficio de metales deben siempre, en términos de derecho, juzgarse como propios de don Isidro por deberse presumir los aprendió y adquirió a costa de éste”. Para el gobierno, sin embargo, en tanto su interés prioritario era verificar en la práctica la eventual eficacia de la nueva tec-

⁴⁴ La autorización otorgada por la Casa de la Contratación a las Indias para embarcar en los navíos de la flota, señala a Barnola como “profesor matemático” y la especialidad de ocho oficiales: dos maestros carpinteros de rivera, un maestro herrero, tres maestros de barrenar bombas y dos maestros fundidores.

nología, especialmente la de desagüe, tan crucial resultaba el dinero del banquero Rodríguez como el saber de Miguel López para construir y hacer funcionar los ingenios ingleses, pues a decir del fiscal, no teniendo aquél “inteligencia en su manipulación”, ante cualquier decisión adversa de la justicia, López “podría con malicia decir que no acertaba a ponerlos o habérsele olvidado lo que aprendió, contra cuya resistencia no era bastante apremio ni diligencia alguna”. Entonces, obligado por esta situación, el gobierno, como lo expresan sus documentos, aplicó “una industriosa y simulada solercia para que se consiguiera el fin que de otra forma era inasequible”, consistente en posponer el reconocimiento de los derechos del banquero hasta que López pusiera en funcionamiento la tecnología inglesa.

Pero la sinuosa política fracasó ante la rivalidad de los contendientes y los problemas del banquero Rodríguez para financiar la última etapa del proyecto de transferencia tecnológica. A estos respectos, al reseñar su actuación en este conflicto en 1731,⁴⁵ el virrey puntualizó que Miguel López siempre puso repetidos subterfugios

[...] a las providencias que di encaminadas a que se actuasen las máquinas, y era por las novedades que intentó sobre querer incluirse y asegurarse por premio y satisfacción de su trabajo parte del interés y fruto que rindiesen las máquinas e instrumentos puestos en actitud para dar principio al desagüe de las minas [...]

pero el virrey también atribuyó el escaso éxito de la intervención oficial a “la falta de caudal” (y a “su natural desidia”) de Isidro Rodríguez; así, todas las órdenes dadas por su gobierno para facilitar el corte de las maderas que requería el ingenio principal de desagüe y para la conducción de sus tuberías y piezas desde Veracruz a Pachuca —transporte cuyo costo estimó en 12 000 pesos— quedaban, al final, sin efecto ya que Rodríguez al no tener fon-

⁴⁵ Carta del Marqués de Casafuerte al ministro José Patiño, México, 20 de julio de 1731.

dos para cumplirlas las objetaba jurídicamente, procurando de esa forma ocultar su “manifiesta decadencia” económica. Por lo tanto, a su juicio toda posibilidad de instalar y probar el ingenio mayor de desagüe había quedado prácticamente cancelada cuando Gaspar de Larrea llegó desde Cádiz a México para cobrar a don Isidro Rodríguez “más de 30 000 pesos que restaba del precio” de los artificios ingleses, pues “esta satisfacción que practicó don Isidro⁴⁶ fue la mayor ruina y quebranto que se le pudo inferir de que no convalecerá sino interviniese algún peregrino accidente de felicidad [...]” Y quizás para justificar la parte que le tocaba a su gobierno, el virrey no dejó de explicar al ministro Patiño cómo se dio la quiebra final del banquero: la presión de Larrea para cobrar el saldo de las obligaciones contraídas a su nombre en Europa “arrastró” a Rodríguez a pedir en préstamo tal suma cuyos intereses, unidos a los de “los muchos réditos que debía pagar de los principales” anteriores, lo dejaron “destituido de facultades” e imposibilitado de cumplir el “año de la renta del asiento de Naipes que era a su cargo [...] habiéndose hecho necesaria la providencia de ejecutarle por el débito Real [...]”⁴⁷

LA TECNOLOGÍA INGLESA EN LA NUEVA ESPAÑA

En esta parte y en el apéndice documental se terminará de presentar la información acerca de las características de la tecnología sustraída de Inglaterra y lo ocurrido con ella en la Nueva España. Aunque Miguel López se interesó también por barrenos,⁴⁸ ingenios de ventilación y de mo-

⁴⁶ Calculo que este pago debió efectuarse hacia finales de 1729 o principio de 1730.

⁴⁷ La ejecución de los bienes de Isidro Rodríguez por la Real Hacienda, con motivo de una deuda de 37 506 pesos, se trabó entre el 4 y el 7 de julio de 1730; debido a tal embargo Rodríguez dejó de pagar los réditos de los capitales depositados en su Banco de plata. Véase AGN, *Bienes Nacionales*, vol. 238, exp. 18.

⁴⁸ Nuestra fuente no describe los barrenos traídos de Inglaterra; López los envió a Real del Monte (apéndice II), pero no tenemos constan-

ler y lavar metales, nuestros datos versan casi exclusivamente sobre la maquinaria de desagüe y el horno de fundición.

Por la *Gazeta de México* sabíamos ya que López probó en el real de Pachuca un horno de fundición y unas máquinas de desagüe llamadas de tamboretas.⁴⁹ Toda la información que provee la nueva fuente sobre el horno, se halla transcrita en los apéndices documentales (III y VI). La somera descripción incluida en el testimonio de la prueba realizada en octubre de 1729 denota un horno de reverbero sin ningún género de aparato para inyección de aire, pero nada refiere sobre los materiales de construcción ni sobre la forma y tamaño de su planta, salvo la mención a la altura inusitada —para el paisaje minero novohispano— de la chimenea (unos 8.40 m). Además, el testimonio contiene, una enfática valoración de sus ventajas sobre el horno castellano utilizado por nuestra minería. Habría una notable reducción de costos en el combustible (“poca leña” en vez del carbón más caro y en gran cantidad), en la liga

cia de que los haya utilizado ni tampoco sobre alguna posible difusión de éstos en la Nueva España. Con un sentido ilustrativo recuerdo que Alzate publicó en 1770 un opúsculo titulado “Descripción del barreno inglés, instrumento muy útil y necesario para los mineros y labradores” donde resume una información europea (cita el *Journal Economique*, París (feb. 1753) del nuevo barreno desarrollado en 1726 por Triewal en las carboníferas de Newcastle, que perforaba hasta 120 varas y del cual obtuvo privilegio exclusivo en 1728; con base en estos datos y en las ilustraciones de barrenos proporcionadas por Leupold en su *Theatrum Machinarum Hydraulicarum*, Alzate concibe “hacer un instrumento a poco costo: Todo se reduce a fabricar todas las piezas (a excepción de los barrenos, y parte superior en que está el anillo) de tepehuaje, o de otra madera muy sólida, de que tanto abunda nuestra América [...]”; ALZATE, 1831, t. IV, pp. 176-179.

⁴⁹ Dentro del contexto del pleito con don Isidro Rodríguez cabe agregar que estas acciones fueron realizadas a instancias de Miguel López, al creer que al probar la eficacia de esos ingenios y argumentar ser invenciones originales suyas, podría obtener privilegios exclusivos sobre ellos. El virrey accedió a sus peticiones con el objetivo de llevarlo “a la ejecución y efecto demostrativo” de la tecnología inglesa para luego reconocerle al banquero Rodríguez los derechos sobre ella.

con fundentes al omitirse el agregado de temesquitate⁵⁰ y grasa —también cendrada—, y en el sistema de alimentación de aire al prescindir de los grandes fuelles movidos por caballos o mulas.⁵¹ Tales ventajas se magnificarían, además, por el notable rendimiento térmico de este horno, pues completaba la fundición de una carga de seis arrobas y media de mineral en una hora y cuarto contra las seis horas usualmente empleadas por el horno castellano.⁵²

Según lo que registra este testimonio (aunque reparamos, la prueba omitió —o el testimonio dejó de especificar— el ensayo previo por menor para determinar qué proporción de la plata contenida en la carga de mineral lograba sacar el nuevo procedimiento de fundición) el horno de reverbero inglés ostentaba ventajas muy impresionantes sobre el horno castellano. Pero sucede que otro informe, compuesto por los oficiales reales de Pachuca a petición del virrey Casafuerte (véase el apéndice VI), contiene un juicio absolutamente adverso al resultado de las fundiciones del horno inglés; la alusión a un presunto defecto “en la forma del vaso” junto a otra crítica más general (“era tanta la vehemencia del fuego que se entendía que no hallando éste resistencia bastante en la materia del compuesto del horno o la abría o la vitrificaba”) remiten a problemas ocasionados no por la liga empleada en la revoltura, sino al tipo de combustible utilizado (leña en vez de hulla) y/o deficiencias en el sistema del horno que cau-

⁵⁰ O temescuitate, “vidrios de plomo” véase GARCÉS Y EGUÍA, 1802, p. 47; lo mismo, más comprensible, “escoria de plomo, rica en plata”, STUBBE, 1944, p. 182.

⁵¹ En carta al ministro Patiño, 28/10/1729, López resaltaba este ahorro: en los hornos “que se usan en este reino se tienen fuelles para el soplo y se mueven con un artificio de una rueda y linternilla de cuyas aspas tiran cuatro mulas las que necesitan quien la arree [...]”

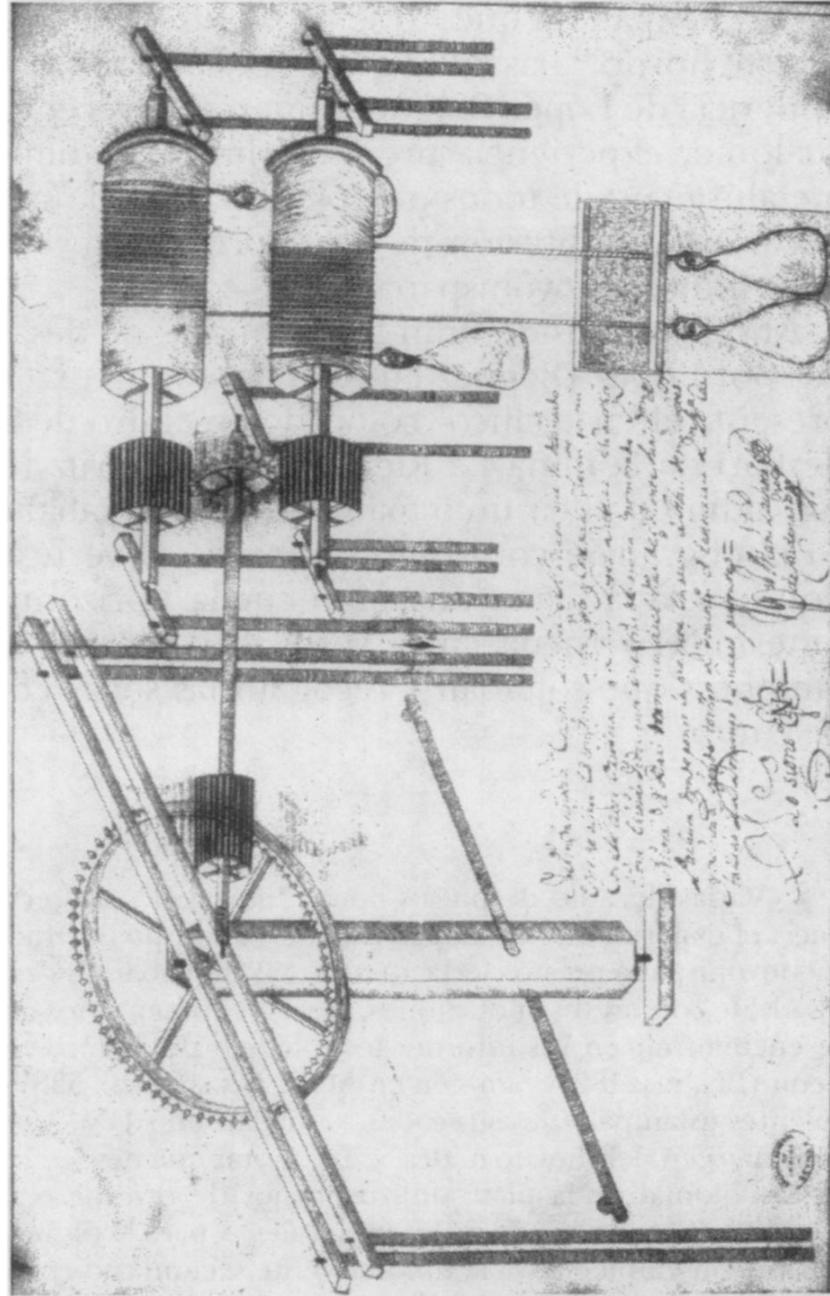
⁵² Esto es, en 24 horas, 125 contra 26 arrobas. En 1795 un experto como José Garcés, fundía “en los mejores hornos [castellanos] y con el mejor soplo” 64 arrobas como máximo en 24 horas y así daba como hecho excepcional haber logrado fundiciones en Bolaños de 96 arrobas diarias atribuibles al “espato fluor de que están cargados aquellos minerales”; GARCÉS Y EGUÍA, 1802, p. 54.

saban una vitrificación del plomo (greta) y de la plata durante el proceso de la fusión. Por lo demás el informe de los oficiales reales de Pachuca es concluyente sobre el resultado de las pruebas: luego de experimentar con algunas planchas “se reconoció grande dificultad en fundirlas y sacarlas, de manera que no se prosiguió en la práctica y uso de este horno”. Las fallas quizás puedan ser atribuidas a la impericia de López Dieguez, quien al parecer carecería de cualquier experiencia previa en los procedimientos pirometalúrgicos; de todos modos, el fracaso de su prueba explicaría la no difusión de este horno de reverbero inglés en la minería novohispana.⁵³

Ahora se considerarán las máquinas de desagüe probadas por López Dieguez en Real del Monte. La figura 1 representa el “arte chico” colocado en el tiro de San Nicolás de Bari en la mina La Rica, cuya única cruz (o espeque) sólo admitía uncir un máximo de cuatro caballos; está claro el engranaje constituido por un eje vertical rotatorio donde estaba fijada una gran rueda horizontal dentada, linternillas y rueda chica vertical, para accionar los dos tambores que soltaban y recogían las sogas con las botas de cuero.

⁵³ Varias décadas después y como “novedad”, sin recuerdo alguno hacia el experimento de López Dieguez, el grupo ilustrado de la minería novohispana prestó cierta atención al “horno inglés”: hay un dibujo de Alzate con breves anotaciones, pero los comentarios más sugerentes se encuentran en un informe tecnológico de 1771 de Velázquez de León (BN, ms. 482, y también en AGN, *Historia*, vol. 558) con cinco excelentes estampas (desagregadas, se hallan en AGN, *Minería*, vol. 11). Ya al margen del “horno inglés” cabe anotar que desde el siglo xvi la minería colonial de la plata utilizó hornos de reverbero para el calcin (quema o tostado previo de los minerales) y para la última fase de la afinación. Su empleo para la fundición fue secundario en la Nueva España, muy atrás del horno castellano, al contrario de Perú donde, incluso, BARBA, 1770, p. 157, concluía que “es entre los modos de fundir el más noble y más a propósito para los metales de oro y plata, mayormente si son muy ricos como tacanas, rosicleres, cochizos, espejados y plomería”; véase sin embargo, la crítica a su rendimiento en Oruro, hacia 1618, que vierte COBO, 1964, t. 1, pp. 144-146.

Figura 1
 EL "ARTE CHICO" INGLÉS PROBADO POR MIGUEL LÓPEZ DIEGUEZ
 EN REAL DEL MONTE

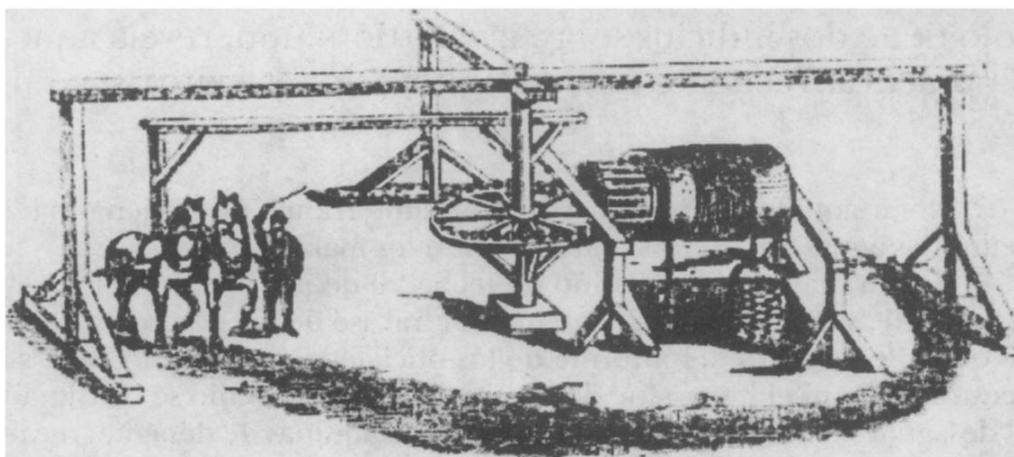


FUENTE: AGI, MP, Minas 109.

Respecto a los llamados “arte menor” de desagüe, colocados después en otros dos tiros (Jesús y Nuestra Señora de Guadalupe) de la mina La Rica, los documentos (apéndices V y VI) sugieren el mismo sistema de engranaje del “arte chico”, pero accionando un solo tambor, y que al tener dos cruces para uncir hasta ocho caballos tal adición de potencia requería que sus partes fueran proporcionalmente más grandes y fuertes. Sin duda alguna este “arte menor” era similar al “cog and rung gin” que ilustra la figura 2, pero nótese que este modelo tiene una sola palanca colocada en lo alto del eje vertical, mientras la máquina probada en Real del Monte es de cuatro palancas (dos cruces) ubicadas probablemente más cerca del suelo, a la altura del pecho del caballo, como ocurre en el “arte chico”.

Figura 2

“COG AND RUNG GIN” EMPLEADO DURANTE EL SIGLO XVII
EN LA MINERÍA INGLESA PARA SUBIR EL CARBÓN A LA SUPERFICIE



FUENTE: GALLOWAY, 1898, I, p. 168.

Acerca del desempeño del “arte chico” tenemos una referencia elogiosa, pero poco precisa sobre su capacidad de desagüe (véase el apéndice IV). En relación con el “arte menor” tanto los testimonios de las pruebas como el informe de los oficiales reales de Pachuca coinciden en su notable superioridad práctica sobre los malacates novohis-

panos: a igualdad de fuerza motriz (cuatro caballos) esta máquina inglesa extraía casi cuatro veces más agua y seis veces y media más aumentando su fuerza a seis caballos, diferencia de capacidad que podía ser mayor todavía si se le aplicaba la máxima fuerza que admitía (ocho caballos); de otra manera, mientras los malacates novohispanos sólo elevaban 25 botas de 19 arrobas de agua por hora, en el mismo tiempo los ingenios ingleses elevaban 68-70 botas de 25 o de 46 arrobas de agua según se aplicara una fuerza de cuatro o de seis caballos (véase el apéndice V). El informe de los oficiales reales de Pachuca⁵⁴ expresa esta superioridad en términos monetarios: el costo de operación de la máquina inglesa, para extraer un mismo volumen de agua, resultaba inferior en 560 pesos por semana al de los malacates novohispanos. Un ahorro extraordinario.

Dadas sus evidentes ventajas sobre los malacates de ese momento⁵⁵ lo esperable sería un rápido movimiento de difusión de esta maquinaria inglesa en la minería de la Nueva España. Sin embargo, se carece de datos suficientes para verificar tal presunción. Por un lado, nuestra fuente sólo tiene dos indicios sobre la cuestión; uno, revela aquella práctica frecuente ante las innovaciones exitosas: com-

⁵⁴ Notar aquí la referencia al empleo subterráneo de cigüeñas para reunir las aguas en los tiros donde operan los malacates.

⁵⁵ En carta al ministro Patiño de fecha 20 de julio de 1731 el virrey Casafuerte, seguramente para atenuar el fracaso de sus gestiones, arguye que el contenido del informe de los oficiales reales de Pachuca “se reduce a que ni el horno fue de servicio ni con el ingenio se consiguió el desaguar la mina” cuando éstos, para las máquinas de desagüe, recalcaron con justo criterio dos hechos: la potencia de cada “arte menor” inglés equivalía a la de nueve malacates, “pero con todo esto no fue el agua vencible en dicha mina Rica por la mucha de que abunda a causa de sus grandes veneros” (véase el apéndice VI). A propósito de la Vizcaína recuérdese que muy poco después José Alejandro Bustamante ideó “la obra de una larguísima y costosísima contramina, único medio para la consecución de su intento porque las aguas eran tan copiosas que superaban el efecto de todas las máquinas imaginables”; LASSÁGA y VELÁZQUEZ DE LEÓN, 1774, p. 11. También que las inundaciones en Real del Monte constituyeron, incluso, un grave desafío para las máquinas de vapor en las décadas de 1830-1850 véase BURKART, 1989.

probada su eficacia el “arte chico” inglés habría sido copiado en seguida en el distrito minero de Tlalpujahua;⁵⁶ el otro, señala la andanza de López Dieguez —haciendo compañía con Francisco Antonio Pimentel y Sotomayor— en Zacatecas ofreciendo desaguar minas como las de Pabellón, los Reyes y Quebradilla, a cambio de participar “en la quinta parte de sus frutos” (véase el apéndice VI), pero nada nos dice sobre el resultado de esas gestiones.

Sin más información directa sobre lo ocurrido en la Nueva España con estas máquinas inglesas, cabe especular con los pocos datos que hay acerca de la evolución local de la tecnología de desagüe.⁵⁷ Hacia 1749 el doctor Joseph Sáenz de Escobar, en el tratado segundo dedicado a las medidas de minas de su obra *Geometría Práctica y Mecánica*, observaba que para el desagüe y la extracción de mineral y tepetates los mineros se valían “para todo de el arte de una rueda grande que se mueve con mulas y una rueda pequeña que dicen linternilla con su eje o devanadera donde enredan y desenredan las sogas que se ponen, de suerte que una bota sube y otra baja”, cuya preeminencia habría durado algunos años más considerando que en 1761 Francisco Javier de Gamboa anotaba que el desagüe se realizaba mediante “la máquina Tractoria de dos ruedas, la una grande y otra que dicen linternilla, al impulso de mulas o caballos, y ay dos especies: la una de malacate

⁵⁶ Cartas de López Dieguez al ministro Patiño, Real del Monte, 20-6-1730 y 28-1-1731.

⁵⁷ En 1774 dos notables expertos, dentro de su dura crítica a la base técnica del sector minero y a la formación de los operarios que detentaban ese saber, admitían que “solo en el desagüe de las minas [...] se conoce adelantamiento respecto del de los antiguos, pero con todo eso está muy lejos de aquel estado en que debiera estar si se hubiera añadido a la práctica el auxilio de las buenas instrucciones”, LASSÁGA y VELÁZQUEZ DE LEÓN, 1774, p. 40. En 1778 el Real Tribunal de Minería reiteraba la idea de este relativo “adelantamiento” tecnológico haciendo mención que en el siglo anterior el desagüe se realizaba “por medio de bombas groseramente fabricadas y otros artes o ingenios rudísimos, cuyas reliquias se hallan todavía cuando se rehabilitan algunas minas de aquella antigüedad [...]”; AGN, *Minería*, vol. 6, exp. 3.

echado, y otra de malacate parado, que es de mas alivio para las bestias, y de mayor ligereza”.⁵⁸ Falta sin embargo corroborar, con información más detallada, si esta máquina de dos ruedas movida por fuerza animal consistía o derivaba de los ingenios obtenidos por López Dieguez en Inglaterra o tenía alguna otra procedencia. Ahora bien, la discusión pública sostenida en 1784-1785 por Alzate y Velázquez de León —a propósito justamente de las posibles mejoras a introducir en ella—⁵⁹ establece que ya en esa década la máquina de mayor eficacia y uso era un malacate (“que llaman de marca”, dice Velázquez de León) cuyo eje vertical o devanadera, con un diámetro aproximado de seis varas y de figura no cilíndrica, sino ochavada —o hexagonal a veces—, se situaba a 27-30 varas de distancia de la boca del tiro y era movida por un máximo de cuatro caballos al tener una sola cruz.

Por suerte podemos determinar con bastante seguridad el primer desarrollo de este malacate. En unos informes de 1753 dos mineros de Taxco, Joseph Martínez de Viedma y Joseph de la Borda, destacan que ellos empleaban unas “artes mayores” de desagüe cuyas descripciones⁶⁰ corresponden exactamente al tipo de malacate cuya mejora discutieron Alzate y Velázquez de León tres décadas más tarde. Creo en consecuencia que Taxco debió ser el primer real de minas donde se aplicó esta máquina, pero no sé si atribuir la innovación a Borda, a Martínez de Viedma o a ambos actuando de común acuerdo; los conocimientos teóricos y pericia práctica en el desagüe de minas del insigne Joseph de la Borda sugieren que la innovación debió ser suya pero resulta que el informe del casi desconocido minero Martínez de Viedma revela no solo a un gran azoguero sino también a un experto constructor de máquinas.⁶¹ Tampoco puedo precisar, en función de nuestra

⁵⁸ GAMBOA, 1874, p. 232.

⁵⁹ Reimpresa en ALZATE, 1831, vol. IV, pp. 292-349.

⁶⁰ Ver las que realizan ambos mineros en LÓPEZ DE MIRAMONTES, 1975, pp. 37 y 49-50.

⁶¹ Mientras la descripción de la máquina hecha por De la Borda es

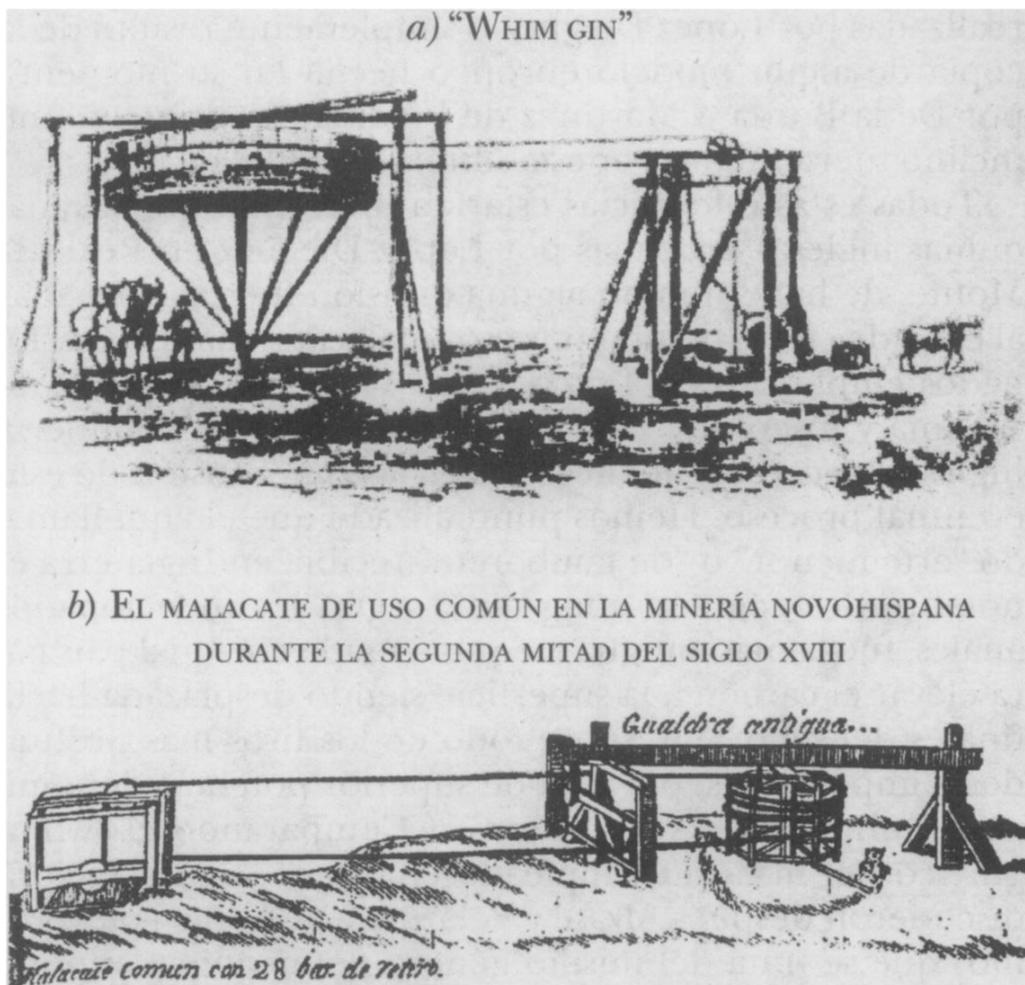
problemática, si este malacate de Taxco derivó de un desarrollo local, de las observaciones de la tecnología inglesa realizadas por López Dieguez o simplemente resultó de la copia de algún modelo europeo hecha en su momento por De la Borda o Martínez de Viedma; en principio me inclino fuertemente por esta última posibilidad.

Todas estas referencias estarían indicando que las máquinas inglesas probadas por López Dieguez en Real del Monte, de haber tenido alguna difusión fueron relegadas al cabo de cierto tiempo por esos malacates más perfeccionados empleados en Taxco, ya en 1753, por Martínez de Viedma y Joseph de la Borda. Unos anales de la minería inglesa del carbón nos acercaría a la comprensión de este eventual proceso. Hemos puntualizado que el aquí llamado “arte menor” o “de tamborete” recibía en Inglaterra el nombre de “cog and rung gin”; según los mencionados anales, fue la más antigua máquina usada en aquel país para elevar el carbón a la superficie siendo desplazada hacia finales del siglo XVII, sobre todo en los tiros más profundos e importantes, por otra de superior potencia denominada “whim gin o vertical gin”.⁶² Comparando el “whim gin” con el malacate empleado en Taxco —cuya mejora discutieron después Alzate y Velázquez de León— advertimos que se trata del mismo género de máquina, aunque con diferencia en el diseño del eje vertical o devanadera y de la altura a que se colocaban las palancas (véanse las figuras 3, *a* y *b*).

muy general, la de Martínez de Viedmar resulta tan prolija en los detalles y medidas que permite la confección de su plano; además, él incluyó en su informe, “para su más clara y puntual demostración, los modelos del horno del tostadillo, lavadero, cigüeña y malacate con sus correspondientes dimensiones y tamaños, a discreción de la escalera o pitipié con que están arregladas sus figuras en cuanto según óptica se dejan registrar de la vista; conforme a ellas se ofrecen en sus posturas y movimientos”. López de Miramontes, 1975, p. 37.

⁶² GALLOWAY, 1898, vol. 1, pp. 178-179.

Figura 3



FUENTES: GALLOWAY, 1898, vol. I, p. 178 y ALZATE, 1831, vol. IV, p. 349.

Respecto a la posible difusión de la tecnología inglesa de desagüe, efectivamente probada en Real del Monte, falta todavía, considerar dos detalles. Los apéndices III y IV distinguen la diferencia de cuerdas empleadas para soltar y recoger las botas de cuero, sogas de cáñamo en las máquinas inglesas y cadenas de hierro en los malacates novohispanos; por otra parte, la discusión de 1784-1785 entre Alzate y Velázquez de León manifiesta que en los malacates ya se utilizaban preferentemente, sogas fabricadas con agave ("lechuguilla").⁶³ Tampoco se puede puntualizar si Miguel López

⁶³ Velázquez de León hacía notar que "como la lechuguilla es de di-

Dieguez fue el primero en adoptar cuerdas de fibra vegetal para el desagüe en la minería novohispana. El segundo detalle es igualmente interesante. Al describir el “arte menor” inglés enfatizamos el elemento de las dos cruces (cuatro palancas) que permitían uncir hasta ocho caballos lográndose así recoger a determinada velocidad botas de cuero y medio con una capacidad de 46 arrobas de agua. Pues bien, tiempo después se subrayaba como novedad el hecho de que Velázquez de León construyera, en sus minas de Temascaltepec, en 1777, “unos malacates con dos espeques dobles, esto es, con dos cruces, a las cuales se aplicaron simultáneamente cuatro pares de caballos a un tiempo, por cuyo medio sacan botas de dos cueros y medio cada una [...]”⁶⁴

Es conveniente exponer, igualmente en detalle, la información sobre la tecnología inglesa de desagüe que López Dieguez no alcanzó a probar en Real del Monte. Según el apéndice VI empezó a construir otra máquina denominada “arte grande” cuyo costo se calculaba de 18 000 a 20 000 pesos, y cuando el gasto ascendió a 13 000 pesos se detuvo la obra por la insolvencia del minero que la financiaba. Las cifras de la inversión total estimada indican la envergadura y la complejidad de dicha máquina en relación con el “arte chico” y el “arte menor”.⁶⁵ Entonces, este in-

ferentes especies [de agave], y sus hilos son cortos, lisos y quebradizos”, su grosor para el uso en los malacates se deducía de reglas “mucho menos seguras que en el cáñamo”; también que untarlas con brea y alquitrán “no tiene buen efecto como en el cáñamo, sino que la lastima la lechuguilla, y se salta el betún con facilidad, y en fin no dura nada”; en ALZATE, 1831, vol. iv, p. 309.

⁶⁴ ALZATE, 1831, vol. iv, pp. 304-305 y 330. En el whim gin “el número de palancas, y el número de caballos, podían incrementarse según las necesidades, sin obstruir las operaciones de la parte superior del tiro” según GALLOWAY, 1898, vol. i, p. 179. Pero los malacates o whim gin empleados en Taxco en 1753 por Martínez de Viedsma y Joseph de la Borda parecen claramente definidos para una sola cruz o espeque (de “trece varas de largo, una cuarta de ancho y una sexma de grueso”), o sea con dos palancas donde en cada una “se ponen dos caballos o machos de tiro”; véase LÓPEZ DE MIRAMONTES, 1975, p. 37.

⁶⁵ Según los datos de nuestro expediente el “arte chico” tendría un costo de 500 pesos y el “arte menor” de 600 a 700 pesos.

concluso “arte grande” podría representar la tecnología que López Dieguez eligió en Inglaterra como alternativa para la bomba de Newcomen.

El apéndice I refiere tres ingenios de desaguar a más de 100 estados de profundidad posiblemente variantes —rueda hidráulica o accionada por caballos o para ambos tipos de fuerza— de un mismo género de máquina. Ahora bien, ¿cuáles serían las características de esta máquina, o en un sentido más definido, la del llamado “ingenio principal de desagüe” que representó la mayor parte de la inversión en el proyecto de transferencia tecnológica, a cuyos “tubos y canales” desembarcados en Veracruz, alude Francisco Javier de Gamboa y que el virrey Casafuerte procuró infructuosamente que se instalara en Pachuca? El apéndice II contiene una referencia bastante específica: Miguel López trajo consigo de Europa dos planos y el modelo a escala de seis pies de alto y dos pies de ancho, de una máquina con una rueda movida por 16 caballos con cuatro bombas para elevar e ir descargando sucesivamente el agua desde el plan hacia tres cisternas y un conducto de expulsión. Pero notemos también, según sus declaraciones, el modelo del “ingenio principal” y las piezas de hierro y bronce del mismo habían quedado en España.

Nuestra fuente depara algunos datos más sobre el “ingenio principal”. Primero, de todos sus componentes fabricados en Inglaterra, en Veracruz se hallaba solamente el eje de hierro, de tres varas de largo y una vara y cuarto de ancho con un peso de 54 arrobas. Segundo, cuando los apremios del virrey Casafuerte obligaron en principio a Miguel López a construir el ingenio, éste enlistó toda la madera, cobre, estaño (“para mezclar con el cobre y hacer bronce”), plomo, hierro y acero que eran necesarios para emprender el trabajo. Estas listas de materiales ofrecen más detalles de la máquina. El de una rueda principal de siete varas de diámetro (unos 6 m) y seis ruedas de cuatro varas de diámetro (3.36 m) “cuyo círculo se ha de componer de cuatro piezas del grueso de media vara en cuadro” las cuales podemos suponer dentadas o parcialmente dentadas. Para la tubería, Miguel López solicitó muchísimos

maderos de cedro, roble o encino, bien derechos, con gruesos de 12 hasta 20, 24 y 36 pulgadas y de 15 hasta 30, 36 y 40 pies de largo; conjeturo que ahuecados los troncos, López pensaba forrar el interior con plomo o bronce (la aleación sería de cobre, estaño y plomo). La lista de metales necesarios remite, además, a la fabricación de “cuatro cilindros, cuatro barriles de aferrar, cuatro barriles de viento, anillos sobre que han de trabajar todos los ejes y cisternas, platos y morteros”. Por último, como en la discusión acerca del tiro donde se colocaría la máquina omite toda mención a la necesidad de una corriente de agua, ello sugiere que la gran rueda motor sería movida mediante la costosa fuerza de caballos.

Todos estos detalles perfilan como una bomba aspirante de cuatro tramos en serie⁶⁶ el género de máquina elegida por Miguel López en Inglaterra, en sustitución de la “bomba de fuego” de Newcomen. Con esta certidumbre veamos algunos antecedentes de su aplicación en el desagüe de minas. En el libro VI de su obra clásica, G. Agrícola presenta un cuadro de la compleja composición alcanzada por el ramo de desagüe en la minería “alemana” hacia la década de 1550. Él detalla con extrema minuciosidad las cuatro clases de maquinarias —con sus distintos tipos— efectivamente empleadas en esa área de vanguardia tecnológica: las de arrastre, con cinco máquinas que servían para extraer tanto agua como carga seca; la de cadena de cangilones, con tres; la de cangilones y bolas, con seis, y las de succión por pistones, con siete. Del total de 21 máquinas, trece están movidas por hombres, tres, por fuerza animal y cinco

⁶⁶ Si fuera así, destinada a operar a más de 100 estados de profundidad, cada una de sus cuatro bombas en serie tendría una longitud mínima de 60/66 varas. Significaría un logro impresionante: ocho décadas después, al tratar sobre este género de bomba, Elhúyar comentaba que en los países de Europa “las hay de tres especies que solo se distinguen por su tamaño, a saber” bombas bajas, medianas y altas, es decir de 10, 15/20 y 30/32 varas (8, 12/17 y 25/27 metros más o menos), y “de aquí resulta que en una mina de alguna profundidad es preciso repetir las bombas, según su tamaño, cuanto lo requiera esta...”; ELHÚYAR, 1807, pp. 26-27.

por fuerza hidráulica; en las últimas, como dice Agrícola, “realmente, el agua es la que extrae el agua”. Se deben subrayar estas diferencias de complejidad y potencia entre las siete máquinas de succión por pistones: la potencia de las cinco primeras está limitada debido a que el pistón es impulsado por la fuerza del hombre, en cambio la séptima y última está compuesta por varios tubos o cilindros, eleva el agua en tres tramos y los vástagos del pistón de todos los cilindros son movidos al mismo tiempo, cuando la corriente de agua es suficiente, por una sola rueda hidráulica de quince pies de alto alimentada por encima. Agrícola expresa su admiración por esta máquina “inventada hace diez años, que es la más ingeniosa, duradera y útil de todas, puede hacerse sin mucho gasto”.⁶⁷

Hollister-Short ha estudiado los primeros 50 años de evolución y difusión de esta máquina hidráulica. Creada seguramente en Bohemia, sin embargo la primera mención (con el nombre de Stangenkunst) de la construcción de ella, aparece en una crónica de 1551 sobre el distrito minero de Joachimsthal; en 1554-1557 se colocaron otras máquinas hidráulicas en Schneeberg para remplazar las de norias accionadas por rueda con agua. Pero el área que enseguida concentró la construcción y mejoras de la Stangenkunst, fue Harz; hacia 1570 estaban en función 21 máquinas en Freiberg y otras 17 en el distrito vecino de Brand. Por otra parte, el dibujo y las explicaciones de Agrícola corresponden al primer desarrollo de la máquina, apenas distante de la “fase del prototipo”; ya hacia 1570, la sustitución del mecanismo de cilindros oscilantes por el de barras continuas conectadas al cigüeñal de la rueda motriz, produciendo un solo movimiento alternativo vertical, permitía accionar simultáneamente tres columnas de bombas; años después un sistema de barras paralelas, que hizo posible la transmisión de energía a distancia, solucionaba el problema de la eventual separación entre las ubicaciones de la fuente de fuerza hidráulica y el tiro de la mina. La difusión de la máquina fuera del ámbito de la mi-

⁶⁷ AGRÍCOLA, 1556, pp. 189-194.

nería “alemana”, hacia la Europa septentrional y Suecia, a Idria por el sur y hacia Bélgica, se dio a finales del siglo XVI. Pero es probable que esta nueva tecnología empezara a conocerse en Inglaterra hacia fechas más tempranas, a partir de 1560, con motivo de la gran afluencia de mineros alemanes a ese reino.⁶⁸

Ahora bien, a excepción de la gestión financiada por el banquero Isidro Rodríguez, no se sabe de otros intentos para aplicar este género de máquina al desagüe de minas, sea en España o en sus colonias americanas. En este sentido, aunque fuera con tanto retraso y, además, como sustitución de la bomba de Newcomen, “el ingenio principal de desagüe” cuyo modelo y planos obtuvo Miguel López Dieguez en Inglaterra, aunado a la posibilidad de fabricar localmente todas sus piezas salvo el eje de hierro, habría representado un verdadero acontecimiento original en el desarrollo de nuestra tecnología minera en caso de construirse y tener éxito en su funcionamiento.

Tan significativa eventualidad me induce a concluir este ensayo con una breve mención a otro proyecto destinado a innovar en la tecnología de desagüe de la Nueva España y cuya experimentación práctica se realizó, precisamente, en las minas de Real del Monte.⁶⁹ Entre 1802-1803 y 1808, Fausto de Elhúyar se dedicó a desarrollar una tecnología concebida para las minas de medianas y mayores “posibilidades” y para las condiciones específicas de México (como bien decía él, “un país en que la escasez de agua en la superficie permite en pocos casos la aplicación de ruedas hidráulicas y otros arbitrios de esta clase, y obliga a valerse de las bestias, agente muy costoso, pero el más propio de estas regiones”), esto es con una máquina motora movida por fuerza animal. Por cierto se trataba del mismo género de ingenio (bomba aspirante) obtenido por Miguel López Dieguez en Inglaterra. Pero son casos distintos, el proyecto de Elhúyar estaba sostenido por una formación académica en la escuela de Minas de Freiberg y en un proceso

⁶⁸ HOLLISTER-SHORT, 1989, pp. 57-76.

⁶⁹ Información de fuentes impresas: ZARAÚZ, 1806 y ELHÚYAR, 1807.

de investigaciones apoyadas por catedráticos del Real Seminario de Minería de México. Reparemos entonces como Elhúyar, siendo tan buen ilustrado podía ser osado (“moderno”) en los criterios que guiaron su proyecto: la teoría hidráulica de las bombas, establecida por Belidor, no obstante estar basada sobre fundamentos ruinosos había sido seguida con tanto fervor por todos que hasta Euler, pese a resolver correctamente el problema del movimiento de los fluidos “dedujo consecuencias que bien reflexionadas se oponen a sus mismos principios”, y sólo Langsdorf, en 1787, que había llegado por sus propias vías a las mismas fórmulas de Euler, es quien hace la mejor aplicación de ellas “a la teoría de las bombas impelentes”.

Sin embargo, reitero, este proyecto de Elhúyar, aun con ciertas variantes, representaba la misma tecnología que Isidro Rodríguez y Miguel López Dieguez intentaron transferir desde Inglaterra ¡casi ochenta años antes! Observemos, asimismo, que la bomba experimentada por Elhúyar, aunque estuviera basada en el nuevo conocimiento ilustrado, al ser un fracaso, en nada contribuyó a la modernización de la maquinaria de desagüe en México.

SIGLAS Y REFERENCIAS

- AGI Archivo General de Indias, Sevilla.
 AGN Archivo General de la Nación, México.
 BN Biblioteca Nacional, México.

AGRÍCOLA, Georgius

- 1556 *De re metallica*. Edición de C. Andreu y J. C. Paredes. Madrid: Unión Explosivos Río Tinto, S. A., 1972.

ALZATE, José Antonio de

- 1831 *Gacetas de literatura de México*. Puebla: Oficina del Hospital de San Pedro, 4 vols.

BARBA, Álvaro Alonso

- 1770 *Arte de los metales*. Reproducción facsimilar. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992.

BELIDOR, Bernard

1739 *Architecture hydraulique*. Tome second. París: Libraire de l'Artillerie & du Génie.

BIRCH, Alain

1955 "Foreign Observers of the British Iron Industry During the Eighteenth Century", en *The Journal of Economic History*, xv, pp. 23-33.

BRADING, David A.

1975 *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*. México: Fondo de Cultura Económica.

BURKART, Joseph

1989 *Memoria sobre la explotación de minas en los distritos de Pachuca y Real del Monte de México*. Pachuca: Universidad Autónoma de Hidalgo.

COBO, Bernabé

1964 *Obras*. Madrid: Biblioteca de Autores Españoles, tomos XCI-XCII.

DAY, Joan

1974-1976 "The Costers: Copper-Smelters and Manufacturers", en *Transactions of the Newcomen Society*, XLVII, pp. 47-58.

ELHÚYAR, Fausto de

1807 *Contestación a la vindicación y respuesta que el capitán de navío de la Real Armada don Joaquín de Zaráúz dio...* México: Oficina de don Mariano de Zúñiga y Ontiveros.

Gacetas de México

1986 *Gacetas de México*. Edición facsimilar. Centro de Estudios de Historia de México. México: Condumex.

GALLOWAY, Robert

1898 *Annals of Coal Mining and the Coal Trade*, vol. I (up to 1835). Londres: The Colliery Guardian Company Ltd. (David and Charles Reprints, 1971.)

GAMBOA, Francisco Javier de

1874 *Comentarios a las ordenanzas de minas*. México: Díaz de León y White. Edición facsimilar. México: Consejo de Recursos Naturales no Renovables, 1961.

GARCÉS Y EGUÍA, José

- 1802 *Nueva teórica y práctica del beneficio de los metales de oro y plata por fundición y amalgamación*. México: Oficina de D. Mariano de Zúñiga y Ontiveros.

GARCÍA TAPIA, Nicolás

- 1992 *Del Dios del fuego a la máquina de vapor*. Valladolid: Instituto de Ingenieros Técnicos de España.

GEMELLI CARERI, Giovanni Francesco

- 1983 *Viaje a la Nueva España*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

HOLLISTER-SHORT, G. J.

- 1976-1977 "The Introduction of the Newcomen Engine into Europe", en *Transactions of the Newcomen Society*, XLVIII, pp. 11-24.
- 1989 "I primi cinquant'anni di una macchina idráulica (1540-1600 circa), en *Quaderni storici*, 70, pp. 57-76.

LAFUENTE, Antonio y Antonio MAZUECOS

- 1987 *Los caballeros del punto fijo*. Barcelona: Serbal-CSIC.

LASSÁGA, Juan Lucas y Joaquín VELÁZQUEZ DE LEÓN

- 1774 *Representación que a nombre de la minería de esta Nueva España hacen al Rey nuestro señor...* México: D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros.

LINDQVIST, Svante

- 1984 *Technology on Trial. The Introduction of Steam Power Technology into Sweden, 1715-1736*. Estocolmo: Almqvist and Wicksell International.

LÓPEZ DE MIRAMONTES, Álvaro

- 1975 *Las minas de Nueva España en 1753*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

MONSÉGUR, Jean de

- 1994 *Las nuevas memorias del capitán...* Edición de Jean-Pierre Berthe. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

MUSSON, A. E. y Eric ROBINSON

- 1969 *Science and Technology in the Industrial Revolution*. Manchester: Manchester University Press.

ROLT, L.T.C.

- 1963 *Thomas Newcomen: The Prehistory of the Steam Engine*. Londres.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio

- 1994 "La lenta penetración de la máquina de vapor en la minería del ámbito hispano", en *Arbor*, CXLIX, pp. 203-241.

SMITH, Alan

- 1977-1978 "Steam and the City: The Committee of Proprietors of the Inventions for Raising Water by Fire, 1715-1735", en *Transactions of the Newcomen Society*, XLIX, pp. 5-20.

STEWART, Larry

- 1992 *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology, and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*. Cambridge: Cambridge University Press.

STUBBE, Carlos F.

- 1944 *Vocabulario minero antiguo*. Buenos Aires: El Ateneo.

TEICH, Mikulas

- 1982 "The Early History of the Newcomen Engine at Nova Bana (Konigsberg): Isaac Potter's Negotiations with the Hofkammer and the Signing of the Agreement of 19 August 1721", en *East-Central Europe*, XI, pp. 24-37.

TRABULSE, Elías

- 1992 *Historia de la ciencia en México. Siglo xvii*. México: Fondo de Cultura Económica.

VELÁZQUEZ, María del Carmen

- 1976 "José Alejandro Bustamante Bustillo, minero de Pachuca", en *Historia Mexicana*, xxv:3 (99) (ene.-mar.), pp. 335-362.

WOLF, Abraham

- 1939 *A History of Science Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century*. Nueva York: The Macmillan Company.

ZARAÚZ, Joaquín de

- 1806 *Vindicación y respuesta al suplemento del Diario de México...* La Habana: Imprenta de la Real Marina.

APÉNDICES DOCUMENTALES

I

Madrid, 6 de marzo de 1728.

Fragmento de la petición presentada a la corte por Gaspar de Larrea Verdugo como apoderado de don Isidro Rodríguez solicitando privilegios exclusivos sobre diez ingenios ingleses “cuyos modelos de madera y bronce perfectamente ejecutados con todas las piezas sueltas en sus proporciones y diámetros” han sido introducidos en la Real Aduana del puerto de Santa María.

Efectos de los ingenios

- 1.- Un ingenio que forrará y chupará el agua de las minas aunque tengan cien estados de profundidad y las sacará en la más o menos cantidad arreglando los diámetros de las bombas según fueren los veneros de los manantiales para así tener en equilibrio el deseado desagüe que se ejecutará con caballos.
- 2.- Otro ingenio para los mismos efectos que el antecedente pero con la diferencia de que su operación es con rueda que moverá el agua donde la haya de río y caso que no operara con la que se saque de las minas ejecutándose antes las presas donde deban recibirse.
- 3.- Otro ingenio que puede operar en la dicha profundidad de cien estados el cual es de bombas que chupan el agua pero puede agregársele forradores que la levanten hasta donde deba chupar y de uno y otro modo según se necesite trabajará con caballos y donde hubiere agua para rueda será con ella su operación.
- 4.- Otro ingenio de forzar y chupar el agua de los planes de las minas con actividad tanta cuanta se necesita para levantarla desde ellos a la superficie.
- 5.- Otro ingenio molino a todos vientos y si estos calman puede trabajar con caballos así para moler semillas como para sacar agua en cierta profundidad de las minas.
- 6.- Otro ingenio para sacar agua en determinada profundidad pero muy particular para en cualesquiera que tenga la mina subir los metales de ella a la superficie cuyo trabajo se hace con caballos.
- 7.- Otro ingenio para moler los metales de las minas que opera con caballos con el cual se conseguirá esté siempre en ejercicio y relevará a los mineros del perjuicio que hoy padecen en el mo-

do que se estilan por hacerse su labor con agua y faltando esta por años de seca cesan en el trabajo.

8.- Otros dos ingenios para lavar metales de nueva invención y conocida práctica del beneficio que por ellos se logra pues no se desperdicia metal respecto del que hoy se extravía en el modo con que en Nueva España se trabaja.

9.- Otros dos ingenios o nuevos artes de hornallas para fundir y ensayar las leyes de los metales que se sacan de las minas.

10.- Otro ingenio para barrenar bombas de las que han de chupar el agua de las minas cuyo trabajo se hace con caballos.

II

México, 10 de mayo de 1729.

Diligencia practicada por el alcalde del Crimen de la Real Audiencia “en la casa de la morada de don Miguel López Dieguez para efecto de que declare, como por el señor fiscal se pide y por el excelentísimo señor virrey se manda”.

[...] preguntado sobre el paradero de mapas, modelos o instrumentos del ingenio o su descripción relativa. Dijo que en este reino tiene tres modelos los dos en Pachuca y el otro en esta casa y que dichos dos modelos paran en poder de don José Gabriel de Castañeda minero del Real del Monte jurisdicción de Pachuca a quien se los envió la semana próxima antecedente. Y que de diez mapas que ante su Majestad (Dios le guarde) se presentaron tiene cinco en esta dicha casa de posada, y que de instrumentos solo hay el que se halla en la Veracruz que el modelo principal con otros dos modelos quedaron en España en poder de don Pedro y don Marcos Antonio Thuis hombres de negocios residentes en la ciudad y gran puerto de Santa María y las piezas correspondientes al modelo principal de hierro y bronce en la Real Aduana de dicha ciudad. Y que de los cinco mapas que lleva dicho quedaron en España en poder de los referidos Thuis el uno es de planes, otro para ingenio de viento, otro para ingenio de desaguar con aguas, otro de hornallas y otro duplicado de lavar metales cuyo principal tiene en su poder. Y que hay algunos otros por duplicado y que en poder de los referidos Thuis dejó también los apuntes para precaver los accidentes de muerte o pérdida u otros en su transporte.

Y que en su poder tiene además de los mapas referidos otro que hace memoria ahora con que ajustan a seis, para los fines siguientes: el uno de ingenio para levantar agua con caballos cuyo modelo tiene en su poder y es el que lleva expresado para en su poder; otro mapa del ingenio principal cuyo modelo y piezas quedaron en España; el otro de moler metales cuyo modelo es uno de los dos que lleva dicho están en el Real del Monte; el otro de lavar metales de primera y segunda, enteramente hechos, quedan en España en poder de los mismos Thuis. Y otro de desaguar y levantar metales con cubos, y que algunas barrenas envió también la semana próxima antecedente al expresado don José Gabriel de Castañeda al Real del Monte que serán como treinta entre chicos y grandes, y una vara de hierro para el fin de barrenar con ella.

Y que en orden a descripción relativa de los instrumentos y artes tiene algunos apuntes en su poder, aunque los más principales y con mayor extensión dejó en poder de los referidos Thuis que ha ejecutado con el fin de cautelar el caso de su muerte y que con ella no se perdiese las noticias que el que declara a adquirido a costa de su estudio, trabajo y graves fatigas, pues su ánimo sólo se ha dirigido y dirige a su puntual manifestación y que con ella se logre el interés de su Majestad y de la causa pública. A cuyo fin solicitó también dejar duplicado de los referidos apuntes en España y que no pudo ejecutar con la precisión de su reducción a este reino ni traerlos y los tiene in mente, para cuya formación por extenso y por menor necesita de seis meses de tiempo y para su expresión por mayor o en compendio o diseño sin explicar todas las individualidades de dichos artes, su influjo, movimientos y aplicación, necesita de quince días respecto de la variedad de piezas, poderes y aplicación y cantidades. Y que está pronto a exhibir los mapas, modelos y apuntes que tiene declarado par en su poder [...] [al margen: Inventario] Incontinenti dicho día mes y año ante dicho señor alcalde de Corte en cumplimiento de lo mandado, el dicho don Miguel López Dieguez puso de manifiesto modelo, mapas y apuntes que cada cosa de por sí se pone por inventario en la forma siguiente:

Primeramente un modelo para desaguar con caballos de tamaño de seis pies de alto y dos pies de ancho que está regulado para cien estados de profundidad repartida ésta en cuatro distancias y que este no puede levantar a la superficie sin que a la distancia de tres varas o tres varas y media se haga un conducto

para que vacíe y en la última de las expresadas distancias parece haber de tocar en el plan o beber de él una bomba la que sube a la inmediata distancia donde se halla una cantidad o cisterna en que ha de vaciar y allí llena o parece ha de llenar otra bomba de la segunda distancia la que sube a la tercera y vaciando en otra igual cisterna llena otra bomba hasta la última estancia donde queda como va expresado sin poder salir a la superficie. Y toda esta máquina la mueve un eje y rueda al movimiento que dijo el referido Dieguez tiene regulado para diez y seis caballos los más o menos que la misma obra pidiere.

Iten, un mapa que el dicho don Miguel Dieguez dijo ser del ingenio principal y ser de seis pies de largo. Iten, otro mapa del mismo largo que dijo y parece ser del movimiento arriba inventariado. Iten, otro mapa de pie y medio de largo, que dijo ser de desaguar y levantar metales con cubos. Iten, otro mapa de dos pies y medio de largo, que expresó servir para ingenio de barrenar bombas. Iten, otro dicho de dos pies y cuatro pulgadas que dijo contener diseño de dos cajones para lavar metales. Otro dicho de un pie y dos pulgadas que dijo ser de ingenio para moler metales.

Iten, un libro de a cuarto forrado en pergamino que se compone de ochenta y dos fojas que empieza de esta suerte: “En veinte y cinco de junio del año de mil setecientos y veinte seis salí de la ciudad de México” y prosigue diario que dicho Dieguez dijo ser de su viaje a explorar minas e ingenios en la Europa, en cual asentó lo que precisamente vio y apuntes y figuras para modelos y fábricas. Y acaba en Jamaica: “el hermano de Castor en Bristol se llama Thomas Castor”.

Iten, un cuaderno de treinta y siete fojas de papel que empieza con la explicación y algunos apuntes de un ingenio de viento y acaba con los apuntes de un ingenio de levantar metales y desaguar con cubos. Y según dijo don Miguel Dieguez contiene algunos apuntes sobre otros ingenios.

Quince papeles sueltos de medio pliego y un cuarterón y un cuadernito de a cuarto de seis fojas que el mismo Dieguez dijo estar en lengua inglesa y ser varios apuntes para ingenios. Iten, un cuadernito de faltriquera de setenta y tres fojas fuera del índice, con varios apuntes sobre las mismas fábricas.

Y con esto se acabó el inventario por decir dicho don Miguel Dieguez no tener otros papeles ni mapas más en su poder y así lo jura a Dios y a la santa cruz en forma [...]

III

Real del Monte, 27 de octubre de 1729.

Testimonio expedido por Juan Manuel Pacheco de Cárdenas, escribano real y público y alguacil mayor de la Inquisición, sobre la construcción y prueba de un horno de fundición.

Certifico y doy fe en testimonio de verdad como hoy día de la fecha, estando en la mina nombrada Nuestra Señora de Guadalupe de la Rica, términos de dicha jurisdicción, me ha demostrado don Miguel Dieguez residente en ella un horno para fundir metal (cuya fábrica en esta jurisdicción y para dicho efecto es nueva e inusitada sin que hasta el presente se haya visto corriente otro de la misma e igual fábrica), el cual se compone de un cebadero donde se pone el fuego con su cenicero y chimenea rafa, y de aquí nace una bóveda cerrada que corresponde y se descuelga al otro lado donde está el asiento para echar el metal, y en un lado de éste está levantada la chimenea que al parecer tiene más de diez varas de alto, y queda la boca de dicho horno en la derecera de la bóveda de correspondencia referida. Y echando el fuego en el cebadero se comunica por dicha bóveda y baña todo el opuesto asiento y vaso a derretir con gran voracidad y sube por la chimenea alta donde se ve distintamente que por el extremo de ella sale la llama más de una vara fuera del cañón.

Y luego que calentó dicho horno se hizo se hizo una revoltura de plancha en que se pesaron cuatro arrobas y media de metal crudo molido, dos arrobas de metal en piedra quemado y la greta correspondiente y revuelto todo se echó en el vaso de dicho horno a las cuatro de la tarde que señalaba una muestra de reloj, se le cebó de poca leña en el lugar que va dicho, se taparon las correspondencias menos la de la chimenea alta y comenzó a difundirse el fuego sin otro artificio, fuelle, sin soplo alguno que le ayude. Y a las cuatro y tres cuartos que señalaba dicha muestra se comenzó a ver el efecto de dicho horno dando principio a salir por la boca de él fundida la dicha revoltura cayendo un chorro como plomo derretido a una piletilla que está fuera del horno estando corriendo como media hora.

Y al parecer y según las expresiones de distintas personas inteligentes que estaban presentes fundía del mismo modo y con más actividad que los hornos castellanos de que se usa en esta jurisdicción, en los cuales se tarda regularmente en fundir una plancha como la referida seis horas poco más o menos y para

ello se hace con el arte de rueda, lanternilla y fuelles que mueven bestias de tiro, y para componer una revoltura se compra y se le echa temesquitate y grasa, que estos dos ingredientes no lleva la que se echó a fundir en mi presencia ni el gasto del carbón que se hace en los hornos castellanos corrientes y quedó fundida en el todo dicha revoltura en hora y cuarto poco más o menos [...]

IV

Real del Monte, 22 de diciembre de 1729 y 1 de abril de 1730.
Testimonios expedidos por Juan Manuel Pacheco de Cárdenas, escribano real y público y alguacil mayor de la Inquisición, sobre la instalación y funcionamiento del llamado “arte menor” de desagüe.

Certifico y doy fe en testimonio de verdad que estando en el cerro nombrado La Rica en términos del Real del Monte de esta jurisdicción y en un tiro y boca nombrado San Nicolás de Bari he visto armada una galera grande y dentro de ella formado un arte de cruz y máquina de desaguar que se compone de una rueda grande con su cruz y esta mueve una lanternilla de donde pende un eje con otra rueda pequeña la cual mueve dos tambores que están encima del claro de dicho tiro y en los dichos tambores en cada uno enredada una soga con dos botas una que sube y otra que baja y estando reconocido hallarse el agua a distancia de quince estados desde la roca de él se pusieron en la cruz de dicho arte (que es en esta jurisdicción nuevo e inventado sin haberse visto otro de la fábrica) cuatro caballos para tirar en la misma forma que se tira en los malacates y artes comunes y habiendo comenzado a tirar se puso una muestra de reloj en punto fijo a las nueve y media de la mañana y dando vuelta la dicha máquina salieron a un tiempo dos botas llenas de agua y vaciadas éstas pusieron los caballos al contrario de como antes volvieron a andar y a salir otras dos botas por el lado contrario llenas de agua a cuyo tiempo apuntada la dicha muestra haber pasado un minuto poco más y luego se prosiguió desaguando en la conformidad referida saliendo las botas de un cuero de toro llenas de agua y algunas pocas que salieron vacías en la distancia de una hora se atribuyó a no haber tenido lugar de llenarlas los artesas.

Y este arte me expresó don Miguel Dieguez inventor de él ser el arte menor por hallarse como con efecto se halla la madera del arte mayor preparada en otra galera con sus piezas correspondientes de hierro, y para que conste [...]

—Certifico y doy fe en testimonio de verdad que estando hoy día de la fecha en las minas y cerros que llaman de la Rica en el tiro nombrado San Nicolás de Bari se me ha demostrado por don Miguel Dieguez el arte chico que ha estado y está corriente desde el día veinte y dos de diciembre en que di testimonio de su erección y efecto que comenzó en aquel entonces a tenerlo en la profundidad de quince estados y desde dicho día veinte y dos de diciembre del año próximo pasado de mil setecientos y veinte y nueve se ha estado entendiendo en el desagüe ahonde y limpia de dicho tiro con el referido arte y medida hoy la profundidad en mi presencia desde la superficie de la tierra hasta el plan tiene ochenta y siete varas que hacen treinta y siete estados poco más en que anda el dicho arte de desagüe que es el que se me demostrado delineado y recertificado de mi de la misma forma que comenzó con sogas de cáñamo y pendientes de ellas una bota por cada cabo con que están sacando agua, metal y tepetate sin que se reconozca (según parece) que haya novedad en el corriente del efecto que ha tenido en poco honor al que tiene hoy, ni que se le haya añadido más potencia al arte ni se le de con más caballos y en el corriente que tiene actual salen en dos minutos seis botas cada una de un cuero de toro y por la permanencia de los cáñamos con que se está usando (y de que se me ha demostrado crecida porción de piezas preparada) parece tener mucho menos costa del que tienen los artes comunes en esta jurisdicción, y la equivalencia de su efecto según la experiencia es con gran distancia más activa la de dicho arte a la de los comunes [...]

V

Real del Monte, 25 de enero de 1731.

Cotejo realizado por don Lorenzo Freile, alcalde mayor de Pachuca, entre los malacates de uso común en dicha jurisdicción y los dos artes sencillos de tambores contruidos por Miguel López Dieguez.

En el real y minas de Pachuca en veinte y cuatro días del mes de enero de mil y setecientos y treinta y un años, ante el capitán don Lorenzo Freile alcalde mayor por SM de esta jurisdicción se presentó esta petición:

Don Miguel López Dieguez residente en esta jurisdicción instructor de los nuevos artes de desaguar minas como mejor procede de derecho y sin confundir ninguno que me asista parezco ante vuestra merced como administrador de minas en el partido. Y digo que en la mina Rica nombrada Nuestra Señora de Guadalupe perteneciente a don José de Castañeda tengo construidos dos artes sencillos de tambores de arte menor que al presente se hallan corrientes al desagüe y porque al mismo tiempo en la misma veta y en una mina inmediata a la de don José Castañeda nombrada San Antonio que pertenece a don Isidro Tello se hallan también actualmente corrientes los desagües con dos malacates que son los artes ordinarios en esta jurisdicción, conviniendo como conviene a mi derecho para dar cuenta a su Majestad y demás efectos que convengan el que se compare la más o menos potencia y comparación de unos desagües a otros y vigor de las artes nuevamente instruidos, se ha de servir vuestra merced de asistir personalmente por ante el presente escribano a ver el corriente de unos y otros artes señalando días y horas iguales en una y otra mina haciendo cotejo de la cantidad de botas que con cada arte salen en cada hora y la cantidad de agua que cada bota trae y saca pesándola y numerando las botas asentándolo todo por diligencia testimoniada en toda forma [...]

[al margen: Auto] [...]

Estando en el cerro y veta de La Rica en términos del Real del Monte jurisdicción de Pachuca en veinte y cinco de enero de mil setecientos treinta y un años el capitán don Lorenzo Freile alcalde mayor por su Majestad de esta dicha jurisdicción por ante mi el escribano [...]

En dicho día su merced dicho señor alcalde mayor estando en la mina y tiro nombrado San Antonio perteneciente a don Isidro Tello en veta y cerro de La Rica donde tiene puestos dos malacates corrientes que es todo lo que al presente trae en dicha mina, en presencia de don Miguel Fajardo, Juan José Venegas, don Juan Ignacio de Berraondo y Francisco de Arriaga, administrador, rayadores y mineros citados y de otras muchas personas que en crecido concurso ocurrieron, por ante mi el presente escribano para la medida peso y cotejo de aguas y desa-

gües que está mandado hacer en las dos minas inmediatas de la dicha de San Antonio y la de Nuestra Señora de Guadalupe alias La Rica, su merced hizo sacar una bota de las cuatro que andan corrientes a dicho desagüe de malacates que cada uno tiene dos botas de agua colgadas en sogas de cuero y cadenas de hierro cada bota es de un cuero de toro y al parecer iguales y habiendo salido llena de agua con poca diferencia (como la ofreció el desagüe) se separó dicha bota, se pesaron dos cántaros de barro vacíos que ambos pesaron veinte libras y media y se comenzaron a llenar del agua de dicha bota y se fueron pesando en una romana y se halló que en dicha bota hubo quince cántaros que tuvieron de agua en peso neto rebajada la tara diez y ocho arrobas y veinte y tres libras las que su merced mandó se computen por diez y nueve arrobas netas. Y luego se merced tomó en la mano una muestra de reloj que puso en el punto fijo de las once a cuyo tiempo mandó que anduvieran los malacates y ambos comenzaron luego a andar al desagüe con gran violencia a todo correr de las bestias de tiro habiendo en cada malacate cuatro bestias, y se fueron contando las botas que iban saliendo con el agua y en la media hora que corrió hasta las once y media que apuntó dicha muestra saliendo en las cuatro sogas de los dos malacates veinte y cinco botas de agua con que su merced hizo el cómputo de corresponder dicho desagüe de dos malacates a cincuenta botas en cada hora y mil y doscientas en cada día natural de veinte y cuatro horas que a razón de diez y nueve arrobas cada bota montan cada hora novecientas y cincuenta arrobas y cada día natural veinte y dos mil y ochocientas arrobas.

Con lo cual su merced fue bajando para el tiro nombrado Jesús que por lo superficial está más bajo del de San Antonio por la decaída del cerro como siete estados y dicho tiro de Jesús es perteneciente a la mina de Nuestra Señora de Guadalupe que es de don José de Castañeda en el cual se halla puesto un arte de un tamborete de los nuevamente contruidos por don Miguel Dieguez del cual tambor penden dos botas al parecer iguales de un cuero de toro cada una y al llegar a dicho tiro iba saliendo una de dichas botas con agua como la ofrecía el desagüe y su merced mandó separar dicha bota y medirla y pesarla en la misma romana que las antecedentes y de la misma forma y con el propio orden se fue midiendo y pesando y se halló tener diez y siete cántaros de agua que según el peso neto de ella bajada la tara de dichos cántaros tuvo veinte y cinco arrobas y once libras que su merced mandó computar por veinte y cinco netas y puso la mues-

tra en punto fijo de las doce y mandó correr el arte de desagüe que se compone de dos cruces y en la una tiran cuatro caballos quedando la otra basta y capaz que tiren otros cuatro para adelantarle más potencia y se fueron contando las botas de agua que salían y a el tiempo que dicha muestra de reloj apuntó a las doce y media en que había corrido media hora el desagüe habían salido en ella treinta y seis botas que por haber salido dos de ellas no muy llenas a causa del poco tiempo para llenarlas se computaron las dos por una con que se regularon treinta y cinco botas en media hora que según la correspondencia se hizo cuenta de setenta botas en cada hora y de mil seiscientas y ochenta en cada día natural que a razón de veinte y cinco arrobas cada bota hacen mil setecientas y cincuenta @ cada hora y cada día natural cuarenta y dos mil con que quedó hecho el cómputo del desagüe de este tiro.

Y de él pasó dicho señor alcalde mayor al tiro de Nuestra Señora de Guadalupe que está algo más bajo que el antecedente y es el principal de dicha mina de don José de Castañeda en el cual está puesto otro arte como el del tiro de Jesús con un tamborete que se compone el tiro del arte de dos cruces y en los tres brazos de ellas tiran seis caballos quedando como queda un brazo vacío capaz de que tiren otras dos bestias y del tamborete penden dos botas de cuero y medio cada uno y estas están en sogas de cáñamo de Castilla y puntero del cuero como también las del arte antecedente y habiendo salido una bota llena de agua como la ofreció el corriente del desagüe su merced la mandó separar medir y pesar en la misma forma que ejecutó en los otros tiros y se halló tener treinta y tres cántaros de agua que pesaron cuarenta y seis @ netas de dicha agua. Y puesta la muestra de reloj en el punto fijo de la una del día mandó que corriera el arte de desaguar y se comenzaron a contar las botas que salían y andando los caballos a buen paso sin correr al tiempo que la muestra señaló los quince minutos que es un cuarto de hora habían salido con dicho arte diez y siete botas de las referidas de cuero y medio y su merced dijo que para el cómputo que se ha de hacer está ya reconocido el tiempo y según las botas que salieron se hizo regulación que corresponden a sesenta y ocho botas en cada hora y trayendo como traen cada una cuarenta y seis arrobas salen según el cómputo cada hora con este dicho arte tres mil ciento y veinte y ocho arrobas de agua y en cada día natural setenta y cinco mil y setenta y dos @ que juntas éstas con las cuarenta y dos mil @ que parece sacar el arte del tiro de Jesús hacen ciento

y diez y siete mil setenta y dos @ de agua las que sacan cada día los dos artes puestos en los dos tiros de dicha mina de don José de Castañeda cuyo desagüe comparado con los dos malacates que en su mina tiene don Isidro Tello y con que sacó al parecer veinte y dos mil y ochocientas @ hay de diferencia noventa y cuatro mil doscientas y setenta y dos @ que tienen de ventaja y mejora los dichos artes de tamborettes puestos en la referida mina de don José de Castañeda con lo cual su merced hizo el computo en la forma expresa y lo mandó asentar por diligencia testimoniada y de haber pasado en la forma referida y el presente escribano lo certificó y doy fe en testimonio de verdad [...]

VI

Pachuca, 17 de julio de 1731

Informe de los oficiales de la Real Caja de Pachuca sobre la tecnología inglesa de fundición y de desagüe probada por Miguel López Dieguez en Real del Monte.

Excelentísimo señor:

Los oficiales reales de Pachuca, en obediencia de carta orden de vuestra excelencia de veinte y ocho del pasado de este año [...] mandándonos que arreglados a todos los puntos que contiene el pedimento del señor fiscal, y con la mayor reserva, procedamos a tomar los informes más seguros que fuere posible [...] acerca de la práctica, uso y establecimiento de los artes y máquinas que para desaguar las minas haya puesto en efecto don Miguel López Dieguez en este real [...]

Decimos haber sabido que el año próximo pasado hizo el mencionado don Miguel López Dieguez en el Real del Monte de esta jurisdicción un horno de viento a un lado de la mina nombrada La Rica perteneciente a don José Gabriel de Castañeda, con el destino de fundir en el metales por plancha. Y aunque es cierto que se vio estaba ideado con bastante arte para introducir el viento, era tanta la vehemencia del fuego que se entendía que no hallando éste resistencia bastante en la materia del compuesto del horno o la abría o la vitrificaba. Ni tampoco parece haberse acertado en la forma del vaso para manejar la fundición de las planchas pues algunas pocas que se fundieron se reconoció grande dificultad en fundirlas y sacarlas, de manera que no se prosiguió en la práctica y uso de este horno.

También sabemos haber empezado el referido Dieguez (para la dicha mina Rica) a construir un arte de desagüe que llamaba o se conocía por el “arte grande”, en el cual llevando gastados como trece mil pesos en su fábrica no se acabó por falta de medios del dicho don José de Castañeda, y se dice llegaría a costar toda esta máquina diez y ocho a veinte mil pesos si se acabase, con que no se vio su efecto.

Levantó y perfeccionó dicho Dieguez en la dicha mina Rica otro arte de desaguar con el nombre de “arte chico”, del cual puso dos en dicha mina de un mismo tamaño y medidas, y otro mucho más pequeño que variaba algo en su hechura y servía también al desagüe. Los dos mayores nos dicen tendrían de costo cada uno de seiscientos a setecientos pesos y cada uno bebía el agua de tres cigüeñas, con que dando cada cigüeña a beber a tres malacates se regula bebía cada arte de los mayores por nueve malacates con la considerable conveniencia y ahorro de que el costo de mantener un arte de estos era el que tiene el mantener dos malacates que es de ciento y sesenta pesos cada semana poco más o menos, con que se adelantaba el fruto de siete malacates en cada arte de los mayores. Pero con todo esto no fue el agua vencible en dicha mina Rica por la mucha de que abunda a causa de sus grandes veneros.

Y así se paró con los dichos artes, y después con la mina donde no aprovecharon el trato y ajuste que por el beneficio de todos los referidos artes tenía hecho el mencionado don Miguel Dieguez con don José de Castañeda. Sabemos fue que desquitado dicho Castañeda de los costos que le tuviesen los artes se había de interesar don Miguel Dieguez en la cuarta parte de los frutos libres de dicha mina, en que no hubo cosa efectiva por no haberse logrado el fin.

Hoy se sabe que está dicho Dieguez en Sombrerete practicando estos u otros artes en aquellas minas, y hemos sabido que el trato que tiene hecho con los dueños de ellas es interesarse Dieguez en la quinta parte de sus frutos.

Que es cuanto sobre esta materia tenemos que informar a vuestra excelencia con noticias seguras que hemos adquirido, sin que los mismos que nos las han dado sepan el fin por lo que peligraría el secreto que se desea, en cuya inteligencia determinará la superioridad de vuestra excelencia lo que fuere de justicia.
José Tiburcio Voetz y Vallalon, Miguel de Melo.