
Aguas da morte: la contaminación de las aguas en las cuencas mineras de la península ibérica

● JUAN DIEGO PÉREZ CEBADA

Universidad de Huelva

● PAULO GUIMARAES

Universidade de Evora (Portugal)

Introducción

La utilización de los recursos hídricos con fines económicos es considerada uno de los elementos claves de la industrialización de un territorio. En el sector minero, las corrientes de agua fueron siempre una oportunidad pero también un enorme desafío que hubo de afrontarse con frecuencia con medios técnicos avanzados, como puso en evidencia de forma temprana el caso de la máquina de Newcomen. La revolución tecnológica que va a dar lugar, en el último cuarto del siglo XIX, a uno de las más brillantes fases de expansión minera coincide, significativamente, con un rápido proceso de degradación de las aguas mineras. A su vez, las tensiones sociales que provoca derivan en una interesante discusión sobre los derechos de propiedad. Como las investigaciones recientes ponen en evidencia,¹ se trata de un fenómeno global tanto porque tiene lugar en un periodo de expansión de la gran minería, afectando por esa razón de forma simultánea a las grandes cuencas mineras del mundo, cuanto porque la respuesta de empresas e instituciones a este problema sigue patrones similares. Comienza a aceptarse desde entonces, en parte por influencia de las grandes empresas americanas y sus prácticas conservacionistas,² que la contaminación es un problema social que puede ser solucionado con mecanismos legales y, sobre todo, con el auxilio de la ciencia y la

1. Pérez (2014). El pésimo estado de los ríos mineros en las cuencas de Yorkshire o Lancashire, en Gran Bretaña, o Ruhr, en Alemania, en Clapp (1994), pp. 75-83, y Bruggemeier (1994). Sobre los efectos medioambientales de la innovaciones tecnológicas en las cuencas de minerales no ferrosos en Estados Unidos, véase LeCain (2009).

2. Sobre el conservacionismo americano, tres clásicos: Hays (1959), Nash (1967) y Worster (1973).

Fecha de recepción: abril 2017

Versión definitiva: julio 2017

Revista de Historia Industrial

N.º 69. Año XXVI. 2017. Monográfico 4

técnica. La gestión científica de los recursos hídricos se convierte, entonces, en una clave de las estrategias de esas empresas.³

En ese contexto internacional, el caso de la península ibérica resulta particularmente interesante tanto por el potencial minero de los dos países como por las graves y tempranas consecuencias medioambientales (especialmente en las aguas mineras) que esas actividades causaron. Se analizarán, así, las complejas relaciones entre tres procesos estrechamente vinculados: la explotación, señalando particularmente la expansión de las fronteras tecnológicas y sus consecuencias sobre el medio acuático; la apropiación, o las respuestas institucionales que la asignación de los recursos hídricos en las cuencas provocan; y la contaminación, esto es, las externalidades negativas a que dan lugar las actividades mineras. Para ello, se ha dividido el trabajo en dos apartados: habida cuenta de la diversidad de impactos en las cuencas mineras, en el primero se hace un estudio de casos de contaminación tomando como criterio las distintas fases del proceso productivo a la vez que se incide en los procesos tecnológicos con los que están relacionados; en el segundo epígrafe se abordan las consecuencias legales de estos conflictos en España y Portugal. Finalmente se hace un estudio comparativo de las respuestas institucionales y tecnológicas a estos problemas en ambos países.

De la cuna a la tumba: innovaciones tecnológicas y contaminación de aguas

La extracción del oro y del estaño: métodos hidráulicos y dragas

La aparición de nuevos yacimientos auríferos en muchos casos en territorios vírgenes desde mediados del siglo XIX y la aplicación casi simultánea de moderna tecnología será responsable de los sucesivos y conocidos *Gold Rush* en California, Alaska, Columbia Británica, Australia o Nueva Zelanda, etc. Menos conocido, sin embargo, es que la extracción y procesamiento de metales preciosos va a provocar graves alteraciones del paisaje en esas cuencas y, más allá, será la causa de problemas sociales que enfrentarán a mineros con agricultores y ganaderos. De hecho, algunas de las primeras legislaciones contra la polución de aguas, como la Sludge Act australiana (1885) o la Caminetti Act californiana (1893) se tomaron en este contexto.⁴

3. Para S. P. Hays (1959), pp. 5-26, la noción de conservación misma surge en el ámbito de las políticas hidráulicas.

4. Sobre los problemas en Estados Unidos y en British Columbia (Canadá), véase Smith (1993), pp. 66-74, y Marshall (2001). Un reciente estudio que compara los casos de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia es el de Lawrence-Davies (2014), pp. 385-410.

También en torno al cambio del siglo XIX al XX se suscita en el cuadrante noroccidental de la península ibérica un repentino interés por los yacimientos auríferos. Muchos de estos yacimientos, como el de Las Médulas, en la cuenca del río Sil, habían sido explotados desde la Antigüedad.⁵ La nueva fiebre del oro será impulsada por innovaciones tecnológicas venidas del exterior y siguiendo un patrón similar al de otras grandes cuencas. Inicialmente se experimentó con los denominados «métodos hidráulicos» que habían sido ensayados con gran éxito en California desde mediados del siglo XIX. Se trataba básicamente de la aplicación a los sedimentos ricos en oro de grandes chorros de agua a presión que desgajaban la roca cuyos restos eran canalizados, embalsados y convenientemente cribados para extraer el oro. La aplicación a gran escala de estos procedimientos, y las dificultades técnicas a las que tendrán que enfrentarse las compañías, van a impulsar una rama de la ingeniería, la minería hidráulica, que experimentará un fuerte despegue en torno a finales siglo XIX.⁶

Sin embargo, hasta los manuales más convencionales sobre minería hidráulica⁷ tenían que reconocer los problemas que generaban en el entorno. En efecto, la cantidad de basura minera era de tal magnitud que en muchas cuencas donde las corrientes de aguas eran compartidas con agricultores y ganaderos, las tensiones sociales afloraban de inmediato y, en muchos casos, derivaban en conflictos sociales.

Aunque desde la primera mitad del siglo XIX se conocen tentativas de explotación, no será hasta finales de ese siglo cuando se aplican técnicas novedosas. En los años ochenta la Rio Sil Mining Company Limited introduce los métodos hidráulicos de origen californiano en esta cuenca, más en concreto en el río Duerna, en León.⁸ Sin embargo, los desechos generados levantaron las protestas de los agricultores y ganaderos ribereños que, en este caso, consiguieron que el proyecto naufragara. Problemas similares experimentará la compañía El Oro Español cuando utilizó los monitores americanos en esta misma zona. Por esas razones, a la altura del primer decenio del siglo XX, y en un país «poblado y civilizado» como España, ya no era aceptable un procedimiento de este tipo, opinan dos directores de la *Revista Minera* Adriano Contreras y Román Oriol.⁹

De modo que, como había ocurrido en otras cuencas, la inquietud causada por la utilización masiva de estos métodos y sus consecuencias para el me-

5. Y experimentado un acusado proceso de modificación del paisaje. Plinio había acuñado la expresión *ruina montium* para referirse a ese fenómeno producido por métodos de explotación con un uso intensivo del agua, las *arrugiae* (Matías, 2014).

6. Van Wagenet (1900).

7. Bowie (1893), pp. 237-238.

8. Matías (2014), p. 37.

9. *Revista Minera* [en adelante RMJ] (1906), p. 401; Matías (2014), pp. 38 y 40-41.

dio favorecieron la adopción de un nuevo método de extracción que parecía ofrecer ventajas tanto desde un punto de vista económico, por su mayor capacidad productiva, como por su menor impacto en el paisaje: las dragas. Esos barcos se habían experimentado con gran éxito en Nueva Zelanda y se extenderán rápidamente por las grandes cuencas auríferas del mundo.¹⁰ Para algunos contemporáneos, la península ibérica ofrecía ventajas comparativas notables con respecto a otros centros auríferos del mundo.¹¹

La llegada de estos barcos al río Sil fue considerada en los medios de comunicación de la época un gran hito en la historia de la minería española.¹² El proyecto había sido promovido por el ingeniero Augusto Sandino y por la Compañía Española de Explotaciones Auríferas (constituida en 1908) y había sido precedida de una memoria económica publicada por A. Contreras en la *Revista Minera* en 1906. En esta memoria el dragado se plantea como el método de extracción y procesamiento más económico pero también se insiste en que los materiales de desecho que los «monitores gigantes» californianos producen se pueden reducir considerablemente, al igual que sus efectos en lechos y riberas. Se reconoce, no obstante, que el dragado de los ríos puede afectar a la calidad de las aguas y la pesca y la ganadería, como consecuencia, pueden verse perjudicadas. En este sentido, desvela el autor que la compañía que va a explotar la draga también había encargado a un experto jurista la preparación de otra memoria donde las cuestiones legales se analizaban con detenimiento. Sin embargo, a pesar de los halagüeños estudios económicos publicados y los sondeos favorables realizados y de la amplia cobertura mediática, la Sociedad Española de Arenas Auríferas no llegó a extraer oro «por deficiencias de instalación» de la draga Sil. A esa draga siguieron otras en los años veinte y treinta también con resultados decepcionantes.¹³

Donde sí se ensayaría con éxito las dragas sería en el valle del río Mondego, en Portugal, para la extracción de estaño en los años veinte. En realidad, este caso pone en evidencia que la capacidad productiva de las dragas iba en paralelo a su capacidad destructiva. Esta «máquina infernal [...] que comia o chão» de tamaño mediano (entre 20 y 40 metros de eslora) reunía las funciones básicas de una instalación minera: arranque y extracción, lavado y limpieza y primer beneficio de los minerales. Como A. Contreras reconocía orgulloso «es al mismo tiempo centro de laboreo, taller de preparación mecánica y fábrica metalúrgica».¹⁴ La draga que empleó la compañía americana The Por-

10. RM (1901), pp. 525-526.

11. Mano de obra más barata y óptimas condiciones naturales de los ríos por lo que «Muchos hombres de negocios esperan que el dragado de oro sea el renacimiento de la industria española» (Estadísticas Mineras [en adelante EM], 1908, p. 461).

12. ABC, 30/12/1908.

13. La opinión sobre la draga del Sil en EM (1910), p. 298; nuevas dragas en ríos leoneses en 1925 (EM, 1925, p. 442) y en 1933 (EM, 1933, p. 439).

14. RM (1906), p. 404.

tuguese American Tin Company modificó el curso del río, creó lagos artificiales, afectó a la vegetación de ribera y dio lugar a un movimiento de protesta que derivó en la presentación en el Parlamento de un Proyecto de Ley en 1924 sobre protección de suelo agrícolas contra el dragado del Mondego, que finalmente no fue aprobado.¹⁵

La fase de preparación: lavaderos y flotación

Las aguas bajan negras: los lavaderos de hierro y carbón

HIERRO

La expansión de los hierros del norte, claves en la industrialización vasca, estuvo estrechamente relacionada con un cambio técnico que requería la utilización de grandes cantidades de agua, los lavaderos. En efecto, inicialmente la pureza de los hierros vizcaíno y santanderino permitía comercializarlos sin ningún tipo de tratamiento, pero el agotamiento de las vetas obligará a trabajar con mineral mezclado con arcilla que, en muchos casos, se hallaba en escombreras.¹⁶ Así pues, desde los años noventa del siglo XIX, la rebaja progresiva del tenor de las menas y el fuerte aumento de la demanda del hierro vizcaíno, impulsada por la «bessemerización» del acero, favorecerán el desarrollo de los lavaderos, lo que, a su vez, implicará cambios técnicos y de organización en otras labores, especialmente en los sistemas de transporte.¹⁷ Compañías nacionales junto a grandes empresas internacionales como Luchana Mining, La Société Anonyme Franco Belge des Mines de Somorrostro o, sobre todo, Orconera Iron Ore (1873), participada por los Ibarra, explotarán estos yacimientos.

La recuperación del mineral que se hallaba en las escombreras comenzó a finales de los ochenta en las minas de Cabarga, en Santander, y muy pronto se extendió por las minas bilbaínas: inicialmente se hizo a mano, pero muy pronto se impuso el lavado mecánico. Se trataba básicamente de dos tipos de lavaderos. El más común entre las empresas españolas es el de batidera (*patouillet*): se trata de un canal de forma cilíndrica de unos 12 metros de largo,

15. Silva (2013), pp. 125-126.

16. El mineral de estos yacimientos es de cuatro tipos: campanil y el rubio, con una alta ley metálica y de más fácil extracción porque se situaban en la montera —la capa más superficial— de los criaderos; lavado o rubio menudo mezclado con arcilla con entre un 50% y un 60% de ganga; y el carbonato, situado en las capas bajas y que se calcinaba (Escudero, 1992, p. 96).

17. Hernández (2008), p. 135. El transporte de los minerales fue un importante problema técnico que las empresas resolvieron adaptando a sus necesidades los diversos sistemas conocidos: plano inclinado automotor o con tracción a vapor, cadena flotante, tranvías aéreos, transportador Robins, etc. (EM, 1907, p. 469).

dentro del cual se mueven unas paletas de acero que, con la ayuda de la entrada continua de agua, desenlodan el mineral. El otro tipo de lavadero, de trómeles, fue introducido por las grandes empresas inglesas, como Orconera Iron Ore. Estos trómeles, contruidos por la empresa alemana Humboldt, son cilindros de unos 5 metros de alto y de entre 2 y 3 metros de diámetro que terminan en cono en cuyas paredes interiores se disponen unas bandas de metal que desenlodan el mineral y una pieza en forma de hélice para conducir el mineral, empujado por agua a presión, a la salida, mientras los lodos escapaban, por efecto de la inclinación del trómel, por la boca de entrada. El trómel es movido por unas ruedas dentadas conectadas a una máquina de vapor (luego por electricidad): los requerimientos energéticos e hídricos son mucho más altos en este tipo de lavadero. En realidad, con el tiempo y en aquellas empresas con capacidad económica, se simultanearon ambos tipos de lavaderos. El proceso de lavado, con frecuencia, no termina aquí y se perfeccionó con la introducción de pequeños trómeles, adonde eran conducidos los lodos por dragas, laberintos (cajones alemanes y Spitzkasten), platos clasificadores, cintas transportadoras, etc.¹⁸

Esos lavaderos necesitaban el suministro constante de agua, pero también zonas de desagüe para sus vertidos. Por ello, se entiende que las ubicaciones de esas instalaciones estuvieran próximas a cauces de agua, zonas de marismas o el propio mar o que las empresas construyeran a este efecto embalses y pantanos. A la competencia por el agua se sumó la multiplicación de residuos procedentes del lavado de los minerales: significativamente, el incremento de la productividad de las instalaciones fue paralelo a un fuerte aumento de la ganga (se calcula que en estas labores se necesitan de 3 a 5 Tm de agua, por una de mineral).¹⁹ Los vertidos incontrolados desde los años noventa van a ser el origen de graves tensiones sociales tanto en Vizcaya como en Santander. La amenaza evidente que la pérdida de calidad del agua suponía para la salud pública y, sobre todo, su negativa influencia en actividades económicas tradicionales como la ganadería, la pesca, la molinería o de reciente expansión como la navegación, el turismo o los servicios pusieron en pie de guerra a una amplia coalición de fuerzas en esas provincias. Como sucedió en otros conflictos similares, la opinión pública local se vio alentada por una efectiva campaña periodística de apoyo en los medios, que pronto trasvasó los límites provinciales, y por distintas instituciones locales, como algunos ayuntamientos o las Juntas de Obras del Puerto. Por otro lado, las estrategias de acción de estos grupos fueron originales y contaron con la participación de un gran número de personas: se formaron comisiones de afectados, se pidieron firmas

18. EM (1907), p. 471; EM (1909), pp. 412-418; Hernández (2008), pp. 128-133.

19. EM (1907), p. 471; Hernández (2008), p. 135. Un índice que mide el crecimiento de la productividad de los trómeles en Escudero (1992), p. 120, cuadro B.

(10.000 santanderinos en apoyo del Gremio de Pescadores en 1905), se promovieron manifestaciones multitudinarias que fueron acompañadas de cierres de establecimientos comerciales, pero también manifestaciones sectoriales (por ejemplo, la de los comerciantes bilbaínos en 1913)²⁰.

La intensa movilización dio sus frutos y el gobierno en la primavera de 1900 envió una comisión de expertos a estudiar el problema: el informe realizado por la comisión va a servir de base al Reglamento sobre enturbiamiento de cauces e infección de aguas públicas (conocido como Reglamento de Aguas Sucias) que apareció publicado como Real Decreto el 16 de noviembre de 1900, una pieza fundamental, como veremos en el epígrafe siguiente, en la historia de la contaminación en España. La cuestión más polémica fue la obligación de construir «estanques de sedimentación» en los que decantar adecuadamente los fangos ferruginosos. Inicialmente hubo una fuerte oposición por parte de las empresas tanto en relación con las dificultades para encontrar espacio para su construcción²¹ como, sobre todo, por la gran inversión que requerían las instalaciones a las que se sumaban los gastos de mantenimiento (que elevaban una peseta el coste por tonelada).²² Sin embargo, el Estado logrará su propósito, pues el periodo álgido de protestas llegó a su fin en torno a 1905-1906, coincidiendo con la generalización de las balsas de decantación en las dos provincias.²³ Sin embargo, como sugiere Cueto para el caso de Santander, que la controversia sobre las aguas sucias perdiera notoriedad desde entonces no significa que los problemas de contaminación hubieran desaparecido y de hecho «los episodios conflictivos se sucedieron [...] prácticamente hasta que la actividad minera quedó desterrada de la Bahía de Santander».²⁴

Sobre la distinta intensidad de estos conflictos y la latencia en el largo plazo de los fenómenos de contaminación minero ofrecen un buen ejemplo los problemas con las balsas de decantación de Orconera Iron Ore.²⁵ Para sus

20. *Mundo Gráfico*, 17/9/1913.

21. Con el fin de explicar detalladamente los problemas de las empresas a ese respecto en 1901 el Círculo Minero de Bilbao elevaba una escrito al Ministerio de Agricultura; el ministro recibiría también una comisión de empresarios vizcaínos en ese mismo año (RM, 1907, p. 567). También se quejaron reiteradamente al Ministerio los empresarios mineros de Santander (Cueto, 2001, pp. 8-9).

22. Además, el gobierno impuso arbitrios a las empresas en Santander para sufragar el dragado de la bahía (RM, 1904, pp. 126-127; Cueto, 2001, p. 7).

23. (Cueto, 2001, p. 10; Hernández, 2008, p. 140). El funcionamiento de las balsas es sencillo: en principio se considera que las aguas sucias procedentes del lavadero necesitan 24 horas en reposo para que, por peso, los lodos se depositen en el fondo; luego son directamente vertidas a los cauces. Básicamente la depuración se podía realizar de dos formas: o bien se mantienen ese tiempo en estanques distintos cada día, o bien van pasando de una balsa a otra hasta que se consideren limpias las aguas (EM, 1909, p. 423).

24. Cueto (2001), p. 11.

25. Parece que un problema recurrente en estas empresas, tal como ponen también en evidencia las inspecciones oficiales en la empresa Minas de Heras (Santander), era el mal es-

grandes instalaciones de lavado en el Barranco de Ortuella (con 12 trómeles y con capacidad para producir 150.000 Tm anuales), la empresa había adquirido en 1909 125 hectáreas de terreno y se había gastado 2 millones de pesetas en sus balsas de decantación.²⁶ La creciente necesidad de agua y la competencia con otras firmas siderúrgicas hacen que esas instalaciones queden pronto obsoletas y sean sustituidas en 1913 por otro lavadero junto al mar, en Somorrostro, considerado el más avanzado de su tiempo (con un cable aéreo también de última generación), capaz de alcanzar las 180.000 toneladas. En 1942, con el fin de rebajar costes de transporte, la empresa decide levantar otro gran lavadero en Ortuella, instalaciones que remodelará en 1963. La balsa de decantación que recogía los lodos estaba ya en 1960 al borde de su capacidad y, de hecho, la empresa estaba construyendo una nueva en Trapagaran. Sin embargo, en 1964, antes de que se concluyeran estos trabajos, la vieja balsa de Ortuella reventó llevándose por delante no solo otras instalaciones (como el lavadero de la Sociedad Franco-Belga), sino sepultando a seis personas a su paso. La catástrofe encontró eco en los periódicos de la época.²⁷ En el *Correo Español-El Pueblo Vasco* incluso se llegó a denunciar la actitud de la empresa, pues aunque el accidente oficialmente tuvo su origen en una inusual «situación climatológica», lo cierto es que se habían detectado grietas en el muro y corrimientos de tierras en fechas anteriores a la catástrofe sin que se tomara ninguna medida. En el juicio, la empresa solo fue condenada a pagar indemnizaciones a los afectados por la riada de lodos. Todavía en 1968, la Jefatura de Minas obligaría a la empresa a realizar trabajos de mejora en la nueva balsa, a la vista de las filtraciones que se seguían produciendo.²⁸

CARBÓN

De entre todos los procesos mecánicos previos a la transformación metalúrgica, el lavado de los minerales en las cuencas carboníferas es el que va a afectar de forma más directa a la calidad de las aguas. Inicialmente, la limpieza del carbón se llevaba a cabo a mano y en un medio seco: sin embargo, este método lento, caro y poco eficiente fue sustituido por procedimientos que incluían agua y que se basaban en las diferencias de densidades entre el mineral y la ganga: ensayados por primera vez en Alemania en los años veinte del siglo XIX, fueron perfeccionados por los franceses y en los años sesenta se ha-

tado de las instalaciones y, en particular, las roturas de diques y balsas mineras. En 1908 un vertido ocasionado por la rotura de los estanques de sedimentación del Grupo minero de Camargo causó una profunda preocupación en la prensa local (Cueto, 2001, pp. 11 y 13-14).

26. EM (1909), pp. 423-424.

27. ABC, 13/10/1964.

28. Hernández (2008), pp. 156-165.

bía extendido por toda Europa. Poco después llegaba a Estados Unidos.²⁹ La degradación de los cursos de agua en las cuencas carboníferas se convierte, desde entonces, en un elemento característico del *Black Country* inglés³⁰ y dará lugar a episodios de conflictividad que se multiplican desde finales del siglo XIX en las cuencas de ese país y de Alemania.³¹

En la década de los cincuenta del siglo XIX los lavaderos ya habían llegado a España, aunque su expansión por todas las cuencas será más tardía: en Asturias, por ejemplo, parece que no se extienden hasta los años ochenta. Se utilizaban dos tipos: el de «cajas de lavado» con una criba en el fondo, en el que el carbón era sometido a chorros de agua a presión desde abajo; y el de canales con agua provistos de obstáculos que separaban el carbón de la ganga.³² A principios del siglo XX, grandes compañías como Duro Felguera cuentan con modernas instalaciones de lavado que incorporan también sistemas de decantación. Se trata, en los casos de los Grupos La Mosquera y Carrocera, de un servicio de aguas para el lavadero en «circuito cerrado», pues en el primero las necesidades son cubiertas totalmente por el desagüe de la propia mina, mientras que en el segundo se toman pequeñas cantidades del Nalón (reposición de pérdidas por evaporación, filtración) que luego se devuelven «limpias».³³

En la *Aldea perdida* (1903),³⁴ Palacio Valdés recrea los profundos cambios sociales y económicos y los procesos de degradación ambiental que la minería del carbón trae al Valle de Laviana, en Asturias, a mediados del siglo XIX. En esa Arcadia Feliz de su infancia que está desapareciendo por culpa de la minería, todavía el Nalón era un río «en todas partes puro y cristalino» (p. 66). En la primera mitad del siglo XX, los lavaderos de compañías como Duro Felguera modificarán radicalmente ese y otros cursos de agua. En 1931 Armando Fernández, vecino de Sama de Langreo, afirmaba que la compañía «es la principal causante de que las aguas del río Nalón sean invadidas por los residuos de carbón que proceden de sus lavaderos». En referencia a la misma empresa, pero apuntando a las verdaderas causas del problema, en otro documento oficial se decía que «las empresas no recogen como deberían por sus inadecuados sistemas de lavaderos». En ambos casos se trataba de solicitudes de «Aprovechamiento de residuos minerales»,³⁵ un expediente administrativo necesario para los particulares que quisiesen recuperar parte del carbón que

29. Lincoln (1913), p. 8.

30. Crouzet (1997).

31. Clapp (1994), p. 83; Bruggemeier (1990).

32. Coll-Sudriá (1987), p. 122.

33. EM (1908), pp. 584-590.

34. Novela de la que Sáenz de Heredia hizo en 1948 una adaptación cinematográfica con el título *Las aguas bajan negras*.

35. *Boletín Oficial de la Provincia de Oviedo* [en adelante BOPO], 29/7/1931, n.º 168, p. 1; BOPO, 5/10/1929, n.º 227, p. 1.

las empresas carboníferas vertían a los ríos. En realidad, la implantación de este sistema de rebusco, que se desarrolló en las Reales Órdenes de 16 de octubre de 1906 y 13 de octubre de 1913, buscaba hacer oficial una práctica común en las cuencas asturianas, pero sobre todo ponía en evidencia las carencias del Reglamento de Aguas Sucias, en el que se apoyaban: de hecho, los numerosos expedientes de este tipo consultados reiteran que, además de una actividad económica remuneradora, los rebuscadores complementaban la deficiente labor de limpieza del río que las compañías mineras nunca fueron capaces de realizar. En los años treinta la multiplicación de expedientes de este tipo parece corroborar una intensificación de estas labores y, de hecho, se calcula que en ese decenio los rebuscadores recogieron entre 45.000 y 75.000 toneladas de carbón.³⁶

La flotación: plomo, zinc, wolframio

Una larga serie de iniciativas técnicas en los últimos decenios del siglo XIX darán lugar a un método de concentración revolucionario, la flotación. Este método se aplica por primera vez a gran escala en 1905, en Broken Hill (Australia), y consiste básicamente en separar el mineral del estéril en una celda de flotación en el que se procede a un proceso de emulsión con la agregación de reactivos químicos: el mineral, mezclado con agua y con una pequeña cantidad de aceite, se agita violentamente dando lugar a una espuma; así se consigue que las partículas de mineral queden adheridas a burbujas de aire en la superficie de celdas de flotación, mientras el resto de los materiales se precipitan al fondo.³⁷

La flotación, que se va a adaptar tanto a la minería metálica como a la energética (carbón), aumentará de forma notable la capacidad de producción de las plantas mineras, pero también creará nuevos problemas de contaminación. En primer lugar porque el tratamiento masivo de menas de menor ley aumentará extraordinariamente la cantidad de desechos mineros. Pero, sobre todo, se trata de un cambio en el tipo de desecho, pues los relaves (*tailings*) de las celdas de flotación contenían varios elementos distintos: agua, reactivos químicos, elementos metálicos y estériles.³⁸ Por esa razón, su adopción por parte de las grandes empresas mineras americanas en la segunda década del siglo XX las va a obligar, como ocurrió con Anaconda Copper Mining en 1918, a remodelar sus instalaciones de decantación extendiendo extraordina-

36. Coll-Martín (1987), p. 146. Véase, entre otros, BOPO, 16/5/1905, n.º 111, p. 1; BOPO, 18/2/1925, n.º 39, p. 3; BOPO, 11/2/1928, n.º 34, p. 2; BOPO, 2/7/1934, n.º 151, p. 1; BOPO, 2/7/1934, n.º 151, p. 2; BOPO, 2/7/1934, n.º 151, p. 3; BOPO, 4/2/1935, n.º 29, p. 1; BOPO, 12/7/1938, n.º 155, p. 1; BOPO, 26/1/1940, n.º 21, p.1.

37. Rickard (1921); LeCain (2009), pp. 165-168.

38. Folchi (2006), p. 209.

riamente el perímetro de estas y, sobre todo, modificando los métodos de limpieza de los lodos con una modernas plantas de filtrado.³⁹

PLOMO Y ZINC

En España, los ensayos con la flotación en Broken Hill se conocieron pronto y, de hecho, la *Revista Minera* se hace eco en 1906 de la noticia.⁴⁰ Las investigaciones llevadas a cabo en las instalaciones de la Real Compañía Asturiana de Minas en Reocín (Santander), donde se explota plomo y zinc, serán pioneras en este campo. A partir de 1916 el ingeniero Leopoldo Bárcena, que llegó a registrar cinco patentes en 1919,⁴¹ realizará distintos experimentos con celdas de flotación en esas minas. Como resultado de sus trabajos, en 1927 se inauguró un gran lavadero con sistema de flotación diferencial «modelo en su clase en España y América» que había costado 2,5 millones de pesetas y con el que, según el propio Bárcena, se habían conseguido «resultados que posiblemente constituyen un récord en el mundo».⁴² Para la recogida y limpieza de las aguas sucias se había dispuesto también una gran superficie de decantación de 5 hectáreas. Se estaban estudiando, además, procedimientos para la recuperación de los lodos que quedaban depositados en el fondo de las balsas y que contenían un término medio de un 5% de zinc.⁴³

Paulatinamente la flotación se fue extendiendo por la península ibérica, pero será en otras minas de plomo y zinc, las de la Sierra de Cartagena-La Unión, donde este método alcance un mayor desarrollo. Protagonista en buena parte de su desarrollo será la Sociedad Minero Metalúrgica Peñarroya que en los años treinta, a través de la Sociedad Metalúrgica Zapata-Portman (participada en un 50% por Peñarroya), primero, y a partir de los años cincuenta en solitario, pondrá en funcionamiento distintos lavaderos con sistemas de flotación, el más importante será el Lavadero Roberto, construido en 1953 en la bahía de Portmán. Las limitaciones de la red hídrica de la cuenca hicieron que algunas explotaciones se plantearan la recuperación de parte del agua utilizada en los procesos de flotación. Roberto, una instalación de última ge-

39. Quivik (1998), pp. 449-456; Pérez (2014), pp. 180-182.

40. RM (1906), p. 130.

41. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico: http://historico.oepm.es/archivohistoricow3c/index.asp#formulario_patentes_uam.

42. RM (1929), p. 526. El taller de flotación, construido en las mismas instalaciones de Reocín y que contaba con tecnología americana e inglesa, constaba de una tolva de hormigón para depósito de minerales, dos trituradoras, dos molinos Hardinger, siete conos deslamadores, cuatro mesas Butchard, cuatro mesas Deister, cuatro tanques clasificadores, una máquina de flotación de 16 celdas y 14 espumantes, un tanque Dorr y un filtro Oliver (*Boletín Oficial de Minas* [en adelante BOM], 1930, p. 537).

43. EM (1927), pp. 588-592; BOM (1930), pp. 533-543; RM (1929), pp. 525-527, 535-536, 547-548, 559-561.

neración capaz de producir 2.100 Tm/día en 1956, optará por una solución radical al problema de la degradación de la red hídrica, depositando sus relaves directamente en el mar.⁴⁴

WOLFRAMIO

En Portugal, la flotación se aplica por primera vez en las minas de wolframio (un mineral estratégico con usos militares) de Borralha después de la Segunda Guerra Mundial y dará lugar a graves problemas ambientales relacionados con la acumulación de estériles en los cursos fluviales. En la otra gran mina de wolframio lusa, Panasqueira, también se sucedieron conflictos similares entre las décadas de los treinta y cincuenta del siglo xx. Y es que, a pesar de los sistemas de decantación y filtración instalados, el río Zêzere y sus afluentes sufrieron un grave proceso de contaminación. Otros ríos afectados por los vertidos de las minas de wolframio serán el Ave y el Este (Guimaraes).⁴⁵

El éxito aparente de Opportunity Ponds, las instalaciones de decantación de Anaconda Copper Mining que permanecieron activas hasta los años sesenta y que se convirtieron en un símbolo de la capacidad técnica de las compañías mineras, obliga a considerar cómo influyen en el medio y largo plazo estos fenómenos de contaminación histórica difusa. Especialmente, teniendo en cuenta de que en los años ochenta del siglo xx se emprendió un gran proyecto emblemático de rehabilitación del río Clark Folk, con altísimos índices de contaminación relacionados con los vertidos de esta compañía.⁴⁶ En España después de la Guerra Civil y la autarquía, la fuerte recuperación del sector minero en los sesenta va a coincidir con un incremento de la contaminación y la conflictividad. En Reocín, a pesar del gran esfuerzo tecnológico desplegado, los problemas con las balsas debieron ser recurrentes y, de hecho, en 1960 se produjo en estas instalaciones uno de los peores desastres mineros que se recuerdan, la rotura de su gran balsa de residuos, que acabó con la vida de dieciocho personas.⁴⁷ En la Sierra de Cartagena-La Unión, los vertidos del gran lavadero Roberto desde 1953 van a ser responsables del aterramiento de la bahía de Portmán, uno de los más graves procesos de degradación medioambiental de la cuenca mediterránea.⁴⁸

44. Pascual *et al.* (2016).

45. Nunez, 2007; Lopes-Costa, 2016.

46. <http://www2.epa.gov/region8/milltown-reservoir-sediments-clark-fork-river>.

47. ABC, 19/8/1960.

48. Pascual *et al.* (2016).

La hidrometalurgia: minerales no ferrosos

La utilización del agua en procedimientos metalúrgicos era conocida desde antiguo en cuencas como la propia Faja Pirítica Ibérica y consiste básicamente en dos operaciones, previas a la calcinación en hornos al aire libre: la lixiviación y la precipitación. Tradicionalmente, para separar la ganga del mineral útil (lixiviar), los minerales de cobre se sumergían en las aguas ácidas de la mina; posteriormente se introducía hierro para conseguir la precipitación del cobre. Los ensayos de los hermanos Forrest y MacArthur que van a dar lugar a la cianización del oro y, sobre todo, la utilización de nuevos reactivos utilizados en la lixiviación de los minerales no ferrosos en los dos últimos decenios del siglo XIX en Estados Unidos se sitúan en los orígenes de la hidrometalurgia contemporánea.⁴⁹ Los procedimientos hidrometalúrgicos, la «vía húmeda», que coinciden con la aparición de nuevos y complejos yacimientos mineros en América y con un fuerte alza de la demanda, se adaptan a la perfección a los minerales de baja ley y facilitan la recuperación del azufre.⁵⁰

En el contexto de graves problemas de contaminación atmosférica que presentan las grandes cuencas mineras en esta época, la hidrometalurgia presenta una ventaja adicional: al sustituir los sistemas de beneficio tradicionales, basados en la calcinación, permitía reducir sustancialmente la emisión de humos. Ese argumento, utilizado por primera vez en la cuenca del Ródano (Francia) a mediados del siglo XIX,⁵¹ será reiterado desde entonces, especialmente en la Faja Pirítica Ibérica. Pero si bien es verdad que la contaminación del aire se reduce, no lo es menos que los cursos de agua experimentarán un proceso de degradación sin precedentes: en efecto, no solo se necesita una gran cantidad de agua en ese proceso en una zona con severas limitaciones hídricas (en Huelva se calcula que unas 2 Tm por Tm de mineral extraído),⁵² sino que los residuos resultantes de los procesos de lixiviación y precipitación acidificarán las aguas dando lugar al problema de «las aguas agrias» en España y de la «aguas da morte» en Portugal.

Los problemas de contaminación fluvial aparecen tempranamente en la cuenca onubense. En 1866 Tharsis Sulphur and Copper Company (que utilizaba un sistema mixto de calcinación e hidrometalurgia tradicional) tenía que afrontar el pago de 100.000 pesetas a un ganadero de la cuenca por la contaminación de sus abrevaderos. Esta decisión judicial daba lugar a una larga «gue-

49. En realidad, en São Domingos también se practicaba esta nueva hidrometalurgia desde los años sesenta (Guimaraes, 2013, p. 150). Por otro lado, desde finales del siglo XIX también se experimentó con éxito con la electrolisis, en la que el proceso de precipitación se sustituye por la aplicación de electricidad al mineral lixiviado, consiguiéndose cobre con un 95,5% de pureza (Folchi, 2006, pp. 602-603; Greenawalt, 1912, pp. 319-323, 342-347).

50. Eissler (1902), p. 619.

51. Pérez (2014), p. 39.

52. RM (1906), p. 456.

rra del agua» entre mineros y agricultores y ganaderos. De forma periódica los conflictos que generaba la utilización del agua desataban campañas antimineras en los medios de comunicación. En los años noventa la prensa local destacaba, por ejemplo, que los vertidos mineros eran responsables de la esterilización de los dos sistemas fluviales de la provincia, los que formaban el Tinto-Odiel y el Guadiana: la falta de instalaciones de decantación adecuadas estaría en el origen del este problema. Esa controversia, a su vez, se relacionó con un conflicto que involucró a compañías mineras de ambos lados de la frontera. En efecto, Mason and Barry, la empresa que explotaba el yacimiento de São Domingos, en el Bajo Alentejo portugués, se verá sometida a una larga y agresiva campaña de algunos ayuntamientos ribereños y de organizaciones de pescadores que acuñaron la expresión «aguas da morte» para referirse a los vertidos tóxicos de esas minas que envenenaban el curso bajo del Guadiana. Mason and Barry se defendió argumentando que poseía unas modernas instalaciones de decantación de las que carecían todas las minas españolas que vertían sus aguas ácidas al Guadiana, que eran, en todo caso, las verdaderas responsables de la contaminación del río. La frontera política será muy útil en este caso para diluir la responsabilidad de las empresas mineras a uno y otro lado de la raya.⁵³

En São Domingos, el proceso utilizado («cementación natural») permitirá explotar la gran masa de piritas de bajo tenor y recuperar el azufre, al mismo tiempo que dio una solución empresarial al problema de los humos, reduciendo hasta hacer desaparecer las indemnizaciones y las compras «forzadas» de tierra. La adopción de este proceso en otras minas de pirita del Alentejo al fin del siglo XIX va a provocar la polución del río Sado (y de los cultivos de arroz que bañaba en su curso bajo), dando lugar a continuos conflictos con grandes labradores y con el Ayuntamiento de Alcácer do Sal. Incluso el sector pesquero de Setúbal se vio afectado. En el caso de la Société Anonyme Belge des Mines de Aljustrel, sus proyectos de expansión se vieron paralizados hasta finales de los años veinte, solo cuando buena parte de su producción se pudo exportar en bruto a las fábricas de azufre de Barreiro, Estarreja y de Bélgica. Algo similar ocurrió con la compañía que explotaba los minerales de Lousal y que se vio obligada a instalar su fábrica de superfosfatos en Setúbal. A pesar de ello, los viejos sistemas hidrometalúrgicos seguirán funcionando, y en los años cincuenta la expansión de la producción minera entró de nuevo en colisión con proyectos de riego en la región del Alentejo. Finalmente, los servicios hidráulicos que defendían el Plan de Riego del Alentejo, junto con algunos agricultores, fueron capaces de forzar al Estado a intervenir contra la compañía luso-belga de Aljustrel, imponiendo incluso multas e indemnizaciones.⁵⁴

53. Pérez (2014), pp. 55-60.

54. Guimaraes (2013), pp. 168-171.

Estos conflictos no siempre se resolvieron utilizando la vía legal. En general, la hidrometalurgia permitirá desviar los costes ambientales a los grupos sociales más vulnerables que, en ocasiones, se opondrán de forma violenta en una suerte de ludismo ambientalista; así sucede en Aljustrel en 1922 o en Talhadas (Aveiro) en 1924.⁵⁵

El contexto institucional

A mediados del siglo XIX comienza una primera fase de degradación ambiental de los ríos en Europa,⁵⁶ a la que las actividades mineras, tal como ponen en evidencia los conflictos analizados, contribuyen decisivamente. La multiplicación y gravedad de los conflictos a finales del siglo XIX obligan al legislador a plantear nuevas soluciones legales. En efecto, la agudización de estos problemas anima a las autoridades a promover organizaciones mancomunadas con competencias para afrontar la limpieza de los ríos en zonas mineras muy contaminadas como Yorkshire, en Gran Bretaña, (*The West Riding of Yorkshire Rivers Board*, 1894) o la cuenca del Ruhr, en Alemania (*Emscher Water Authority*, 1904). Junto a los medios resarcitorios, la obligación para las empresas de aplicar soluciones técnicas, como sistemas de decantación apropiados, se impone como un adecuado medio de reducir la contaminación de las aguas.⁵⁷ En la península ibérica, esa intensa y temprana conflictividad dará lugar al desarrollo de pioneros mecanismos legales que se abordan a continuación.

España

En general, cuando los problemas de contaminación no se pueden solventar de forma amistosa, a través de acuerdos entre partes, se recurre a una doble vía: o bien, en la tradición continental, el Estado interviene regulando la actividad, o bien se utiliza la vía judicial, más propia del ordenamiento legal anglosajón, basada en las indemnizaciones. En realidad, la complejidad de estos conflictos obliga a las autoridades a combinar ambas tradiciones legales que, en cualquier caso, experimentan desde finales del siglo XIX un proceso de influencias recíprocas,⁵⁸ como enseguida se verá.

Aunque en España existía una larga tradición intervencionista en este campo que se remonta al menos al siglo XVI, es a mediados del siglo XIX, en

55. Guimaraes (2016).

56. Sheail (1997), p. 197.

57. Clapp (1994), p. 83; Bruggemeier (1994).

58. Gordley (2000).

plena expansión minera, cuando se introducen las primeras referencias sobre contaminación en el marco normativo moderno. Más específicamente, la Ley Minera de 1849, además de hacer mención expresa a la responsabilidad del minero y a las indemnizaciones que deberá afrontar en estos casos, se refiere explícitamente y por primera vez a la contaminación fluvial en su artículo 14 («más será de su cargo [del minero] el resarcimiento de daños y perjuicios que por su aparición, conducción e incorporación a ríos, arroyos o desagües, se ocasionaren a terceros»). Se extiende sobre estas cuestiones la Ley Minera de 1859 (artículo 55) y, sobre todo, la de 1868, que en su artículo 74 establece que los litigios sobre contaminación debían sustanciarse en los tribunales civiles.⁵⁹ En realidad, según se adelantaba, algunos años antes un ganadero onubense ya había utilizado esta vía en un pleito con Tharsis Sulphur and Copper Company por envenenamiento de los abrevaderos de su propiedad. Su resolución es interesante porque el Tribunal Supremo, basándose en un criterio de responsabilidad objetiva, condenó finalmente al pago de una elevada indemnización a la compañía en 1866, a pesar de que la compañía había demostrado que utilizaba los medios técnicos más avanzados. Para los especialistas, en realidad se trataba de una excepción, pues en estos casos se terminará por imponer el criterio de responsabilidad por culpa, esto es, solo se podrá castigar a la empresa en caso de que no se hayan tomado los medios disponibles para reducir la contaminación. Un principio que se consagrará en el Código Civil de 1889.⁶⁰

Por otro lado, la gravedad y multiplicación de estos conflictos obligan al gobierno a asumir responsabilidades en materia de contaminación y, en diez años, va a publicar las dos disposiciones legales pioneras en este país: el Reglamento Provisional para la indemnización de los daños y perjuicios causados a la agricultura por las industrias mineras (18/12/1890), en relación con la contaminación del aire; y el Reglamento sobre enturbiamiento e infección de los cauces con líquidos procedentes del lavado de minerales o con los residuos de las fábricas (16/11/1900), que afecta a la contaminación de las aguas. Hay evidentes paralelismos entre ambos y, de hecho, hay una referencia en el texto del segundo al primero. En los dos casos el estado intervino en una cuestión que amenazaba con derivar en un grave problema de orden público.⁶¹ Del

59. Quintana (1997), p. 193.

60. Vaquero (2006), p. 42; Cabrillo (1993), p. 601. Una evolución compartida con el Código francés, pero también con el derecho común de países como Inglaterra, Estados Unidos o Canadá, y que, en el fondo, implicaba una actitud de los tribunales cada vez más proindustrialista (Pérez, 2014, pp. 224-234).

61. Sobre todo teniendo en cuenta el precedente del «Año de los Tiros», en Huelva, donde oficialmente 13 personas (nunca se supo el número real de víctimas) fueron masacradas tras una manifestación pacífica al grito de «No a los humos» (Pérez, 2014, p. 129). Los vertidos incontrolados de las empresa mineras santanderinas y vizcainas provocarán continuos incidentes que periódicos como el *Diario de Bilbao* o *El Nervión* achacan, en una opinión compartida por

mismo modo, estos reglamentos consagraban la doble vía, judicial y administrativa, en estos conflictos: los demandantes podían recurrir a los tribunales pero también podían dirimir sus diferencias en un organismo de arbitraje creado específicamente para esta cuestión, compuesto por profesionales y dirigido por el gobernador civil.⁶² Sin embargo, el Reglamento de Aguas Sucias era una norma más compleja, pues partiendo del mismo principio de indemnización, prohibía de forma taxativa los vertidos, imponía a las empresas la construcción de balsas de decantación que garantizaran la inocuidad de sus procesos de lavado y les aconsejaba la creación de sindicatos de empresas allí donde los procesos de contaminación fueron intensos, fijaba medios de control y seguimiento y, además, establecía medidas sancionadoras para las empresas que incumplieran la normativa. Sin duda, una medida ambiciosa que, obviamente, va a encontrar inicialmente la frontal oposición de la industria minera: hubo que esperar seis años (aunque el plazo legal era de seis meses) para que las empresas terminasen de levantar sus nuevas instalaciones.⁶³

En realidad, la normativa no hizo sino acelerar un proceso que la propia expansión del mercado del hierro había puesto en marcha años antes: la ampliación de los lavaderos y la creciente necesidad de espacio y agua había lanzado a algunas empresas, como la Sociedad F. Echevarría y Picavea,⁶⁴ a la ampliación de sus instalaciones y a la construcción de sistemas de decantación, como pudieron comprobar los inspectores comisionados por el gobierno cuyo informe sirvió de base al Reglamento de Aguas Sucias. De hecho, los expedientes de expropiación por utilidad pública, que la norma preveía, facilitarán este proceso.⁶⁵

Sin embargo, y como ocurrió con el Reglamento sobre los humos onubenses, la medida rebajará las tensiones en las cuencas y reconducirá el problema por los cauces legales, pero en modo alguno solucionará el problema. En un informe sobre las cuencas santanderinas publicado en la *Revista Minera* años después se dice literalmente: «La sedimentación de lodos es hasta ahora bas-

la *Revista Minera*, a la falta de un marco jurídico que impida el abuso de las compañías (RM, 1897, p. 26). Las movilizaciones contra esas prácticas amenazaban con derivar en violencia, en un conflicto de «lucha de clases» o, como se afirmaba en la *Revista Minera* (1903), p. 68, el problema del lavado de minerales «entra en un periodo de tirantez y de cierta violencia».

62. A la vista de los problemas que ocasionaba la utilización al mismo tiempo de los tribunales y los organismos de arbitraje por parte de los afectados en el primer Reglamento (Quintana, 1987, pp. 196-199), en el caso del Reglamento de Aguas Sucias se podía optar por una u otra vía, pero no simultanear ambas.

63. Cueto (2001), p. 10; Hernández (2008), p. 140. En 1913 los concejales del Ayuntamiento de Bilbao iniciarán una campaña contra las compañías mineras por un nuevo episodio de contaminación del Nervión (*Madrid Científico*, 1913, p. 599).

64. *Gaceta de Madrid* [en adelante GM], 20/6/1898, 171, p. 1089.

65. Como pone en evidencia la resistencia, normalmente sin efecto, por parte de los afectados a estas expropiaciones. Véase, por ejemplo, GM, 17/4/1909, 107, p. 891. La solicitud de declaración de utilidad pública, en este caso sin oposición, en Asturias en BOPO, 16/5/1905, nº 111, p. 1.

tante deficiente en todas las minas que hemos estudiado en esta zona».⁶⁶ Las razones son varias, pero la falta de efectividad de la normativa descansaba en dos problemas relacionados: la desidia en el mantenimiento de las instalaciones por parte de las empresas (cuando no las prácticas fraudulentas, como los vertidos incontrolados) y la ineptitud del sistema de inspección. El fracaso de la norma es reconocido por el propio legislador con la publicación del Real Orden de 16 de octubre de 1906 que, partiendo de una anterior disposición (Instrucción de 14 de junio de 1883), permite a particulares la construcción de instalaciones para el lavado y recuperación de minerales aguas abajo de los yacimientos mineros: como afirma el gobernador civil de Oviedo, considerando que las empresas no recogen como deberían sus residuos «mediante dispositivos adecuados [...] a pesar de las disposiciones establecidas al efecto, no hay inconveniente y sí en cambio ventaja en conceder autorizaciones» a terceros para que realicen esa actividad.⁶⁷ En ocasiones, estos expedientes fueron solicitados por las propias empresas mineras para ampliar sus instalaciones o para solicitar la utilización de aguas de mar.⁶⁸

Tal como se adelantaba, ante el lamentable estado de las aguas del Nalón, el 13 de octubre de 1913 se publicaba una Real Orden que extendía la norma a los carbones asturianos, prohibiendo el vertido de aguas sucias a sus ríos a las empresas pero dando al mismo tiempo potestad al gobernador civil para conceder licencias para el aprovechamiento de los residuos a particulares. Por otro lado, ante las fuertes presiones de las empresas de la Faja Pirítica Onubense, el Real Decreto de 12 de enero de 1905 las va a eximir en la práctica de las obligaciones que comporta la aplicación del Reglamento de Aguas Sucias.⁶⁹ El Reglamento tendrá un largo periodo de vigencia (fue derogado en 1985), con algunas modificaciones que incorporan el Real Decreto Ley 33, de 7 de enero de 1927 (interpretación del carácter público de las aguas objeto de aprovechamiento) o el Decreto de 29 de noviembre de 1932 y la Orden Ministerial de 30 de noviembre de ese año (las competencias en esta materia del gobernador civil son traspasadas al ingeniero jefe de Obras Públicas de la provincia, al jefe de Aguas de la cuenca o a los directores de los puertos).⁷⁰

66. RM (1909), p. 424.

67. BOPO, 5/10/1929, n.º 227, p. 1.

68. GM, 23/2/1905, 54, p. 696 (Minas de Heras, Santander); GM, 10/4/1907, 100, p. 132 (Filomeno Arcelus, Bilbao); GM, 27/10/1910, 300, p. 262 (The Dicedo Iron Ore Co. Ltd., Santander); GM, 1/2/1912, 32, p. 336 (Sociedad Minera Bilbao-Santander); GM, 26/5/1913, 146, p. 576 (Ramón de La Sota, Santander); GM, 6/12/1915, 340, p. 624 (San Salvador Spanish Iron Ore Co. Ltd.).

69. *Diario Oficial de Avisos*, 13/5/1905, 112. En alguna ocasión sí que hicieron uso de los expedientes sobre aprovechamiento de residuos, como The United Alkali Co. Ltd. en Cañañas (GM, 29/9/1909, 272, p. 602).

70. GM, 8/1/1927, 8, p. 188; GM, 21/5/1932, 142, p. 1347; GM, 1/12/1932, 336, pp. 1533-1534.

Portugal

La legislación minera que marcó el inicio de la *Regeneração* (1850-1853), consolidada en las décadas siguientes, y que se inspiraba directamente en la ley de minas napoleónica y en la legislación española de los años cuarenta del siglo XIX, afirmaba, como en el pasado, que la propiedad minera pertenecía al Estado (principio heredado del derecho tradicional), pero defendía también que cualquier individuo podría acceder a su posesión. Al separar la propiedad del suelo y el subsuelo, se limitaba la capacidad de los propietarios de tierras, de labradores y campesinos para impedir el desarrollo minero por vía legal o a través de rentas especulativas a lo largo de todo el proceso, desde el acceso a la propiedad hasta los procesos de tratamiento de los minerales.⁷¹ Las rentas pagadas a los propietarios fueron fijadas en la ley minera como una parte del impuesto pagado por los empresarios mineros al Estado, estimado a partir de los beneficios anuales realizados. Además, los mineros tenían derechos a usar los bienes comunitarios como pastos, leña y aguas, como cualquier vecino.

El legislador tuvo especial cuidado en legislar sobre los desagües de las minas y situar esos conflictos en la jurisdicción de los tribunales, encargados de identificar las responsabilidades y establecer las indemnizaciones a pagar. Los tribunales no tenían capacidad para impedir la explotación minera por ningún motivo, asunto que quedaba al arbitrio de los gobernadores civiles.

Finalmente, la Ley Minera de 23 de julio de 1850⁷² permitía que los empresarios mineros solicitasen, en su caso, al gobierno la Declaración de Utilidad Pública de zonas aledañas a la explotación. Una opción que se refuerza con la Ley de 26 de julio de 1912⁷³ que estimaba como medida de evaluación de la propiedad el valor catastral. Aunque la forma en que se delimitaban las áreas de concesión era generosa, fue extendido ese derecho para la construcción de ferrocarriles mineros y para establecer cualquier tipo de instalación minera si no hubiese previamente acuerdo entre las partes. En la práctica, esto permitirá a las compañías adquirir grandes extensiones de terreno para evitar litigios, convirtiéndose, de hecho, en grandes propietarios fundiarios. Con esta disminución de costes, se facilitaba el camino no solo para la utilización de los ríos sino también para la construcción de sistemas de represas, balsas de aguas ácidas y canales de evaporación. El caso más espectacular es el de São Domingos, donde se permitió la adquisición, en 1869, de 8,4 km². En Aljustrel, los informes de la compañía Trastagana, que utilizaba el sistema de

71. Artículo 38 del decreto de 31 de diciembre de 1852 publicado en el *Diário do Governo* [en adelante DG] 4, 5/1/1853. Véase también el decreto reglamentario de 9 de diciembre de 1853 DG, 29, 14/12/1853.

72. DG, 178, 31/7/1850.

73. DG, 185, 8/8/1912.

calcinación combinado con la lixiviación, revelan una adquisición de predios por la mitad de su valor de mercado. Así pues, el abandono de los procesos pirometalúrgicos supuso poner en manos de las grandes compañías portuguesas propiedades que podían volver a tener usos agrícolas, siendo por lo general entregadas en arrendamiento (Guimaraes, 2013).

El control administrativo por parte del poder central sobre las concesiones mineras, el acuerdo previo sobre el plan de explotación y la fiscalización de los organismos del Estado van a garantizar de algún modo el interés general en lo que respecta a la seguridad, higiene y salubridad pública en el contexto de una política progresiva de fomento económico. En la práctica, esa relación directa entre las explotaciones mineras y la administración central reforzó el poder de las empresas frente a las comunidades y a los poderes locales, que las veían justamente como «un Estado dentro del Estado». En ese espíritu de fomento por parte de las instituciones públicas, en la década de los sesenta del siglo XIX, nuevas disposiciones impidieron que el registro minero fuese renovado sucesivamente con el objeto de evitar comportamientos especulativos o improductivos de la explotación minera.⁷⁴

Los conflictos derivados de los daños causados por la minería en los cursos fluviales y en los suelos serán uno de los elementos centrales que condujo al decreto n.º 8 de diciembre de 1892,⁷⁵ a la organización de los servicios hidráulicos⁷⁶ y, finalmente, a la Ley de Aguas.⁷⁷ Durante la República, los gobiernos agraristas y conservadores, como el de Sidónio Pais, se mostrarán más sensibles a los intereses de los propietarios estableciendo procedimientos administrativos adaptados a sus necesidades en el ámbito de la contaminación de aguas y sometidos a la autoridad de comisiones que evaluaban los daños.⁷⁸

El Código de Minas de 1930⁷⁹ incorporó la experiencia acumulada en la gestión de los conflictos ambientales mineros. La concesión de licencias y la fiscalización de los servicios e instalaciones de las explotaciones mineras correspondían ahora a la Dirección General de Minas y Servicios Geológicos. En ella se incluía las instalaciones metalúrgicas, de preparación de minerales, de lavado, de pulverización y destilación de carbón, eléctricas, transporte y comunicaciones, ferrocarriles mineros, edificios destinados a habitación del personal y las «demais oficinas auxiliares de serviços mineiros» (Sec. II, art. 6.º). A este organismo estaba también reservada la capacidad jurídica para proveer las pruebas técnicas presentadas en los tribunales ordinarios que en-

74. Decreto de 13 de agosto de 1862. Véase también *Código do Mineiro ou Coleção Completa da Legislação sobre Minas (1852-1883)*, Lisboa, 1883.

75. DG, 276.

76. DG, 290, 22/12/1892.

77. Decreto 5787-III (10/5/1919). Silva (2013).

78. Decreto Ley n.º 4.159 (DG, 89, 27/4/1918). Guimaraes (2016).

79. Decreto Ley n.º 18713 codificando y actualizando la legislación minera (DG, 177, 1/1/1930).

tendían en las causas en materias de daños y perjuicios causados a terceros por las actividades mineras.

Las cuestiones sobre contaminación minera e industrial fueron centrales en el conflicto político que opuso a agraristas e industrialistas durante la República. El Código de 1930 recuperó la legislación de Sidónio Pais que normalizó estos conflictos. Así, en la organización de los procesos por perjuicios causados en la agricultura se observaba lo preceptuado en los decretos 4.159 de 26 de abril de 1918 y 4.544 de 1 de julio de 1918: en caso de reclamación, el Ministerio de Trabajo mandaba comprobar la veracidad de los hechos en los distritos mineros y, una vez comprobados, el Ministerio de Agricultura nombraba una comisión formada por representantes del concesionario, del municipio, del propio Ministerio y por un juez. La indemnización a pagar consideraba los daños provocados en los años anteriores (limitados a un total de diez) y la desvalorización del capital fundiario. Los concesionarios, sin embargo, debían ser avisados con cinco días de antelación de la llegada de los inspectores mineros que, gracias al vínculo que establecían en el proceso de autorización, defendían por norma las posiciones mineras en estos conflictos intermodales.

Reflexiones finales

Las nuevas exigencias en materia de política ambiental y la necesidad de adaptarse al desafío de la sostenibilidad impulsan desde los años noventa del siglo XX a las grandes compañías mineras a asumir una nueva estrategia medioambiental que parte de la consideración de que la contaminación era el resultado de la utilización ineficiente del capital, la gestión y, sobre todo, la tecnología.⁸⁰ Esa estrategia favoreció la innovación tecnológica especialmente en dos áreas: la desulfurización de los humos de fundición y la acidificación de las aguas.⁸¹ En realidad, las iniciativas de instituciones y, sobre todo, empresas en torno a la contaminación tienen una larga historia que ofrece interesantes elementos para la reflexión.⁸² La hipótesis de este artículo es que la extensión de las «guerras del agua» por las grandes cuencas ibéricas desde fines del siglo XIX, y sus consecuencias sobre toda la cadena de producción minero-metalúrgica, muestran que existía un importante bagaje legal y

80. Una nueva perspectiva que se encuentra planteada inicialmente en el libro de Porter (1990) que afronta el reto medioambiental reinterpretando la teoría del desarrollo a la luz de las aportaciones de ingenieros y otros investigadores en torno a los conceptos de prevención y ecoeficiencia, aplicados por primera vez en el mundo minero por Warhurts (1991).

81. Hilson (2000).

82. El ejemplo más destacado en este sentido está relacionado con los importantes programas de investigación sobre contaminación atmosférica desde principios del siglo XX promovidos por las grandes compañías mineras americanas (Pérez, 2016).

técnico en el campo de la contaminación de aguas anterior a la «Edad de la Ecología».⁸³

Más concretamente, el análisis de esos conflictos permite entender, sobre todo, la fuerte influencia ejercida por las empresas en la compleja relación entre los fenómenos de apropiación, explotación y contaminación. Los periodos de intensificación tecnológica y energética coinciden invariablemente antes de la Edad de la Ecología, con los peores índices de contaminación: las décadas interseculares son un perfecto ejemplo de esta realidad⁸⁴ y, como se ha visto en este trabajo, la minería ibérica reproduce fielmente ese patrón. Sin embargo, y por otro lado, en ocasiones las empresas mineras, en contextos de fuerte contestación social, tratarán de ofrecer alternativas tecnológicas que permitan reducir la contaminación.⁸⁵ Se puede decir que hay dos posiciones a este respecto que dependen de la intervención de las instituciones.

En el primer caso se trata de empresas que han tomado medidas tecnológicas ligadas a sus propias estrategias de mercado y que logran evitar las legislaciones anticontaminación.⁸⁶ Participando de un movimiento que surgirá en las grandes compañías americanas pero que pronto influirá en Europa (y en la península ibérica), el conservacionismo minero,⁸⁷ los directivos defenderán que la contaminación es básicamente un problema de ineficiencia y que su solución pasa definitivamente por la aplicación de medios técnicos. Para estos especialistas, el medio acuático es el ámbito ideal para ensayar las innovaciones disponibles. En realidad, se trata de una suerte de proceso global que opera en un doble sentido, pues los conservacionistas americanos reconocen que la hidrometalurgia que se practica en la Faja Pirítica Ibérica y, particularmente, el sistema de decantación que Mason Barry organiza a fines del siglo XIX es un modelo tecnológico a imitar.⁸⁸ Sin embargo, esas instalaciones no solo no fueron capaces de garantizar la inocuidad de los procesos de tratamiento, tal como siempre defendió la empresa, sino que los vertidos convertirán el Guadiana, como denuncian los pescadores portugueses, en un «rio de muerte» en las primeras décadas del siglo XX.

Hay un segundo tipo de empresas que van a aplicar medidas técnicas obligadas por las legislaciones. Hay que partir del hecho de que, en el fondo, los conflictos de contaminación minera, y las externalidades negativas que crea,

83. Worster (1994), p. 342.

84. McNeill (2000), p. 379.

85. Tres aproximaciones desde un punto de vista histórico a las relaciones entre tecnología y contaminación minera son las de Folchi (2006), pp. 581-670, Guimaraes (2016) y Pérez (2014), pp. 176-220).

86. Se trata, como se ha visto, fundamentalmente de las empresas de la Faja Pirítica Ibérica, muy reticentes al intervencionismo estatal y que en el caso español logran quedar eximidas de los efectos del Reglamento de Aguas Sucias.

87. Leith (1918); Pérez (2001).

88. Douglas (1908), pp. 66-68.

ponen en evidencia un problema de derechos de propiedad.⁸⁹ Desde las más tempranas legislaciones en este ámbito, como el decreto napoleónico de 15 de octubre de 1810 y leyes posteriores, los investigadores franceses han discutido sobre si la intención del legislador fue proteger a los afectados (en relación sobre todo con cuestiones de salud pública) o si lo que en realidad pretendía era reafirmar los derechos de propiedad de quienes causan las externalidades negativas.⁹⁰ Es significativo destacar que, por encima de las diferencias, Portugal y España comparten un bagaje legal cuyo tronco común es la acusada ascendencia francesa. En esa línea, el análisis de la evolución del aparato legal en torno a los problemas de contaminación fluvial en las minas abona la idea de que la versión «productivista» se va a imponer sobre la «protectora». Esa evolución del marco legal tiene mucho que ver con los intereses de las grandes empresas. En efecto, cuando los problemas son graves, los directivos promoverán inicialmente una solución negociada («armonizadora») que pasa por la aceptación de compensaciones por acuerdo entre partes o, posteriormente, en el marco del derecho de daños. La tendencia de los jueces a favorecer aquellas actividades económicamente más beneficiosas mueve a las autoridades a ensayar algunas tempranas medidas de regulación estricta (que impliquen, por ejemplo, imposiciones desde un punto de vista técnico asociadas a medios de control efectivo) a las que, en general, se van a oponer con éxito las empresas, como el decreto portugués que prohibía las dragas mineras en 1924.⁹¹ Cuando las empresas no pueden impedir que el Estado intervenga, influyen para que la regulación se base en procesos de arbitraje entre partes, con la intermediación del Estado, en torno a las compensaciones. La creación de comités ad hoc es característica de los decretos portugueses 4.159 de 26 de abril de 1918 y 4.544 de 1 de julio de 1918, que luego recoge el Código de Minas de 1930, pero también del Reglamento de Aguas Sucias español, en 1900. En realidad, el interés de esta legislación, ambiciosa y de larga vigencia, reside en que es capaz de mezclar medidas de compensación y mediación, con otras de carácter preventivo (sobre todo la obligación de construir los «estanques de sedimentación») a la que se sumará un aparato san-

89. En realidad, como es sabido, el concepto de externalidad fue acuñado en los años veinte por Pigou (*The Economics of Welfare*, 1920) y hacía referencia a las consecuencias no previstas inicialmente que podía generar una determinada actividad económica y cómo esos «fallos de mercado» podían ser corregidos a partir de impuestos o subvenciones por el Estado. Esa línea de investigación será recogida, desde un punto de vista completamente renovado, por la escuela institucional a partir de los años sesenta (Coase, R. *The Problem of Social Cost*, 1960). Más recientemente, siguiendo esa línea, la Economía del Medio Ambiente ha abordado con nuevas herramientas metodológicas las externalidades; al mismo tiempo la Economía Ecológica, desde una perspectiva antagónica, sitúa la relación entre derechos de propiedad y gestión de los recursos, objeto básico de su investigación, en el origen de los «conflictos de distribución ecológicos» (Martínez (2002), pp. 74-77).

90. Massard-Guilbaud (1999), p. 57.

91. Silva (2013), pp. 125-126.

cionador. Su puesta en práctica, sin embargo, desvirtuó pronto el espíritu de la norma. En efecto, después de una fuerte oposición, que dilató el periodo de construcción de las balsas desde los seis meses iniciales establecidos en la ley hasta los seis años, las empresas terminaron por aceptar abiertamente un Reglamento que, a través de un instrumento legal como la Declaración de Utilidad Pública (también presente, por cierto, en el ordenamiento legal portugués), favorecía sus estrategias de expansión al permitirles acumular tierras y aguas. Finalmente, como se ha podido comprobar, la falta de medios de inspección y la desidia de funcionarios y empresarios dieron un amplio margen de maniobra a las empresas y no solo no solucionarán los problemas tradicionales (como el estrés hídrico o la progresiva acidificación de las aguas) sino que van a crear otros. En efecto, si a corto plazo la multiplicación de esos sistemas de lavado y decantación facilitaron la gestión de los recursos hídricos a las empresas y evitaron problemas mayores (sobre todo de orden público), en el medio plazo la multiplicación de balsas mineras en condiciones técnicas deficientes va a generar otros problemas de difícil resolución: en primer lugar, de seguridad, como pusieron en evidencia las catástrofes a que dieron lugar en los años sesenta las roturas de esas balsas en Reocín y Ortuella; pero también generaron enormes pasivos medioambientales, especialmente montañas de estériles cuyo ejemplo más espectacular a escala continental es la colmatación de la bahía de Portmán.

Por todo ello, se puede constatar una temprana actitud proactiva de las empresas, en unos casos por propia iniciativa y en otros obligadas por la legislación, pero significativamente con unos resultados a medio y largo plazo muy negativos. Por esa razón, frente al mensaje optimista de las empresas, que coincide con lo que algunos investigadores actuales denominan el «cornucopianismo tecnológico»,⁹² parece razonable pensar, en el sentido de la «paradoja de Jevons»,⁹³ que este tipo de estrategias empresariales y de políticas públicas analizadas implican necesariamente no menos sino más contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

- BRUGGEMEIER, Franz-Josef (1994), «Nature Fit for Industry: The Environmental History of the Ruhr Basin, 1840-1990», *Environment History Review*, 18 (1), pp. 35-54.
- CABRILLO, Francisco (1994), «Industrialización y derechos de daños en la España del siglo XIX», *Revista de Historia Económica*, 3, pp. 591-609.

92. Ferkiss (1993), pp. 154-163.

93. La relación negativa entre tecnología y contaminación parte, como es sabido, de las críticas reflexiones del economista británico sobre los efectos a largo plazo de las mejoras en eficiencia de la máquina de vapor sobre el consumo de carbón (Polimeni *et al.*, 2008).

- CLAPP, Brian Willian (1994), *An Environmental History of Britain since the Industrial Revolution*, Longman, Londres – Nueva York.
- COLL, Sebastián; SUDRIA, Carlos (1987), *El carbón en España, 1770-1961. Una historia económica*, Turner, Madrid.
- CROUZET, François (1997), «Naissance du paysage industriel», *Histoire, Economie, Société*, 16 (3), pp. 419-438.
- CUETO, Gerardo (2001), «Minas y lodos: el primer conflicto medioambiental en la Bahía de Santander», *Preactas II Encuentro sobre Historia y Medio Ambiente*, Huesca, pp. 5-14.
- CUSTÓDIO, Jorge (2013), *Mina de S. Domingos: território, história e património mineiro*, Socius, ISEG, Lisboa.
- DOUGLAS, James (1908), *Untechnical Addresses on Technical Subjects*, John Wiley and Sons, Londres.
- EISSLER, Manuel (1902), *The Hydro-Metallurgy of Copper*, Crosby Lockwood and Son – D. Van Nostrand Company, Nueva York.
- ESCUADERO, Antonio (1992), «Trabajo y capital en las minas de Vizcaya», *Revista de Historia Industrial*, 1, pp. 95-124.
- FERKISS, Víctor (1993), *Nature, Technology and Society. Cultural Roots of the Current Environmental Crisis*, New York University Press, Nueva York – Londres.
- FOLCHI, Mauricio (2006), *Historia ambiental de las labores de beneficio del cobre en Chile, siglos XIX y XX*, Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona – Universitat de Barcelona.
- GORDLEY, James (2000), «The Common Law in the Twentieth Century: Some Unfinished», *California Law Review*, 88 (6), pp. 1815-1875.
- GREENAWALT, William (1912), *The Hydrometallurgy of Copper*, McGraw-Hill Book Company, Nueva York – Londres.
- GUIMARÃES, Paulo (2013), «Os conflitos ambientalistas nas minas portuguesas (1850-1930)», en MONTEIRO, Bruno; DIAS, Joana (eds.), *De pé sobre a terra. Estudos sobre a Indústria, o Trabalho e o Movimento*, Lisboa, pp. 135-177.
- GUIMARÃES, Paulo (2016), «Conflitos ambientais e progresso técnico na indústria mineira e metalúrgica em Portugal (1858-1938)», en GUIMARAES, Paulo; PÉREZ, Juan Diego (eds.), *Conflitos Ambientais na Indústria Mineira e Metalúrgica: Passado e Presente*, CEICP-CETEM, Évora – Río de Janeiro.
- HAYS, Samuel (1959), *Conservation and the Gospel of Efficiency. The Progressive Conservation Movement. 1890-1920*, Harvard University Press, Cambridge.
- HERNÁNDEZ, Antonio (2008), «Los lavaderos de mineral de hierro en la cuenca minera vizcaína», en VILLAR, José Eugenio *et al.* (eds.), *La industria del agua en la CAV: ingeniería y patrimonio*, Sociedad para la Promoción y Reconversión Industrial, Bilbao.
- HILSON, Gavin (2000), «Barriers to Implementing Cleaner Technologies and Cleaner Production Practices in the Mining Industry: a Case Study on the Americas», *Miner Engineering*, 13 (7), pp. 699-677.

- LAURENCE, Susan; DAVIES, Peter (2014), «The Sludge Question: the Regulation of Mining Tailings in Nineteenth-Century Victoria», *Environment and History*, 20 (3), pp. 385-410.
- LEITH, Charles Keneth (1918), «Conservation of Certain Mineral Resources», en ELY, Richard Theodore et al., *The Foundations of National Prosperity. Studies on the Conservation of Permanent National Resources*, MacMillan Company, Nueva York, pp. 187-274.
- LECAIN, Timothy (2009), *Mass Destruction. The Men and Giant Mines that Wired America and Scarred the Planet*, Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey y Londres.
- LINCOLN, Francis Church (1913), *Coal Washing in Illinois*, University of Illinois, Urbana.
- LOPES, José Manuel; SILVA, Francisco (2016), «An adversarial relationship: industry and environment in the river Ave basin», en GUIMARAES, Paulo; PÉREZ, Juan Diego (eds.), *Conflitos Ambientais na Indústria Mineira e Metalúrgica: Passado e Presente*, CEICP-CETEM, Évora – Río de Janeiro, pp. 315-330.
- MCNEILL, John Robert (2000), *Algo Nuevo bajo el Sol. Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*, Alianza Universidad, Madrid.
- MARSHALL, Daniel Patrick (2001), *Claiming the Land: Indians, Goldkeepers, and the Rush to the British Columbia*, Tesis (Ph.D.), The University of the British Columbia.
- MARTÍNEZ, Joan (2002), *The Environmentalism of the Poor. A Study of Ecological Conflicts and Valuation*, Edward Elgar, Cheltenham-Northampton.
- MASSARD-GUILBAUD, Geneviève (1999), «La régulation des nuisances industrielles urbaines (1800-1940)», *Vingtième Siècle. Revue d'histoire (Numéro spécial: Villes en crise?)*, 64, octubre-diciembre, pp. 53-65.
- MATIAS, Roberto (2014), «La investigación de la minería aurífera romana en España: planteamientos del pasado y nuevas perspectivas», en *Paisagens Mineiras Antigas na Europa Occidental*, Camara Municipal de Boticas, Boticas.
- NASH, Roderick Frazier (1967), *Wilderness and the American Mind*, Yale University Press, New Haven – Londres.
- NUNES, João Paulo Avelãs (2007), «Efeitos colaterais do “fomento industrial”. O exemplo do subsector português do volfrâmico até à década de 1950», *Revista da Faculdade de Letras HISTÓRIA*, Porto, 8, pp. 273-297.
- PASCUAL, Angel et al. (2016), «La sierra de Cartagena-La Unión (Murcia), un caso abierto de agresión y de conflicto medioambiental», en GUIMARAES, Paulo; PÉREZ, Juan Diego (eds.), *Conflitos Ambientais na Indústria Mineira e Metalúrgica: Passado e Presente*, CEICP-CETEM, Évora – Río de Janeiro, pp. 331-360.
- PÉREZ, Juan Diego (2001), «La génesis de las políticas conservacionistas en el sector minero» en PÉREZ, Juan Diego (ed.), *Minería y medio ambiente en perspectiva histórica*, Universidad de Huelva, Huelva, pp. 51-78.
- PÉREZ, Juan Diego (2014), *Tierra devastada: historia de la contaminación minera*, Síntesis, Madrid.

- PÉREZ, Juan Diego (2016), «Mining Corporations and Air Pollution Science before the Age of Ecology», *Ecological Economics*, 123, pp. 77-83.
- PORTER, Michael Eugene (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, Nueva York.
- POLIMENI, John *et al.* (2008), *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*, Earthscan, Londres.
- QUINTANA, Tomás (1987), *La repercusión de las actividades mineras en el medio ambiente. Su tratamiento jurídico*, Montecorvo, Madrid.
- QUIVIK, Fredrick Lincoln (1998), *Smoke and «tailings». An Environmental History of Copper Smelting Technologies in Montana, 1880-1930*, Tesis (Ph.D.), University of Pennsylvania.
- RICKARD, Thomas Arthur (ed.) (1921), *Concentration by Flotation*, John Wiley and Sons, Nueva York – Londres.
- SHEAIL, John (1997), «The Sustainable Management of Industrial Watercourses. An English Historical Perspectives», *Environmental History*, 2 (2), pp. 197-219.
- SILVA, Pedro Gabriel (2013), *No rastro da draga. Exploração mineira e protesto popular numa aldeia da Beira Baixa*, 100LUZ, Castro Verde.
- SMITH, Douane (1993), *Mining America. The Industry and the Environment, 1800-1980*, University Press of Colorado, Niwot.
- VAN WAGENENT, Theodore (1900), *Manual of Hydraulic Mining for the Use of Practical Miner*, Vand Nostrand Company, Nueva York.
- VAQUERO, María José (2006), «Responsabilidad civil por daño medioambiental», *Revista de Derecho Privado*, 5-6, pp. 1-33.
- VITORINO, Francisco (2000), «Agricultura e Mineração – uma coexistência difícil. As Minas do Vale do Vouga e as Comunidades do Vale do Rio Águeda, 1889-1924», *Gestão e Desenvolvimento*, 9, pp. 255-299.
- WARHURST, Alyson (ed.) (1991), *Environmental Degradation from Mining and Mineral Processing in Developing Countries: Corporate Policies and National Responses*, Science Policy Research Unit, University of Sussex, Brighton.
- WORSTER, Donald (1973), *American Environmentalism: the Formative Period, 1860-1915*, Wiley, Nueva York.



Aguas da morte: the contamination of waters in the mining basins of the Iberian peninsula

ABSTRACT

Iberian mining basins have a long history of water pollution problems. This paper analyzes the most serious mining pollution cases in Spain and Portugal in the period spanning from the second half of 19th century to the 1960s. The first part centers on the technological consequences of these problems, with a particular stress on the role and strategies of mining companies. The second part is an analysis of the institutional framework in Portugal and Spain, which emphasizes the early character of the legal solutions implemented as well as their originality and diversity. Finally, the complex relations between technological innovation, institutional framework and water pollution are discussed.

KEYWORDS: Pollution Control Adoption and Costs, Water Pollution, Technological Innovation, Government Policy

JEL CODES: Q52, Q53, Q55, Q58



Aguas da morte: la contaminación de las aguas en las cuencas mineras de la península ibérica

RESUMEN

Las cuencas mineras ibéricas tienen una larga historia de problemas relacionados con la contaminación de las aguas. Este trabajo analiza los casos más graves de contaminación minera desde la segunda mitad del siglo XIX hasta los años sesenta del siglo XX. En la primera parte, se estudian las consecuencias tecnológicas de estos problemas y, sobre todo, el papel y las estrategias de las compañías mineras en este ámbito. La segunda parte es un análisis del entramado institucional en torno a esta cuestión en Portugal y España, destacando su temprano carácter y la originalidad y diversidad de las soluciones legales que se pusieron en práctica. Finalmente se examinan las complejas relaciones entre innovación tecnológica, entramado institucional y contaminación de aguas.

PALABRAS CLAVE: Adopción y costes de los controles de contaminación, Contaminación de aguas, Innovación tecnológica, Políticas regulatorias

CÓDIGOS JEL: Q52, Q53, Q55, Q58