

## Capítulo tercero

### **Factores fundamentales de la formación de los precios de las materias primas minerales con visión estratégica internacional**

*Luis de la Torre Palacios*

*José Antonio Espí*

#### Resumen

Los metales y, en general, los recursos minerales, pertenecen a los bienes naturales no renovables. Sin embargo, todavía se discute su escasez y poseen una importante trascendencia económica, aunque se apartan algo de los ciclos generales de la economía global. Además, los actores de su aprovechamiento económico han variado sustancialmente en los últimos años y se han incorporado a sus relaciones con el entorno, los aspectos ambientales y sociales. La formación de sus precios, la participación de las innovaciones tecnológicas, las estrategias de su producción y la dificultad de definir su futuro también forman parte de sus peculiaridades e incertidumbres. Este trabajo aborda, como comienzo, los mecanismos básicos de la formación de los precios, que, en el fondo, reflejan de una manera bastante precisa y resumida las condiciones del entorno de la actividad económica y, sobre todo, el sentimiento hacia el futuro. Además, como postura final, se reconocen algunos aspectos de como son los precios quienes gobiernan los resultados económicos de la actividad productiva en las materias primas minerales. De esta manera, en la última parte del capítulo se desarrollan tres casos, dos de ellos casi históricos y otro actual: la «guerra del wolframio

en la Segunda Guerra Mundial», los conflictos sobre los fosfatos saharianos en los años 70 de pasado siglo y la actualidad de las tierras raras en la seguridad de suministro a las industrias tecnológicas occidentales. Los tres sirven de ejemplo a nivel geoestratégico de cómo funciona esta herramienta (los precios) cuando se intenta modificarla de manera artificial.

### **Palabras clave**

Geopolítica de suministros, materias primas minerales, mercados, precios materias primas.

## **Fundamental factors of price formation in mineral raw materials with an international strategic vision**

### **Abstract**

*The mineral resources belong to non-renewable natural assets. However, their scarcity is still debated and they have an important economic significance, although they deviate somewhat from the general cycles of the global economy. In addition, the actors of its economic use have varied substantially in recent years and have incorporated environmental and social aspects into their relationships with the environment. The formation of its prices, the participation of technological innovations, the strategies of its production and the difficulty of defining its future, are also part of its peculiarities and uncertainties. This work addresses the basic mechanisms of price formation that reflect in a precise and summarized way, the conditions of the economic activity environment and the sentiment towards the future. In addition, some aspects of how prices govern the economic results of productive activity in mineral raw materials are recognized. In this way, in the last part of the chapter, three cases are developed. Two of them are almost historical and another is actual: the «tungsten war in World War II», the conflicts on Saharan phosphates in the 70s of last century and the topicality of rare earths in security of supply to western technology industries. All three serve as an example at a geostrategic level of how this tool (prices) works when trying to modify it on artificial way.*

### **Keywords**

geopolitics of supplies, mineral raw materials, markets, raw material prices

## Introducción

Sin duda, el factor más importante en la demanda futura de los metales y minerales procederá del aumento de la población y del acceso a nuevos bienes por el desarrollo económico mundial. Sin embargo, existen factores que atenuarán el consumo de minerales y otras materias primas, tal como puede ser el nivel económico de los países con mayor incremento demográfico. La desmaterialización, los ciclos económicos, el reciclado de los metales, y otros factores, pueden ser controles de segundo orden en la demanda de nuevos minerales a nivel local. A pesar de que el consumo de minerales per cápita no varía con los ciclos económicos, la tendencia hacia el aumento de la demanda mundial ha sido evidente durante muchas décadas y es más que probable que lo siga siendo durante mucho tiempo más.

La variabilidad en los precios de las materias primas es una fuente de preocupación recurrente que crea no pocos quebraderos de cabeza entre Gobiernos, inversores, empresas fabricantes y empresas mineras. Aparte de la inestabilidad económica que provocan en los mercados, también tienen un marcado impacto a nivel geopolítico. Hablemos así del caso del petróleo, determinante desde hace cincuenta años, pero que va perdiendo peso ante los nuevos actores de la «guerra climática»<sup>1</sup>, donde los países líderes tratan de controlar el acceso a las tecnologías, cadenas de suministro y recursos imprescindibles para la transición a las energías verdes. De ahí que se considere de interés general para entender su importancia real, la investigación de la formación de precios en el ámbito de las materias primas.

Aunque la asignación de precios de estas materias tenga mucho en común con los motivos subyacentes de cualquier otro mercado donde se siga el mecanismo de la oferta y la demanda, es cierto que el sector extractivo de recursos no renovables cuenta con ciertas singularidades que vienen a complicar aún más las ya de por sí habituales fluctuaciones existentes en los mercados. Esta mayor complejidad que aparece por el lado de la oferta de las materias primas, viene motivada por varios factores relacionados con la operativa de la empresa, así como con la propia naturaleza.

Al tratarse de una actividad donde el insumo viene dado por la naturaleza, las calidades dentro de un mismo mineral se convier-

---

<sup>1</sup> ISRAEL, H., *Climate War*. Thematic Investing, BofA Global Research, 2021.

ten en variables que influirán en la economía del proyecto. Esto viene a añadirse a los diferentes costes operativos motivados por factores como la tecnología, la gestión y sus habilidades y prácticas laborales<sup>2</sup>. Otra variable que suma complejidad en estos últimos años es la necesidad de cumplir con los criterios de explotación sostenible, lo que engloba la revisión del carácter social y ambiental de cada proyecto minero en concreto. La importancia de estos criterios es tal, que pueden impedir el cambio de estado de recursos a reservas explotables, o, más directamente, extinguir o no entregar la licencia de operación necesaria.

### La economía global de las materias primas minerales (MPM) y los precios

#### La escasez y los precios

Los minerales y metales proceden de fuentes muy variadas, siendo la cantidad que de ellos se emplee reflejo de su escasez y valor de uso. Por ejemplo, las tierras raras resultan valiosas por su mayor demanda actual y la aparición poco frecuente de yacimientos en concentraciones económicamente interesantes. Sin embargo, los metales comunes nos llegan de minerales con concentraciones mucho más altas. Así, un buen mineral de hierro puede alcanzar hasta el 67% de contenido en hierro metal, mientras que la mayor parte de los metales preciosos derivan de yacimientos con escasísimos gramos por tonelada.

Los precios de los minerales suelen variar abultadamente. El oro, por ejemplo, en abril del año 2021 alcanzaba los 53,6 millones de dólares la tonelada, mientras que los fosfatos, en esa fecha, se cotizaban a 88\$/t. El precio de los metales es actualidad, y sus variaciones son noticia.

Los metales no férricos y los preciosos presentan muchos rasgos de mercados competitivos: los productos son razonablemente homogéneos y son fungibles. Los metales poseen una variedad importante de uso, en tanto y cuanto entren dentro de unas especificaciones estándar.

Existen muchos suministradores a través del mundo. Ordinariamente, un solo productor no tiene una influencia apreciable en

<sup>2</sup> ESPÍ, J. A., De la TORRE, L., ROMERO, P. «La minería metálica española del año 2020 y la definición económica, tecnológica y sostenible de sus proyectos». *Industria y Minería*, n.º 410, 2020.

el nivel de los precios o en su tendencia, al menos a corto plazo. Cada productor trata de producir al máximo posible, en tanto y cuanto cubra sus *cash costs* (costes específicos de producción), o al menos así le gustaría.

Dejando a un lado las complicaciones relacionadas con la existencia de los inventarios, los precios se encuentran en la intersección de las curvas de la demanda y la oferta. A igualdad de situaciones, un aumento de la demanda y un decrecimiento de la oferta provocan sin remedio un aumento de los precios de los metales, y su contrario también se cumple hasta la llegada de un nuevo equilibrio. En realidad, los precios tienden a fluctuar alrededor de un punto de equilibrio, y existen factores que provocan variaciones continuas de la oferta y la demanda.

El precio gravitará hacia los costes marginales de producción, que son los últimos o los más elevados costes de las unidades de suministro que son requeridos para asegurar el equilibrio entre oferta y demanda.

Algunos estudios ven estacionarios los precios a largo plazo de las materias primas minerales y concluyen que la escasez no será de momento ningún problema; otros concluyen que la relación de precios con el tiempo posee una forma de U y, por lo tanto, existiría una escasez también a largo plazo. Pero, primero, durante el pasado siglo y en periodos de explosión del consumo, no ha existido nunca problema alguno de escasez; y, segundo, del pasado se extrae que las tendencias en el precio de los minerales o de la disponibilidad de los mismos no son fijas.

#### Los mecanismos en la formación de los precios

El sector minero es una industria donde las fuertes inversiones y los largos periodos de maduración del capital, motivados por los años que transcurren desde la aceptación de la viabilidad de un proyecto hasta la venta de su mineral en mercado, convierten sus decisiones en meditadas y con efecto en el largo plazo. De ahí que, a la hora de estudiar los precios en el mercado de las materias primas minerales, se deba hacer distinción entre las variaciones en los precios en el corto o el largo plazo.

Las tendencias de los precios en el largo plazo vienen motivadas, principalmente, por las variaciones en la curva de la oferta, provocadas por algunos de los parámetros que hemos visto y que detallaremos, resultando clave la lucha entre la tecnología y los

costes de capital y operación, frente a la disminución en la calidad de los yacimientos.

Sin embargo, las fluctuaciones originadas en el corto plazo aparecen habitualmente por cambios en la curva de la demanda. Esta volatilidad de los precios en el corto plazo aparece recurrente y principalmente de la mano de los ciclos económicos. Cuando el PIB se incrementa, los sectores más intensivos en minerales metálicos y no metálicos, como infraestructuras, construcción, transporte, etc., crecen por encima, de ahí que los precios varíen desde un mínimo en las recesiones hasta precios normalmente elevados en los momentos más activos de la economía.

No obstante, resultará clave para el aumento efectivo de precios la cercanía al límite de producción o agotamiento de los almacenes naturales. Aun así, existe también cierta influencia desde el lado de la oferta, al poder elevarse los precios ante accidentes mineros, huelgas y otras interrupciones de la producción. De la misma manera, existen posibilidades en la disminución de precios ante ahorros en los costes de operación. A pesar de esto último, serán habitualmente los cambios en la curva de la demanda los que tengan mayor influencia en los precios<sup>3</sup>.

Sin ánimo de ser exhaustivos, si quisiéramos dar unas pautas del comportamiento de los precios, podríamos referirnos, según el CEPS<sup>4</sup>, a las siguientes.

Respecto a las características de los productos que pueden significar un impacto en la formación de los precios, podríamos referirnos a su calidad, posibilidades de almacenamiento, renovabilidad, reciclabilidad, sustitución y usos.

Si atendiéramos a los factores que influirán en la elasticidad por el lado del suministro, encontraremos necesario observar la convertibilidad o intensidad de capital, la integración horizontal y vertical, el almacenamiento y la capacidad de transporte, la concentración de la industria en oligopolios y la concentración geográfica que exponga el suministro a factores como la inestabilidad social, o bien los desastres climáticos. También hay que contar con los desarrollos tecnológicos con nuevos procesos productivos más eficientes, escasez o picos de suministro. Las

<sup>3</sup> TILTON, J. y GUZMAN J. I. *Mineral Economics and Policy*. FRF Press. Resources for the Future, 2016.

<sup>4</sup> VALIANTE, D. *Commodities Price Formation: Financialisation and Beyond*. CEPS-ECMI Task Force Report, Centre for European Policy Studies, Brussels, 2013.

expectativas de producción pueden igualmente influir en la formación de precios.

Por el lado de la demanda, en la formación de precios de las materias primas son clave factores como el aumento del nivel de ingresos, con el ejemplo claro de China, desarrollos tecnológicos necesitados de nuevos minerales, como el cobalto en las baterías del vehículo eléctrico, cambios en los hábitos y en la demografía, y el ciclo económico. Este último, dada su importancia sobre los demás, merece ser tratado más en detalle posteriormente.

Pero, antes, será interesante al menos nombrar aquellos factores que, aunque considerados exógenos, de nuevo influirán en el sistema de precios de mercado para estas materias: la «financiarización» de las materias primas en un nuevo papel separado del activo físico. Esto, junto a unas políticas monetarias, ha facilitado el acceso al crédito y al comercio, juntando en la misma cesta activos financieros y no financieros. Además, hay que contar con los subsidios e intervenciones de la política económica que distorsionan los precios de manera directa o indirecta. En ellos hay que incluir varios de tipo tasas, cuotas de producción o la gestión de almacenes de seguridad. Los desarrollos tecnológicos, los eventos impredecibles y los ciclos económicos u otros eventos macroeconómicos<sup>5</sup>, todos ellos hay que tenerlos en cuenta.

## El funcionamiento del mercado

### Los mercados de metales

En los metales más importantes, tales como el cobre, zinc, plomo, níquel, metales preciosos y otros, los precios se determinan en los llamados *mercados terminales*, como el London Metal Exchange o el New York Commodity Exchange. Directa o indirectamente, esos precios gobiernan todas las transacciones del día. La oferta y la demanda pueden venir no solo de las compañías industriales productoras y de los compradores, sino también de los intermediarios e inversores de todo tipo.

De manera general, en los mercados existen pocos productores y consumidores de tamaño importante. Bajo esas circunstancias, los suministradores pueden poseer alguna influencia en los precios. Ellos se relacionan con la curva de la demanda, que declina

---

<sup>5</sup> *Ibídem.*



de manera semejante a como lo hace la industria, y como usualmente existen pocos suministradores, entonces la curva posee una pendiente pronunciada.

Donde los precios son estables, sin duda, dependerán de cómo y dónde la demanda y el suministro se crucen. Puesto que los costes de los principales suministradores son más bajos o se encuentran cerca del máximo posible de producción, entonces tenderán a producir a su capacidad nominal.

Los mercados con pocos productores se han descrito como oligopolios. En muchos mercados puede existir una evidente penumbra de los pequeños suministradores y consumidores alrededor de unas pocas, pero grandes, compañías. En algunas ocasiones, los más pequeños productores pueden vender a través de los intermediarios, quienes a su vez pueden adquirir bienes de otros mercados.

Existen dos tipos de mercados de materias primas: el mercado de productores y el mercado competitivo. En el primero, son los productores los que fijan el precio. En él, existen pocos pero grandes productores, con precios relativamente estables, aunque cuando la demanda es débil, baja el precio (mineral de hierro, sales potásicas, litio, gemas, metales menores). En el competitivo, los precios se determinan por la oferta y demanda (oro, plata, wolframio, plomo, zinc, aluminio, cobre, níquel), en mercados (LME, sobre todo) donde existen multitud de compradores y vendedores. Los productores son precio-aceptantes.

Los metales se compran y venden de diferentes maneras y bajo diferentes acuerdos institucionales que reflejan su tamaño, facilidad de almacenaje y transporte, así como la manera en la que se muestran estandarizados o diferenciados. Los principales formatos a tener en cuenta serían:

- Bolsas de materias primas: el London Metal Exchange (LME) es el primer mercado de metales, cubriendo aproximadamente el 90 % de las transacciones globales de los metales que gestiona, que vienen a ser el aluminio y sus aleaciones, el cobre, estaño, níquel, zinc, plomo, cobalto, molibdeno, y palanquilla y chatarra de acero. También conviene reseñar como muy conocidos, el New York Mercantile Exchange (Nymex) y su división Comex (Al, Cu, Au, Ag, Pt, Pd, U), y el Shanghai Metal Exchange. Los precios son fijados diariamente (horario en operación), equilibrando la oferta y la demanda, cumpliendo, aparte de esta función en el mercado spot, la de permitir las transacciones

de futuros. Como es habitual en este tipo de mercados, resultan anónimos. El propio mercado provee garantías para los participantes.

- Mercados OTC (*over the counter*): negociación directa entre actores, los riesgos (*default*) asumidos por los participantes. Ej.: LBMA, LPPM. Los precios también se fijan de manera que O/D en equilibrio.
- Precio de los productores: pocos productores, con precios de venta similares. El productor anuncia el precio: diamantes, PGM, potasas.
- Precios negociados: contratos bilaterales negociados vendedor/comprador sin estructura institucional. Para MP con diferenciación (mineral de hierro, carbón), vendidos en pequeñas cantidades (Cd, Nb) o con otras características que no permitan venta en mercados. Los precios de referencia aparecen en *Metal Bulletin*, *Platts Metal Week*, *Industrial Minerals*.

Sus utilidades satisfacen a las diferentes necesidades de sus clientes, pero podríamos señalar como ventajas de los mercados terminales que estos sirven de referencia diaria de los precios, suministran coberturas contra el riesgo en las variaciones de precios, ofrecen sus almacenes distribuidos por el mundo y posibilitan invertir en los productos que negocian en el mercado.

### El funcionamiento de los mercados de metales

Su funcionamiento sigue, como no puede ser de otra manera, la ley de la oferta y la demanda.

#### La demanda de minerales y metales

Los determinantes de la demanda son muchos, y para cada análisis concreto se deberían decidir los factores a considerar, aunque resultan habituales:

- a) Ingresos o actividad económica: las materias primas se emplean para fabricar bienes, por lo que los cambios en la venta de estos producen un efecto inmediato. Se estudian el PIB y la producción industrial, así como los ciclos. Son de los factores más importantes en la demanda
- b) Precio: la demanda baja al subir el precio. A mayor precio de la materia prima, mayor precio del producto al trasladarse los costes.

- c) Precios de los sustitutos y complementos.
- d) Cambio tecnológico: reduce la cantidad de material requerido; altera las posibilidades de los materiales para competir en otros productos; crea y destruye mercados finales.
- e) Preferencias en el consumo. Sirva de ejemplo la disminución en la demanda del acero para construir el ferrocarril, frente al aluminio, el titanio y la fibra de carbono de los aviones.
- f) Políticas y regulación: unas políticas que favorecen la urbanización en China han estimulado el uso de cobre, acero, áridos, etc.

La existencia de una adecuada demanda, tal como reflejan los precios, es la que en último lugar dirige por completo la industria. Sin embargo, resulta peligroso afirmar que el comportamiento de los precios depende tan solo de lo que suceda con la demanda. Los precios están determinados por la interacción de la demanda y el suministro, y no solamente por una parte de la ecuación.

Muy pocos productos minerales son solicitados por su naturaleza intrínseca o valor, sino por sus propiedades referidas a sus usos terminales. Tan solo son excepciones las piedras preciosas, que son compradas por su propio valor estético, y quizás algunos de los metales preciosos. Además, el valor de las gemas, y por lo tanto su demanda, puede ser realzado por su rareza. El oro, y en menor medida el platino, se vende como inversión, porque se le ha asignado la virtud de atesorar valor.

Aunque las propiedades de algunos metales se superponen, la mayoría de los sustitutos lo hacen según diversos grados de efectividad. El metal elegido dependerá de su disponibilidad, la tecnología, moda y precio. Otro importante factor es la propia inercia adversa al cambio.

La forma de cómo los materiales son usados también es importante. Muchos procesos son muy intensivos en el uso de materias, ya que en algunos casos su precio no refleja el verdadero valor de los costes de su producción ni ambientales. En los países desarrollados las necesidades de materias primas son cada vez menores. Los bienes producidos son menos intensivos en estas materias y su orientación preferente lo es hacia los servicios<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> CROWSON, P. *Mining Unearthed*. UK: Aspermont, 2008.

### Interacción entre precios y demanda

Aunque a corto plazo las elasticidades de los precios en la demanda son frecuentemente bajas, puede ocurrir una inesperada subida de los precios, afectando sustancialmente a la demanda.

Ello ocurrió con los fosfatos en la industria de los fertilizantes. Aunque son realmente esenciales para la agricultura, se puede esperar uno o dos años sin usarlos, sin que, por ello, sea una catástrofe. De esa manera, en los años ochenta el boicot realizado por parte de los agricultores ante la subida continuada de un cartel de productores liderada por Marruecos, produjo un derrumbe de su demanda.

El caso del cobalto resulta algo similar. Entre 1978-1979 los precios de este metal subieron a causa de la demanda y de la limitación de su principal productor, el Zaire, en relación con la invasión de las tropas rebeldes en la zona productora. Ello produjo una fuerte subida de su precio. Ante ello, inmediatamente se produjo un acoplamiento industrial en el uso del cobalto en electroimanes, con electroimanes cerámicos sin cobalto. De esta manera, a finales de 1979 se estimó que su sustitución alcanzaba entre un 30% y 50%, y su aplicación química cayó en otro 10% durante 1979. Todo este conjunto de acontecimientos produjo un descenso de la demanda total del 15%. Al final, la demanda de la década de los 70 no se volvió a alcanzar hasta la de los 90.

En 1978-1980 los precios de los concentrados de tántalo se multiplicaron por cuatro debido a problemas de suministro. Entonces, los consumidores procedieron a sustituir este metal por productos alternativos, decreciendo su contenido en las etapas finales de los procesos y, además, aumentando el reciclado del tántalo. Así, fue retirado de algunos circuitos electrónicos y reemplazado por el aluminio, sobre todo en los condensadores, aunque con menor rendimiento. Además, se introdujo la tecnología de su fabricación en polvometalurgia. Con ello se redujo su demanda, aunque, circunstancialmente, cuando su precio bajaba, se volvía a reintroducir en los procesos industriales.

No hay que olvidar que la elección en el uso de un metal no solo depende de su precio, sino que intervienen otros factores que pueden llegar a compensar sus precios. De esta manera, son valores compensables, al menos en parte, la seguridad y coste en la fabricación, la resistencia hacia el desgaste, el coste de su mantenimiento y otros. Además, hay que considerar no tan solo

el precio del metal como parte de los costes de fabricación de un producto sino, también, la posibilidad de sustitución del correspondiente metal del mismo producto por otros de igual rendimiento y de menor demanda.

#### La oferta de minerales y metales

Por el lado de la oferta, los determinantes que se consideran habituales podrían ser:

- El precio, y que un aumento de precio, normalmente, supondrá un incremento de producción, aunque la respuesta venga condicionada por la capacidad existente. La minería y el procesado son intensivos en capital, requiriendo instalaciones que duren décadas, lo que convierte la oferta en bastante rígida. Habitualmente se necesitan más de cinco años para responder a los cambios de precios, y más aún a las reducciones de precio.
- *Input costs*, como pueden ser costes laborales y otros costes. Afectan a la rentabilidad de las operaciones y, por tanto, al suministro.
- El cambio tecnológico, con sus avances, logra disminuir los costes de procesado, afectando al suministro. En 1980-1990, el desarrollo del SX-EW en la industria del cobre (figura 1)



Figura 1. Empleo del sistema SX-EW en la recuperación electrolítica del cobre. Imagen de Asia Miner.

permitió la recuperación del cobre de minerales anteriormente no económicos.

- Huelgas, accidentes, catástrofes naturales tienen su impacto. En el periodo 2003-2013 las huelgas en los principales países productores de cobre ante el desigual reparto de los beneficios llegaron a paralizar los envíos, modificando los precios en el mercado.
- Actividades de los gobiernos como la regulación, los impuestos, los *royalties*, pueden elevar los precios de producción y, si varían frecuentemente, introducir una mayor sensación de riesgo en las mineras. Aunque también lo pueden estimular, como fue el caso de China con las tierras raras.

La capacidad de suministro viene determinada por la curva de suministro, que indica la cantidad de producto ofrecida en el mercado a diferentes precios al mismo tiempo. Aunque el suministro viene determinado por el precio de la materia prima y los diferentes costes, podríamos detallar que en el corto plazo las restricciones provocadas por la capacidad de la mina y su proceso son clave, así como las huelgas, accidentes o desastres naturales, resultando el suministro inelástico respecto al precio en el corto plazo; aunque podría ocurrir lo contrario en caso de la existencia de capacidad ociosa, resultando de nuevo elástica. Sin embargo, en el largo plazo pueden crearse nuevas reservas, resultando elástica, cosa que no ocurre con los subproductos, que vendrían limitados por la cantidad de subproducto encontrado.

#### El ciclo de vida del mercado

Habitualmente, en los mercados se cumple un ciclo de vida que se podría resumir en etapas de la manera siguiente:

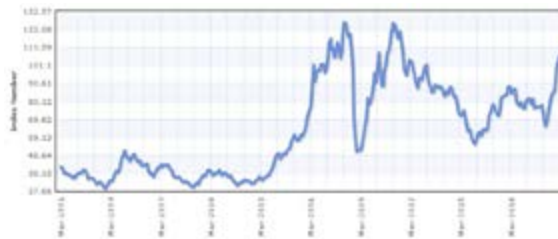
- Etapa 1. Ante la llegada de un nuevo producto, existen clientes dispuestos a pagar. Así, las compañías productoras forman una especie de monopolio con tecnología propia.
- Etapa 2. Los beneficios generados, atraen a otras compañías mediante la exploración e I+D.
- Etapa 3. La relación oferta/demanda obliga a rebajar los precios y provoca la búsqueda de nuevos usos.
- Etapa 4. Los nuevos productores poseen mejores yacimientos y, a veces, mejores tecnologías, pero, sobre todo, una posibilidad de mayor producción.

- Etapa 5. Como el número de productores se eleva, caen los precios hasta los costes marginales y el *break-even* de las operaciones.

En algunas ocasiones, algún productor ha actuado como *leader*, marcando el precio de las materias primas minerales. Es el caso del litio, en un principio; después, la explotación de los salares sudamericanos supuso la entrada de nuevos productores.

### Las variaciones de los precios

En las materias primas minerales (MPM), la oferta, la demanda o ambas suelen encontrarse en continuo cambio. Aquellas sustancias minerales que cotizan en los mercados terminales sufren precios que fluctúan mensualmente e incluso diariamente (figura 2). En general, son más sensibles a los cambios de ambiente que las que no entran en estos mercados, como el mineral de hierro o el carbón.



**Figura 2. Evolución de un indicador de precios (index mundi) de varios metales (1990-2020). Commodity Metals Price Index, 2005 = 100, incluyendo al cobre, aluminio, mineral de hierro, estaño, níquel, zinc, plomo y uranio<sup>7</sup>.**

Cuando se agotan los recursos, o cuando suben los costes de producción, existe un intento de llevar el control de los precios de las MPM. Al contrario, la apertura de nuevas explotaciones, o los descensos en las demandas de la industria, tienden a rebajar los precios de las MPM. Las nuevas minas entran en el ciclo a intervalos irregulares, y frecuentemente significan nuevos aportes de materias a los mercados sobrecargados.

<sup>7</sup> <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=metals-price-index-&months=360>

Como regla general, y con las otras variables parecidas, cuanto más rápido reaccionen los precios, menos probables son los periodos de una descompensación entre la demanda y la capacidad del suministro. Un uso generalizado de los productos financieros tales como las opciones, debilitan el mecanismo de la relación oferta/demanda y, por lo tanto, repercuten en los precios.

La producción tiende a ser más estable y predecible que la demanda, que compra en los mercados de manera fluctuante y va casi siempre ligada a la actividad económica. La demanda en el mercado de los minerales y también en los agrícolas se adapta de una manera muy general a los ciclos de actividad económica, pero en el corto plazo las fuertes variaciones son más difíciles de comprender.

#### La fluctuación de los precios en el largo plazo

Si se representan en precios reales las cotizaciones del cobre desde al año 1560 hasta el 2000, no se aprecia ninguna tendencia hacia el crecimiento, aunque las cargas del transporte y reparto también poseen alguna incidencia.

En casi todos los metales, los precios parece que poseen una tendencia descendente en el tiempo, aunque en cortos espacios de tiempo pueden aparecer otras configuraciones.

En el caso del mineral de hierro, la respuesta a corto plazo parece que es menos sensible que en otros metales en los mercados terminales, probablemente porque existen menos productores y usuarios y los precios se determinan en periodos anuales.

En general, los precios de todos los metales responden a los estímulos económicos, tales como los episodios de guerra y los ciclos de negocio, pero a largo plazo su comportamiento es muy diferente.

Una explicación sobre la volatilidad de los ciclos de los precios es la consideración de los desequilibrios en el capital de los sectores de las materias primas dentro de una economía. El incremento en la demanda de las materias primas minerales conduce a una sobrecapacidad eventual en el capital de estos sectores, escalando los precios, y a la eventual reducción de las órdenes. Se ha propuesto un ciclo de 40-60 años para este proceso, dependiendo de la naturaleza del sistema.



La mejor explicación de los ciclos de gran extensión es la que considera la innovación y sigue las ideas de Schumpeter. El afa-  
mado economista vio el ciclo de largo plazo como causado por  
las variaciones de la actividad de negocios y la innovación, tra-  
bajando juntas.

En resumen, el largo periodo necesario para madurar un pro-  
yecto (exploración, descubrimiento y desarrollo minero) puede, a  
largo plazo, provocar fluctuaciones en los precios. Sin embargo,  
las innovaciones tecnológicas, las técnicas empresariales y las  
economías de escala han compensado algunos de los efectos del  
agotamiento de los recursos, la reducción de las leyes de los  
minerales, los costes energéticos y la inflación durante los ciclos  
largos.

#### La volatilidad de los precios

El incremento de los precios de los metales desde el año 2000  
y la creciente influencia de los mercados financieros trajeron a  
debate las causas de la volatilidad de los precios.

Los precios de las materias primas son más volátiles que los de  
cualquier otro bien de consumo. Esto es debido a lo que los eco-  
nomistas llaman la *inelasticidad del precio*.

Si surge una fuerte demanda de un metal, la respuesta no es  
inmediata (es necesario localizar un proyecto minero, lograr la  
financiación y ponerlo en operación), como generalmente tam-  
poco lo es satisfacer la necesidad con sustitutos.

Se considera que la volatilidad es negativa al traer incertidum-  
bre a los precios futuros, empeorando las condiciones de la  
inversión.

Ciertos autores subrayan que los bajos tipos de interés tienden  
a reducir la volatilidad de los precios en las materias primas al  
disminuir los costes de inventario, suavizando cambios bruscos  
coyunturales en precios. Sin embargo, estos bajos intereses no  
tienen influencia en los cambios duraderos (como la creciente  
demanda china).

Algunos analistas critican que la volatilidad del LME es exce-  
siva bajo la influencia de los inversores en metales, que son,  
normalmente, instituciones financieras de todo tipo, agrupadas  
bajo la denominación de «especuladores». Los precios se pue-  
den mover de manera muy señalada, incluso dentro del mismo  
día. El explosivo crecimiento de las opciones también parece

haber sufrido una volatilidad extra en los últimos años. Sin embargo, muchas de las transacciones se conducen en beneficio de los productores, asegurando la estabilidad de los precios contra tendencias adversas a futuro, que de otra manera no se conseguiría.

## Hacia la estabilidad de precios

### El control de la producción

Un control de la producción o de las exportaciones sería el mecanismo que tratara de evitar que, ante las dificultades de reinstaurar la producción anterior en un corto plazo, los mercados cambien rápidamente, provocando su inestabilidad y un aumento de las cotizaciones

En el mundo existen un gran rango de costes de producción entre la mina menos y la más favorecida. Ello significa que los productores poseen diferentes intereses cuando consideran los controles de producción. Los que tienen estos costes muy bajos se ven favorecidos cuando se reduce la producción general, mientras desean su corte cuando los precios son altos y provocan un exceso de metal en los mercados.

Las empresas fundidoras, sin embargo, se consideran (en general) satisfechas en un ambiente inestable, ya que tienden a trabajar con precios muy estables. En algunas fórmulas de venta aparecen artículos de participación del fundidor en periodos de alza de cotizaciones y, también, de mecanismos de amortiguación ante los precios muy bajos.

Las limitaciones en la producción pueden verse debidas a un acuerdo internacional, o bien como un descenso voluntario de producción. Los controles de producción impuestos no suelen ser adecuados, y muchas compañías tienden a reducir su producción cuando cae la demanda.

Otras formas de buscar la estabilización de precios: los stockpiles nacionales

Estos almacenamientos nacen en los años 1973-1974 como consecuencias del embargo de la OPEP hacia los países occidentales. Francia y, sobre todo, Japón comenzaron a formar sus propios almacenamientos de metales y minerales, pero de no mucha importancia. Sin embargo, el Congreso norteamericano volvió

a reconsiderar los antiguos planes de formación de *stockpiles* de sustancias estratégicas, que se mantuvieron hasta los años noventa, cuando a raíz de la terminación de la Guerra Fría y del Apartheid se vendieron en los mercados internacionales.

En la actualidad, los Estados dejan a la iniciativa privada la formación de esos stocks. Los stocks actuales suelen ser creados como una contrapartida de algunos esquemas de garantía de materias primas entre los propios consumidores, o bien adquiridos por grupos de productores para abaratar su disponibilidad (figura 3).



Figura 3. Stockpile de cobre en China.

### El papel de los inventarios

Los inventarios poseen una enorme influencia en el precio de las MPM, y si estos exceden las necesidades normales de la industria, entonces disminuirán sus precios.

La reducción de los stocks de MPM nos indica que la oferta y la demanda se encuentran ajustando, y entonces los precios sí pueden estar influidos por la relación oferta/demanda. Estos inventarios no solamente son los que corresponden a los mercados terminales, sino también los de los intermediarios.

Los movimientos en los inventarios alcanzan sus máximos a causa de los balances en los mercados, más que por los cambios en la actividad industrial.

Los productores de minerales a menudo están dispuestos a almacenar sus productos minerales en forma de concentrados. De esta manera, desde hace ya años los productores de cobre del Copper Belt de Centroáfrica almacenan sus productos a fin de sostener los precios. En los primeros años de la década de los 90,

los productores de rutilo de las playas de Australia almacenaban el zircón como subproducto cuando acaecía una recesión de sus precios. Todos estos subproductos pueden mantenerse inmovilizados y, frecuentemente, compensan los gastos incurridos.

Cuando los inventarios caen por debajo de las necesidades normales, entonces los precios tienden a subir vertiginosamente. También pueden subir incluso cuando los stocks caen rápidamente, aunque sean excesivos. Las disminuciones en los stocks indican que los balances entre la oferta y la demanda se encuentran muy ajustados.

Los precios, entonces, parecen estar influidos por el balance de los mercados. La mayor objeción sobre los controles de producción es que no garantizan que un país incremente sus resultados. Ello ocurriría si los préstamos fueran fácilmente renegociables.

El secreto de la efectividad de un *stockpile* sería el grado de fluctuación que se pudiera considerar como aceptable y el nivel de un precio también aceptable. Cuanto más alto sea este nivel y más pequeña su variación, el stock debería ser mayor.

Algunos estudios econométricos señalan que un esquema que puede ser efectivo sería un precio ligado a cinco años de una media móvil del precio en el LME +/-15%. Un *stockpile* basado en estas medidas funcionó desde 1945 a 1975, con un volumen de 3Mt, pero en realidad operó con un muy pequeño coste real.

#### Buscando una explicación a los ciclos de precios

Es admitido por todo el mundo que existen ciclos en los precios de los minerales con una periodicidad de 50-60 años. Existen acontecimientos importantes, como los nuevos descubrimientos de yacimientos, los desastres climáticos, las guerras y otros, que sin duda influyen en la economía y en los precios de las materias primas. Sin embargo, su periodicidad no resulta clara.

Los conflictos bélicos, por ejemplo, provocan subidas espectaculares en las cotizaciones de los metales y en los largos periodos de paz se tiende a la saturación de los mercados, pero carecen de un periodo repetitivo. Las depresiones económicas también pueden dañar los procesos innovadores.

Algunos sectores industriales también poseen ciclos de 50-60 años. Esta causa, combinada con desarreglos en el proceso demanda/oferta de la economía, los impredecibles conflictos mili-

tares, innovaciones repentinas y otros, podría explicar el fenómeno de los ciclos de precios de las materias primas minerales

Tratando de encontrar una explicación, se van a separar los efectos de las innovaciones de los procesos oferta/demanda:

1. A un proceso difundido de una innovación trascendente se responde con una demanda de ciertos minerales necesarios para suplir a las nuevas industrias, y por lo tanto los precios tenderán a subir. La expansión de este sector minero demandará una investigación de recursos específica. Para nuevos yacimientos, se podría prever al menos 10 años de expansión.
2. Los beneficios generados inicialmente atraerán, sin duda, a nuevos entrantes, en principio bien acogidos por la demanda creciente.
3. Las inversiones realizadas acabarán sobresaturando el mercado, desequilibrando de nuevo la relación oferta/demanda, y provocarán la bajada de los precios.
4. Esto provocará un esfuerzo generalizado de los productores por rebajar sus costes a fin de mantener la rentabilidad de sus inversiones, buscando para ello innovaciones efectivas en reducción de costes de producción. Un efecto derivado de la bajada de precios es también la continuación del tirón de la demanda, a excepción de la inversión en la exploración de nuevos depósitos minerales.

Las mejoras tecnológicas en la exploración minera, y en el ciclo completo de la minería, también fomentan un aumento en la economía de escala, y consiguientemente el agotamiento de los recursos y una inflación generalizada.

#### La utilización de los precios: los precios reales

La realidad de los precios se puede buscar en los mercados, ya sean terminales o la simple información de transacciones realizadas, tomadas en revistas especializadas o de cualquier otra fuente de información. Esto puede parecer algo con limitada importancia, ya que, dependiendo del nivel donde se sitúe el usuario, así le llegará el valor modificado en la cadena de suministro. Sin embargo, en el comienzo de la cadena el productor (la empresa minera) no percibe el precio de mercado, puesto que no vende un producto apto para su primera transformación industrial. Por

ello, se dedicará un corto espacio para describir esta situación y colocar el verdadero precio percibido, ya que, en su posición inicial, esto posee una enorme trascendencia sobre el posible aprovechamiento de los recursos minerales.

### El NSR o precio percibido por el productor inicial

El *net smelter return* (NSR) es el ingreso neto que una propiedad minera recibe de la venta de los productos metálicos o no metálicos de la mina, menos los costes de transporte y refino. El término se denomina así porque la mayor parte del tiempo la producción minera vendida requiere un procesamiento adicional por parte de las empresas fundidoras, que procesan los concentrados producidos en mina para convertirlos en unidades físicas de metal (lingotes, cátodos o productos intermedios).

En términos físicos y económicos, el NSR es la ganancia neta efectivamente percibida por la venta de los productos minerales, después de haber deducido de la ganancia bruta los siguientes gastos: los *gastos de fundición y refino* (TC/RC), que son los gastos por manipulación, procesamiento, suministros, muestreo, costos de ensayos de fundición y de ensayos arbitrales, honorarios de representantes, árbitros, multas, mermas y cualquier otro gasto o pérdida correspondiente al proceso de fundición y/o refinado. También es necesario considerar los *costes de transporte* (carga, flete, descarga, manipulación en puerto y otros varios). Y, además, los *costes de comercialización*, los *costes de seguros* y las *tasas de aduana*.

Entonces, ¿el precio real es muy diferente al de cotización? Naturalmente, dependerá del nivel de precios en ese momento y, también, del valor de los TC/RC, que son las cargas por fundición y refino de los metales, que también varían temporalmente. Generalmente en el mismo sentido que la cotización de los metales. Además, el nivel de la cotización también cuenta, ya que los gastos que lleva aparejada la transformación del concentrado de mina en absoluto son proporcionales a los precios de los metales.

Como ejemplo, en el primer trimestre de 2021 el precio del cobre se encontraba en un valor extraordinariamente elevado en comparación con el de los pasados años (alrededor

de 9000 \$/t Cu). Con unos gastos de fusión (TC) de 54 \$/t de concentrado de mina y 5,5 cent\$/libra de cobre refinado, para un metal «pagable» del 98,5%, un concentrado del 24% Cu, el cobre refinado al 99,9% de pureza se abonaría alrededor del 93% del precio de mercado. En este caso se aproxima bastante a su cotización en el LME, pero en periodos de bajo valor, con concentraciones inferiores al 21% Cu y gran cantidad de metales indeseados en el producto vendible, ese porcentaje se aproximaba al 50% en nuestras minas del sur.

La predicción de los precios

En un nuevo proyecto minero de inversión, la elección del precio más probable es un verdadero problema<sup>8</sup>. Existen varios procedimientos para ordenar el proceso. Uno de ellos se presenta en la figura 5, apoyándose en la curva del *cash cost* (costes asignados al proceso de producción) acumulados en los más importantes proyectos mundiales en activo.

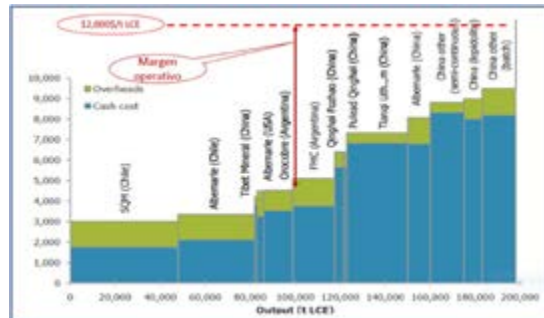


Figura 4. Costes operativos (cash costs) de distintos proyectos mineros de litio. Las salmueras se sitúan en los costes más bajos. También se señala el margen operativo medio para un precio de carbonato de litio de 12000 dólares. Modificado de Pinterest.co.kr.

El proceso sería el siguiente: un precio nunca debería bajar de los costes de producción del segundo o tercer cuartil de la curva de costes de producción internacional (fácilmente accesible) sin provocar el cierre o paralización parcial de muchas explotaciones, lo que provocaría un efecto rebote en la curva de los precios de mercado.

<sup>8</sup> ESPÍ, J. A., DE LA TORRE, L. «Factors influencing metal price selection in mining feasibility studies». *Mining Engineering*, vol. 65, n.º 8, 2013, pp. 45-51.

## Casos relacionados con las estrategias y los precios de las materias primas minerales (MPM)

La roca fosfática, sus precios y los intentos de su manipulación, incluyendo el caso de Fosbucraa

### Rasgos fundamentales

«El control de los precios de los fosfatos en el mercado mundial en los años 1960-80, la aparición de un nuevo productor, Fos Bucraa (en el antiguo Sahara Español) y los intentos más recientes de modificación de los precios de mercado».



Figura 5. La dragalina destinada al desmonte previo en la explotación de Bucraa.

### Contexto del caso

El intento de modificar los precios en los mercados internacionales de fosfatos por parte de Marruecos y otros países a principios de la década de los años 70 (un cartel creado a semejanza de la OPEP de aquel periodo) se vio truncado por la resistencia de los consumidores de abonos fosfatados hasta donde fue posible. Ello rebajó la demanda, haciendo fracasar ese intento.

Este esquema de lo sucedido debe ser pormenorizado, ya que, dentro de ese periodo, se sucedieron diversos acontecimientos relacionados con acciones empresariales y nacionales que deri-



varon en aplicaciones de carácter geopolítico, con resultados desiguales para sus actores. Este fue el ambiente en el que se desarrolló la vida de la empresa española Fosfatos de Bucraa y, por ello, tendrá más explicaciones.

## España y los fosfatos del Sahara Occidental

### Los depósitos minerales

Los yacimientos de fosfatos de Bucraa fueron descubiertos en el año 1947. Estos depósitos son, como todos los del noroeste africano, de origen sedimentario, más o menos recientes (Era Terciaria) y en situación cercana a la superficie, formando capas o estratos fáciles de arrancar. Sus riquezas o leyes no suelen ser extraordinarias, pero en Fosbucraa existen zonas de riqueza en  $P_2O_5$  superior a las de los yacimientos vecinos. Se trata de un proyecto a cielo abierto con alta calidad de sus fosfatos. En 1962, el Instituto Nacional de Industria (INI) constituye ENMINSA (Empresa Nacional Minera del Sahara), empresa que en 1968 se convierte en Fosfatos de Bucraa, S.A. con el fin de comenzar la explotación de estos recursos minerales.

Previamente, el INI había realizado una extensa campaña de investigación y valoración minera, cubriendo unos recursos de 1700 millones de toneladas de roca fosfatada, realizando el reconocimiento mediante sondeos, pozos y trincheras. Sin embargo, de ellas se eligió una superficie de 231 km<sup>2</sup> que, por su escasa profundidad (cobertera máxima para desmontar) y riqueza, podían producir un producto de alta competitividad. Las leyes superiores al 30%  $P_2O_5$  hacen de este yacimiento algo singular si se compara con los de Marruecos u otros de la región. Fosfatos de Bucraa, S.A., en los siguientes años, construyó una cinta transportadora de casi 100 km de longitud que transportaba el fosfato hasta la costa, en donde sufría un sencillo tratamiento de disgregación, lavado de las fracciones más finas y secado en un horno rotativo. Con ello, se elevaba su ley y se dejaba preparado para su comercialización. Después se transportaba a un pantalán en la costa a fin de realizar el cargamento en los buques mineraleros<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> FOSFATOS DE BU-CRAA S.A. INI. Madrid, 1972.

## La producción de fosfatos

La actividad productiva comenzó en el año 1973 (figura 6), llegando a embarcar hasta tres millones de toneladas anuales (tabla 1). Sin embargo, esta actividad duró poco. La firma de los Acuerdos de Madrid incluyó, en sus anexos secretos, la cesión en 1976 de un 65 % de la empresa a Marruecos, es decir, a la Office Chérifien de Phosphates (OCP).

	<b>1973</b>	<b>1974</b>	<b>1975</b>
<b>Desmante en toneladas</b>	4 200 000	9 270 000	15 930 000
<b>Producción en planta en toneladas</b>	702 000	3 000 000	2 800 000

Tabla 1. Producción de fosfatos en Fosbucraa listos para su venta.

## Fosbucraa en los mercados internacionales

Recogiendo las palabras de Martínez Milán<sup>10</sup>, «en una coyuntura mundial (entre finales de la década de 1960 y principios de la de 1970) marcada por la escasa demanda de fosfato natural, a causa de la caída de la cotización internacional de la roca fosfática y por la guerra de precios entre los principales productores, entró en escena un nuevo productor, Fosbucraa, que introducía más inestabilidad a un mercado de por sí ya inestable».

Ese fue el ambiente que se encontró la recién creada empresa del INI, en un contexto en donde actuaron los mayores productores de fosfatos del momento y, también, tal como explica este autor, algún otro consumidor como Francia, tratando de hacer valer sus intereses en la región. Entre todos sobresalieron las acciones del Reino de Marruecos con el deseo de, además de hacerse con el control del fosfato sahariano, continuar con sus ambiciones territoriales sobre el Sahara Occidental<sup>10</sup>.

La calidad siempre fue la baza de Fosbucraa en los mercados y, por ello, la OPC reanudó la producción en cuanto pudo. No es que fuera extraordinaria, pero el lavado en la planta conseguía, de manera simple, llegar al 80 % BPL en sus concentrados. Por ello,

<sup>10</sup> MARTÍNEZ MILÁN. «Los fosfatos del Sahara Occidental y los principales productores mundiales de roca fosfática: política versus estrategia empresarial, 1969-1975». *Estud. Asia Áfr.*, vol. 54, n.º 2, 2019, Ciudad de México.

la OPC podía mejorar sus productos, o bien vender los concentrados a clientes específicos que así lo demandaban.

La geopolítica en la producción de fosfatos en el último cuarto del siglo pasado

Siguiendo a Martínez Milán<sup>8</sup>, desde el primer momento la Administración española apostó por la creación de una empresa mixta con capitales externos, buscando un socio financiero y la relación, ahora industrial, con el Gobierno norteamericano como apoyo en referencia a otras situaciones relacionadas con el mandato de la ONU sobre la descolonización del Sahara español. Por ello, se pensó en un acuerdo con una de las más importantes productoras de fosfatos del mundo, la norteamericana International Mineral and Chemical Corporation (IMC). Esta empresa propuso al INI alcanzar un acuerdo con OCP para adquirir el 50% de las acciones de Fosbucraa, idea que fue rechazada por el Instituto, dada la posición del Gobierno español sobre ello. Sin embargo, el Gobierno reconocía su deseo de encontrar la fórmula para entrar en el oligopolio de los fosfatos y, así, asegurar la viabilidad de la empresa en el futuro.

A pesar del fracaso del intento de relación con IMC, el Gobierno español tomó la decisión de financiar la puesta en explotación de Bucraa. Para conseguirlo, creó una nueva sociedad, Fosfatos de Bucraa, participada enteramente por el INI. Su puesta en explotación en 1973 coincidió con la fuerte subida del precio de fosfato en el mercado mundial. Ante ello, la Administración «desoyó los consejos tanto de la empresa como del INI para subir los precios y hacer frente al incremento de los costes de explotación, y sucumbió a los intereses de la industria española de fertilizantes fosfatados que se benefició de un "precio político" en sus compras de mineral de roca fosfática del Sahara»<sup>11</sup>. «Desde el INI se opinaba que lo mejor para la empresa española era aliarse con OCP, por ser el mayor competidor en el mercado europeo y nacional, y llegar a acuerdos puntuales con IMC en aquellos mercados donde no se entrara en competencia directa con la empresa marroquí».

La relación con la OCP llegó a materializarse a pesar de los intereses contrapuestos y, así, el acuerdo de 1972 recogía la creación

<sup>11</sup> MARTÍNEZ MILÁN, J. M. «Empresa pública y minería en el Sahara Occidental: Fosfatos de Bu Craa S.A., 1969-1983». *Boletín Geológico y Minero*, 128(4), 2017, pp. 913-929.

de un cartel hispano-marroquí, fijando cuotas de producción y reparto de mercados. En el programa debatido, «Fosbucraa aspiraba a comenzar vendiendo en 1973 la cantidad de 1,6 millones de toneladas para llegar a los 6 millones tres años después. La OCP, por su parte, planteaba unas previsiones iniciales de producción de 14 millones de toneladas hasta conseguir, en 1976, los 18,6 millones de toneladas»<sup>11</sup>. A fin de no incurrir en un exceso de oferta, se acordó establecer una política común de precios y cuotas de mercado para Italia, Francia, Alemania y Rumanía. En cuanto al mercado español, a Fosbucraa se le adjudicó una cuota de 500 000 toneladas para 1973 y de 750 000 toneladas para 1974. El resto, hasta completar una cifra cercana a los dos millones de toneladas, le correspondía a OCP.

La reacción de los clientes españoles de OCP no se hizo esperar y amenazaron con incrementar las compras en Estados Unidos si subían los precios en relación a 1972, cosa que así hicieron al año siguiente. Por ello, y en contra de los deseos del consejo de administración de Fosbucraa, el INI ordenó a la empresa española que diese prioridad a los suministros al mercado nacional, limitando al mínimo las exportaciones al mercado exterior, además de imponer un «precio político» por debajo del precio de mercado. Con esta decisión se rompía el acuerdo con OCP en el mercado nacional y se perdían mercados en el exterior.

Sin embargo, en 1975, en el mercado internacional, la demanda general descendió de manera muy acusada, provocando una caída generalizada de los precios que osciló entre el 15% y el 40% según los países. No obstante, «fue la brusca “descolonización” del Sahara Occidental la que paralizó el desarrollo de una empresa que acababa de nacer»<sup>11</sup>. En 1976, el presidente del INI y el director de la Office Chérifien des Phosphates (OCP), de conformidad con lo recogido en la parte económica de los acuerdos de Madrid, formalizaron la venta del 65% de las acciones de Fosbucraa a la compañía estatal marroquí, iniciando un largo proceso que culminó en 2002 con la desaparición de la empresa.

Los técnicos y gestores españoles permanecerían en Bucraa hasta mayo de 1977. El INI conservaba cuatro representantes en el consejo de administración de la compañía, compuesto por diez miembros. Entre 1979 y 1986, la actividad de la empresa estuvo interrumpida debido a los ataques del Frente Polisario. En diciembre de 2002, la SEPI (heredera del antiguo INI) perdió su participación en Fosbucraa, que ostentaba desde 1976.

Los problemas (geopolíticos) no han cesado hasta hoy

En el año 2019 las ventas de fosfato de Marruecos desde el Sáhara Occidental cayeron un 46 %, aunque tan solo representaban una pequeña parte de las ventas totales<sup>12</sup>. La causa se debió, sobre todo, a que la empresa norteamericana Nutrien dejó de comprar el mineral en 2018. La Office Chérifien des Phosphates (OCP) de Marruecos vendió 1,03 millones de toneladas de fosfatos procedentes de Bucraa en 2019 por un valor estimado de 90,4 millones de dólares, frente a los 1,9 millones de toneladas antes de 2012.

En ese año, India se convirtió en el mayor comprador de fosfatos procedentes del Sahara Occidental, seguido de Nueva Zelanda, China y Brasil. Sin embargo, en 2018, de las ventas de fosfatos de la región, que alcanzaron 1,9 millones de toneladas, Canadá compró aproximadamente el 50 % de la producción de fosfatos de esa procedencia. En la actualidad, Marruecos asigna una capacidad de producción a la explotación de Fosbucraa de 2,6 millones de toneladas. Sin embargo, los depósitos de fosfato en la región representan solo el 2 % de los fosfatos que posee OCP, que es quien gestiona la producción de Fosbucraa. También, esta explotación representa menos del 5 % de los ingresos del Grupo OCP.

Otra cosa relevante que resalta S. Spurgeon<sup>12</sup> es que los fosfatos destinados a India y China viajaron a través del canal de Suez, y todos los transportes a Nueva Zelanda navegaron alrededor del extremo sur de América del Sur. Ningún barco pasó por el canal de Panamá o alrededor del Cabo de Buena Esperanza de Sudáfrica después de que los dos países detuvieran el cargamento de fosfato en 2017. La causa fue que los países con jurisdicción sobre las aguas de estos puntos vitales sostienen que Marruecos no debería vender ningún fosfato de la región hasta que la ONU encuentre una solución mutuamente aceptable al conflicto en Sahara Occidental.

Esta situación no es nueva, ya que, anteriormente, un gran número de importadores abandonaron la compra de fosfatos del proyecto de BouCraa, debido a aspectos del derecho internacional y los derechos humanos. Por ejemplo, en 2010 la firma estadounidense Mosaic anunció que había detenido las importaciones del territorio del Sahara, después de ser cliente de BouCraa durante

<sup>12</sup> SPURGEON, Susanna. *Morocco World News*, 24 de febrero de 2020.

varios años. Además, el gigante noruego de los fosfatos Yara declaró la abstención en las compras de fosfatos procedentes de este origen.

## Resultados

La razón externa del conflicto en el que se vio envuelta la empresa Fosfatos de Bucraa fue la lucha por los mercados de la roca fosfática, buscando el dominio sobre sus precios. En este caso, la empresa del INI tuvo que buscar un socio a fin de asegurar su futuro. Además, Marruecos mezcló sus intereses económicos con los de su política expansiva sobre unos territorios que hasta hoy no se encuentran descolonizados. Lo curioso es que, tal como apuntan algunos datos, los abrumadores recursos de Marruecos (apuntando hacia los 100 000 millones de toneladas) sobrepasan ampliamente las dimensiones de Bucraa (tan solo alrededor del 2%).

Por ello es fácil imaginar la interferencia de las razones políticas con las de dominio de los mercados. Hoy, después del embargo, la producción de Bucraa tan solo es de alrededor del 4% de las ventas de la OCP marroquí. Sin embargo, sí adquiere trascendencia, debido al interés de sus clientes específicos en razón a su calidad y, también, a un deseo internacional de solución del conflicto sobre el territorio ocupado.

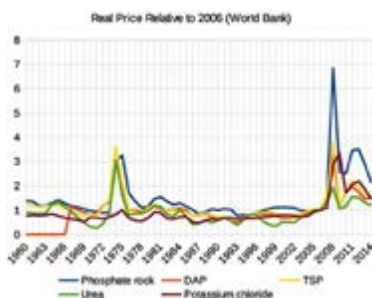
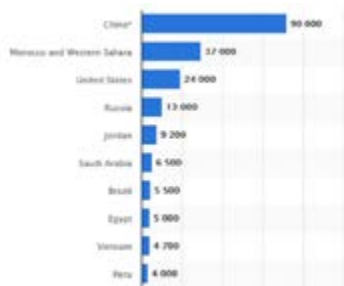


Figura 6. Indicador de precios relativos de la roca fosfática y otros fertilizantes (World Bank, 2006).

Después de los azarosos tiempos que se han descrito, en los mercados internacionales de los fosfatos sucedió la calma. Sin embargo, hoy, observando la evolución de los índices de precios de la figura 7, se aprecia un sorprendente aumento

de las cotizaciones alrededor del año 2008. Este breve aumento ha sido muy estudiado y, generalmente, es asignado a la influencia de la Primavera Árabe sobre una parte importante de los productores del norte de África. También se le asigna a la causa de un sentimiento generalizado de inseguridad alimentaria.

Además, el estudio de Khabarov N. y Obersteiner M.<sup>13</sup> descubre otras influencias algo más ocultas. De esta manera, los autores achacan un papel importante a las políticas del mercado de fertilizantes en la India, el mayor importador mundial de fertilizantes de fósforo y roca fosfórica. De esta manera, India duplicó su importación de fertilizantes fosfatados en 2008, en un momento en que los precios también se doblaron. Los autores afirman que el aumento de los precios se magnificó, por un lado, debido a las medidas comerciales de protección de los proveedores de fertilizantes, que llevaron a una caída del 19% en las exportaciones mundiales de fertilizantes fosfatados. Por otro lado, en la India los subsidios a los fertilizantes llevaron a los agricultores a no ajustar convenientemente su demanda.



**Figura 7. Los diez primeros países productores de fosfatos (en miles de toneladas) en 2020. Con fecha de 2020, la producción de Marruecos y el Sahara Occidental fue de, aproximadamente, 37 millones de toneladas de roca fosfórica, es decir, el segundo país productor de fosfatos a nivel mundial, después de China<sup>14</sup>.**

<sup>13</sup> KHABAROV, N.\* y OBERSTEINER M. «Global Phosphorus Fertilizer Market and National Policies: A Case Study Revisiting the 2008 Price Peak». *Frontiers in Nutrition*. 4:22, 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5469897/>

<sup>14</sup> GARSIDE, M. *Global phosphate rock production by country 2020 - 2021*.

## El oportunismo económico en el abastecimiento de wolframio al III Reich durante la II Guerra Mundial

### Rasgos fundamentales

«Además de formar parte de las piezas fundamentales de los cañones de alto poder de fuego, fue a partir de la II Guerra Mundial cuando el wolframio, debido a su alta resistencia, densidad y elevado punto de fusión, se utilizó para blindar la punta de los proyectiles anti-tanque, en la munición AP y en la coraza de los blindados. De esta forma, el suministro de wolframio se convirtió en algo indispensable para los contendientes.

Los gobiernos de España y Portugal aprovecharon la coyuntura del embargo total al comercio y abastecimiento de materias primas a los países del EJE en la última parte de la segunda Guerra Mundial, a fin de provocar una inmensa subida de los precios de los concentrados de wolframio con destino a su industria de armamento».

### Contexto del caso

Durante los últimos años, el episodio del bloqueo de los suministros de materias primas a los contendientes de la Segunda Guerra Mundial ha sido objeto de interés por algunos investigadores económicos, aportando datos importantes para interpretar este acontecimiento<sup>15</sup>.

Los incidentes derivados del suministro de wolframio a los países del Eje provocaron una importante crisis diplomática entre los aliados y la dictadura del general Franco. Esta crisis se inició en octubre de 1943 a raíz del incidente Laurel (el reconocimiento del Gobierno títere de las Filipinas, ocupadas por las fuerzas japonesas) y terminó en abril de 1944, tras el embargo del petróleo básico a la industria española, con la firma de un tratado entre España, Estados Unidos y Gran Bretaña. A partir del acuerdo, las exportaciones se redujeron considerablemente y, además, el Gobierno español se comprometió a una mayor neutralidad. Entre las acciones que el Gobierno de Franco se había visto obligado a aceptar, estaba la limitación de no superar las ventas de wolframio a Alemania de 40 toneladas mensuales.

<sup>15</sup> CARUANA, 2001, y THOMÀS, J. M., 2017.



Hasta el año 1939, Alemania se abastecía de wolframio en la India, China y Birmania, pero el bloqueo naval británico obligó al Gobierno alemán a buscar otras fuentes en Portugal (Arouca y, sobre todo, en Panasqueira) y también en España (Galicia y Extremadura). Para ello, el Gobierno del general Franco autorizó a los alemanes para organizar empresas destinadas a la explotación del wolframio.

La deuda contraída por España por la ayuda alemana durante la Guerra Civil española se estimó en 212 millones de dólares de los años 1940. De esta forma, se llevó a cabo un acuerdo entre los dos países, mediante el cual esta deuda se iba a saldar entregando a Alemania cereales, naranjas y aceite de oliva, así como wolframio y magnesitas. Para ello se formaron dos sociedades encargadas de canalizar los intercambios: Hispano-Marroquí de Transportes, S.L. (HISMA) y Rohstoffe und Ware Einikaufsgesellschaft GmbH (RIWAK)<sup>16</sup>.

En el centro de la conflagración, el wolframio español tuvo para el Tercer Reich una gran importancia. Era, con Portugal, su única fuente de suministro, algo que los americanos e ingleses conocían. En España, entonces, confluyeron agentes alemanes e ingleses dispuestos, unos, a conseguir el mineral a cualquier precio, y los agentes aliados empeñados en evitarlo. Los norteamericanos también quisieron implicarse en ese negocio, provocando todavía más un encarecimiento del metal.

El aumento explosivo de los precios del wolframio resultó enormemente beneficioso para España. Supuso un enriquecimiento para los propietarios de las minas, pero también para la Hacienda Pública, de tal manera que España casi saldó esa deuda contraída con Alemania. Fueron 67,4 toneladas de oro, adquiridas en varios bancos suizos, alemanes e ingleses.

#### Las cifras

Según las investigaciones de J. M. Thomàs<sup>17</sup> sobre los países suministradores de wolframio para Alemania antes de obtenerlo en 1941 de España y Portugal, señalan que la principal aportación era china (tabla 2). Esto duró hasta que Alemania invadió Rusia en ese año, ya que el medio de transporte posible era el

<sup>16</sup> *Españoles en la 2ª G.M.* <https://www.mve2gm.es/paises/espa%C3%B1a-nacional/venta-de-materias-primas/>

<sup>17</sup> THOMÀS, J. M. *La batalla del wolframio*. Cátedra, 2010

ferrocarril transiberiano. Por mar no podían hacerlo fácilmente debido al bloqueo establecido desde 1939 por la Royal Navy británica. Forzados a buscar otras fuentes de aprovisionamiento, las encontraron en los dos países ibéricos.

Según Thomàs, los Estados Unidos disponían de este metal en su propio territorio y también lo compraban en Argentina y en Bolivia. Pero, a fin de que Japón no obtuviera wolframio chino, compraban toda su producción y la transportaban hacia la India. Una vez allí, la distribuían a los soviéticos, británicos y también se quedaban una parte para ellos mismos. Los japoneses lo conseguían de su colonia de Corea y también de contrabando en China<sup>18</sup>.

	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1938 (enero- agosto)	1938 (enero- agosto)
<b>China</b>	1,9	2,5	4,8	5,1	8,0	9,0	6,3	7,3
<b>Total</b>	3,8	4,4	7,9	8,7	11,4	14,2	8,9	7,3

**Tabla 2. Importaciones alemanas de wolframio en miles de toneladas. Totales y procedentes de China (1933-1939).**

Según las investigaciones de Thomàs, los stocks de wolframio de Alemania disminuyeron desde el año 1939 (5506 toneladas) hasta 1944 (1360 toneladas). En lo que respecta al contrabando, también en España fue tolerado. De hecho, cuando España se vio obligada a suspender las exportaciones de wolframio, este se siguió vendiendo. El propio Thomàs piensa que se continuó permitiendo el transporte de mineral de wolframio a Alemania.

En otro cuadro, Thomàs marca los hechos de la siguiente manera: las adiciones de nuevos recursos de wolframio a los stocks disponibles variaron desde 2700 t wolframio metal en 1939 a 1000 t W en el año 1941, mientras el consumo de metal varió de 4200 t W a 3400 t W en 1941. Es decir, que fueron los acopios anteriores (procedentes de China) los que soportaron el esfuerzo bélico, mientras que las nuevas aportaciones fueron limitadas. El mismo autor señala que, en vista de las dificultades de la renovación de los stocks, la industria alemana aplicó un proceso de racionalización del uso del metal con la simplificación, reorganización, estandarización de armamentos respecto a la utilización del wol-

<sup>18</sup> THOMÀS, J. M. *El tungsteno en la Segunda Guerra Mundial: China, Japón, Alemania, los aliados y la Península Ibérica*. ICREA/Universidad Rovira i Virgili, 2017.

framio. Aunque EE.UU. creía que la cantidad mínima de wolframio que necesitaba la economía alemana era de 3500 toneladas, está claro que pudieron trabajar con menos. Nunca se produjo una escasez crítica de wolframio.

De esta manera, Alemania comenzó a disminuir el uso del wolframio en la producción de proyectiles perforadores de blindaje antitanques (Thomàs, 2017). Los Panzers más avanzados, como el Tiger, utilizaban proyectiles con wolframio capaces de perforar las placas de los tanques rusos. Con la excepción de estas carcasas, se detuvo la producción de todos los demás calibres de núcleo de carburo de tungsteno. También se acordó mantener varias toneladas de wolframio destinadas a las insustituibles máquinas herramienta de corte y perforación.

Este autor presenta la producción española de wolframio desde 1941 a 1943 (320 t - 930 t - 2280 t de wolframio metal) sobre unas adquisiciones germanas de: 800 t - 805 t - 1309 t W metal, y como adquisiciones aliadas: 72 t - 771 t - 3021 t W metal, concluyendo que estas operaciones fueron un verdadero éxito.

#### Los suministros de España y Portugal

Tal como anteriormente se ha expresado, el Gobierno del general Franco autorizó a Alemania constituir dos empresas destinadas a la explotación de wolframio en Galicia. Por ello, los alemanes se



Figura 8. Mina Los Alemanes, Casaio (Ourense). Tomado de <http://casaio.blogspot.com/2009/01/la-mina-de-los-alemanes-en-fotos.html>

dirigieron a dos zonas conocidas, pero insuficientemente explotadas: el grupo minero de Casaio (figura 8) y la comarca de Carballo. Para este último objetivo y, sobre todo, para la explotación de las de Santa Comba-Monte Neme, habían constituido en Vigo una empresa minera. Así, los alemanes llegan a la región minera de Carballo (A Coruña) y en Ciudad de los Alemanes en Carballada de Valdeorras, ya antes del final de la Guerra Civil. Poco después le seguirían las cuencas mineras de Tornavacas (Cáceres), el Bierzo leonés y la Cabrera, y con menos intensidad en Asturias, Zamora y Salamanca<sup>14</sup>.

## Resultados

La escasez de wolframio en las fuerzas del Eje, a pesar de no ser comparable con la falta de otros materiales estratégicos mucho más relevantes, como la gasolina o el caucho, fue uno de los factores que contribuyeron a la disminución de su capacidad ofensiva y defensiva. Alemania llegó a depender del wolframio de Portugal y España, donde lo había estado comprando desde 1936, en cantidades mucho más pequeñas.

Tanto las acciones del Gobierno portugués como el español fueron singularmente oportunistas, anteponiendo sus propios intereses y permitiendo la competencia por el mineral entre Alemania, Reino Unido y Estados Unidos. Esto representó un comercio lucrativo tanto para los Estados ibéricos como para muchos intereses privados. Además, según Thomàs (2010), parece ser que Alemania estaba preparada para el cese de las importaciones de la península ibérica. De esta manera, a partir de 1943 redujo su consumo mensual de 170 toneladas a 100 toneladas, lo que aseguró que sus reservas tuvieran una duración de entre 17 y 40 meses.

Por otra parte, llama la atención, en los estudios realizados en los últimos años, la disparidad de las cifras manejadas, y entre ellas la producción asignada a las minas españolas. El enorme aumento del wolframio producido en España en los últimos años de la contienda merecería una acertada explicación. Son cifras bastante incomprensibles, alrededor de diez veces la producción normal y en un tiempo realmente corto. Las casi 4000 toneladas del año 1943-1944, de ser ciertas, deberían proceder, además de la producción real en mina, de acopios anteriores, de la minería artesanal de la época sobre todo tipo de recursos, como el arranque superficial de los filones o de

otras causas desconocidas, incluyendo el contrabando desde Portugal.

Hablando de hoy, el precio del wolframio depende, básicamente, de dos factores. Primero, la oferta, que de manera fundamental está relacionada con las políticas chinas respecto a su producción y exportación. Durante años, China ha mantenido el precio bajo ampliando su producción a fin de asegurar su participación en el mercado. Segundo, la demanda. Su uso en materiales de alta resistencia lo convierte en un componente relacionado con la nueva industria. Esto significa que cualquier énfasis en la industrialización y el crecimiento puede posiblemente aumentar la demanda del metal y, con ello, su precio<sup>19</sup>.

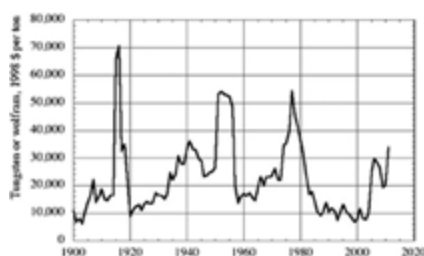


Figura 9. Evolución de los precios del wolframio 1900-2020<sup>20</sup>.

En la figura 9 puede observarse la característica principal de la curva de precios del wolframio, que es su estrecha relación con los periodos de contiendas universales. Hoy, esa dependencia cada vez resulta menos evidente, ya que el papel de este metal en los armamentos actuales es menos ostensible: disminución del blindaje en los elementos de combate, protección electrónica, misiles en vez de artillería convencional y otras.

La producción minera global de este metal en 2018 fue de 84 000 toneladas. En un informe reciente, Roskill afirma que

<sup>19</sup> OLAFSDOTTIR H. y VALA RAGNARSDOTTIR K. Published online, 7 August 2017. Springer International Publishing AG, 2017

<sup>20</sup> SVERDRUP H, ÓLAFSDÓTTIR A. KRISTIN VALA, «Modelling Global Wolfram Mining, Secondary Extraction, Supply, Stocks-in-Society, Recycling, Market Price and Resources, Using the WORLD6 System Dynamics Model». *BioPhysical Economics and Resource Quality*, 2(3), agosto 2017.

las regulaciones ambientales más estrictas en China (82 % de la producción mundial), junto con el agotamiento de sus minas, pueden crear un déficit de wolframio si en los próximos años no se ponen en marcha nuevos proyectos. Las fuertes medidas contra los excesos ambientales en Jiangxi, Hunan y Fujian (las regiones productoras de wolframio más importantes de China) han obligado a algunos productores a paralizar sus explotaciones hasta que sus proyectos se consideraran conformes con las regulaciones ambientales del Gobierno. Esta situación, sin duda, favorecerá el alza del precio del metal, ya que en el horizonte no se aprecian sustitutos a la bajada de la producción china.

La producción española de wolframio nunca ha dejado de existir y, es más, en pocos años podrá alcanzar de nuevo las míticas 4000 toneladas/año de metal cuando dos de sus principales proyectos, La Parrilla y Barruecopardo, se encuentren a pleno rendimiento.

### Las tierras raras y su producción en clave geopolítica

#### Rasgos fundamentales

«Las tierras raras son ingredientes vitales para la producción de una amplia variedad de tecnologías verdes, de defensa y de alta tecnología. Si bien no son particularmente “raras” en disponibilidad, son difíciles y costosas de extraer».

Sin embargo, China (tabla 3) ha llegado a controlar el 97 % de la industria de las tierras raras desde la década de 1990, a través de una producción barata, altos impuestos a la exportación y limitaciones artificiales de la oferta. En la actualidad domina menos, pero aún es enorme su importancia<sup>21</sup>.

La Unión Europea las considera como metales críticos en grado extremo debido, sobre todo, a la fuerte demanda que sufren en los últimos años y a la concentración de su producción. Esta última circunstancia se ha manifestado, probablemente, en la más importante acción geopolítica de los últimos tiempos.

<sup>21</sup> KALANTZAKOS, S. *China and the Geopolitics of Rare Earths*. Oxford University Press, 2018.

País	Producción de tierras raras 2020 en TREO (t en total de TR)	% de la producción mundial	Reservas en mill. t de TR
China	140000	58,3%	44,0
EE.UU.	38000	15,8%	1,5
Birmania	30000	12,5%	-
Australia	17000	7,1%	4,1
Madagascar	8000	3,3%	-
India	3000	1,3%	6,9
Rusia	2700	1,1%	-
Otros	1300	0,6%	
TOTAL MUNDIAL	240000	100%	120,0

Tabla 3. Producción y reservas de tierras raras (USGS, 2021)<sup>22</sup>.

El comportamiento de China como productora abrumadoramente indiscutible es la gran preocupación mundial. La presencia china a nivel de suministro y demanda, las inspecciones medioambientales, el almacenamiento gubernamental, el aumento de la actividad comercial y el crecimiento de la demanda son factores fundamentales que han tensado la oferta.

Para este tipo de metales de interés creciente, se destacan los siguientes factores<sup>23</sup>:

- *Limitaciones impuestas por las condiciones del stock natural.* Aunque los elementos de las tierras raras son relativamente abundantes en la corteza terrestre, rara vez se concentran en depósitos de minerales explotables.
- *La concentración de la producción.* La producción china acapara el 60% del total mundial. Curiosamente, tan solo posee el 35% de las reservas mundiales.

<sup>22</sup> <https://www.usgs.gov/centers/nmic/rare-earths-statistics-and-information>

<sup>23</sup> DE LA TORRE, L. y ESPÍ, J. A. *Predicción del comportamiento en el suministro seguro de los metales de interés energético: la actualidad del litio, cobalto y grafito.* Real Instituto Elcano, ARI 101/2018.

- *La independencia en la producción-coproducción.* Aunque es posible encontrar casos de explotaciones con otros metales y minerales acompañando a la producción, son las tierras raras las que dominan.
- *La variabilidad de los precios.* Las tierras raras no son negociadas en mercados abiertos. Además, son muy sensibles a un gran número de factores externos.
- *Las limitaciones de su sustitución.* Cuando China comenzó a restringir el suministro de tierras raras, las compañías electrónicas japonesas, como respuesta, hicieron esfuerzos para reducir su uso. Sin embargo, no han podido disminuirlas radicalmente.
- *Los factores éticos, sociales y ambientales.* Aunque Adamas Intelligence observa que la producción ilegal de tierras raras en China parece haber disminuido en 2018 y, con ello, numerosos problemas relacionados con la calidad ambiental.
- *El grado en las expectativas de la demanda.* China supone el 66% de la demanda mundial en 2017. Según E. Bulkhalter, existe un consenso en que la demanda crecerá un 5% cada año, con el avance en la producción de los vehículos eléctricos y las turbinas eólicas.
- *La existencia de una adecuada cadena de suministro.* China domina la producción hasta tal punto que sus prácticas de exportación resultaron en una decisión de la OMC en 2014, viéndose obligada a eliminar sus cuotas de exportación. El país mantuvo las cuotas internas de producción, renovó su impuesto a la producción nacional y eliminó los aranceles de exportación, lo que ayudó a bajar los precios. De cara al futuro, se espera que China establezca un límite anual en su producción a partir de 2020. Estados Unidos (figura 11) y la Unión Europea han tomado conciencia de ello. Creemos que no es insalvable encontrar nuevos recursos que superen el nivel de rentabilidad económica impuesto por las cotizaciones actuales.
- *Los factores políticos.* Un embargo chino sobre las tierras raras no es un escenario imposible. Todos están de acuerdo que el problema ocurre porque China produce tierras raras a un precio mucho más bajo que cualquier otro país, alentando a los otros a comprar a China en lugar de invertir en el desarrollo de sus propios suministros.





Figura 10. Explotación de tierras raras en Mountain Pass (California).

### La geopolítica en la producción y en la tecnología

China posee tal monopolio en el sector, que los precios de los elementos de tierras raras se dispararon en 2010 y 2011 cuando el país recortó las exportaciones. Ello provocó un auge para las empresas productoras de tierras raras en todo el mundo, ya que buscaban crear un suministro confiable de estas sustancias fuera de China.

Muchos de estos proyectos no prosperaron cuando los precios de las tierras raras volvieron a caer. En 2014, la Organización Mundial del Comercio falló en contra de las cuotas de exportación chinas, y China eliminó sus limitaciones industriales en enero de 2015. El país también eliminó sus aranceles de exportación para tierras raras en mayo de 2015, lo que provocó una nueva caída en los precios.

La guerra comercial en curso entre Estados Unidos y China ha agregado una capa de complicación al sector de los metales de tierras raras. Si bien se ha sugerido que la posición del país en el mercado podría debilitarse en un futuro próximo, los minerales y metales de tierras raras no se incluyeron en la lista final de aranceles de Estados Unidos sobre productos chinos<sup>24</sup>.

Las tierras raras se utilizan en una variedad de tecnologías diferentes y la demanda es mayor para unas que para otras. Se pueden dividir en categorías «pesadas» y «ligeras» (figura 11)

<sup>24</sup> INVESTING NEWS, «Rare Earth Elements Prices 101». Georgia Williams - May 29th, 2019. <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-metals-prices/>

en función de su peso atómico, y las tierras raras pesadas suelen ser las más buscadas. Sin embargo, también las ligeras pueden ser importantes. Por ejemplo, el neodimio y el praseodimio, utilizados en los imanes permanentes, como el disprosio, resultan muy valorados. La concentración de diferentes tierras raras varía dentro de cada depósito mineral, pero, generalmente, un yacimiento se encuentra dominado por tierras raras (TR) pesadas o ligeras, y algunos elementos son mucho más abundantes.

Los problemas (geopolíticos) no han cesado hasta hoy

Para las tierras raras, resulta muy sorprendente la cantidad de noticias y análisis sobre la trascendencia económica y política de la producción y, mejor aún, el suministro de estos metales a la industria moderna y de alta situación tecnológica. Sin embargo, casi todos los estudios están realizados sin apenas profundidad. Así, se habla de cómo la producción de las tierras raras que dominaron la producción mundial en los años 60-80 procedía de una sola mina, Mountain Pass, en California, y de cómo las tecnologías chinas, además de copiar los sistemas de separación, también indujeron su desaparición al conseguir productos más baratos y en gran cantidad. Todo eso es cierto, pero para comprenderlo hay que mencionar todas las circunstancias.

Mountain Pass (figura 10) producía (y ahora mismo produce) tierras raras de las de mayor aceptación, las denominadas *pesadas*. Sin embargo, China ha conseguido una posición hegemónica en la producción de las tierras raras debido a dos circunstancias principales: el descubrimiento de importantes yacimientos en el norte del país, mejor dicho, de Mongolia, en su área de influencia, con altos tonelajes, leyes medias importantes; y, además, se encuentran contenidas en mineral de hierro, lo que económicamente resulta una ayuda.



Figura 11. Primera clasificación de las tierras raras.

Además (y eso es muy importante), así como en el resto del mundo la economía de las sustancias minerales se rige por los mercados libres en un ambiente de competencia de precios, la economía china resulta casi totalmente dirigida. También es de todos reconocida, al menos hasta ahora, la escasa sensibilidad ambiental y el poco cuidado en los vertidos al entorno en donde se desarrollan gran parte de las explotaciones de las tierras raras chinas. De esta manera, en otros depósitos minerales de este país, las circunstancias de la extracción y, sobre todo, de la separación de los distintos elementos que las componen, vienen acompañadas de una explotación, a veces de carácter artesanal, y una desenfrenada polución ambiental.

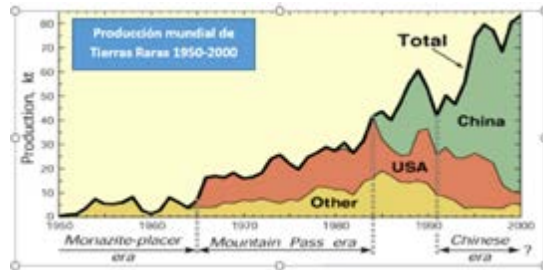


Figura 12. En el gráfico se señalan de manera esquemática los tres periodos de la producción mundial de tierras raras. 1.º) La producción dependía casi exclusivamente de las arenas monacíticas. 2.º) La mina californiana en el último tercio del pasado siglo abastecía las tierras raras pesadas que necesitaba el mundo. 3.º) La producción china, imparable, suministra al planeta las necesidades de tierras raras de todo tipo. Quedaría por saber si los últimos esfuerzos que se están realizando no permitirán la prolongación de esta situación.

Por otro lado, la producción final en mina, en casi todos los proyectos del mundo, acaba con concentrados conteniendo todas las tierras raras del yacimiento de manera conjunta. Eso equivale a decir que, aunque ya estén en forma de hidróxidos metálicos de sus componentes metálicos, su valor es notablemente inferior a las que tendrían de manera separada. Es decir, falta la fase de refinación y separación individual. Este proceso, hasta hoy era difícil y económicamente caro.

Además, China podía recibir, y de hecho ofertaba, la posibilidad de adquisición de concentrados de múltiples tierras raras para proceder a su separación, deduciendo económicamente, claro está, el valor del proceso. Esta era hasta hoy la etapa más

costosa del proceso minero, superando a las fases de extracción de los minerales y los procesos de concentración en planta y el hidrometalúrgico de separación y preparación de los metales. En esto la tecnología y el coste también eran la baza de diferenciación de la industria china. Sin embargo, también hoy esto está cambiando, ya que el esfuerzo de investigación tecnológica propone soluciones para reducir los costes de separación de las tierras raras de mayor interés. Piénsese que entre los 17 metales que las componen existen verdaderos abismos de cotización entre unas y otras (la cesta, *basket*, de precios), dependientes tanto de su rareza como de la demanda específica de las industrias tecnológicas.

Se dice con mucha tranquilidad que las tierras raras no lo son tanto, y eso es verdad, pero después no se comenta el motivo de por qué las leyes o riquezas de su explotación son también semejantes a los metales básicos (níquel, cobre). La razón es consecuencia de la dificultad del proceso para producirlos en forma aceptable para la industria (aislados y en forma elemental). Por ello, es muy comprensible lo sucedido después del pico de demanda alrededor del año 2011. Esta alerta, sobre todo económica, despertó el interés de potenciales productores en todo el mundo, provocando la exploración dedicada al descubrimiento de nuevos depósitos que luego, en gran parte, no se han llegado a materializar, debido a la consecuente bajada de precios en los mercados.

Es decir, que son los precios los que siempre mandan y, en ese sentido, Occidente se encuentra en desventaja con la economía china. Norteamérica ha sido el bloque que más ha tenido interés en deshacer el sistema actual, aunque, eventualmente, ha fracasado. La Unión Europea no ha pasado de meros esfuerzos sin apenas invertir dinero en ello. Pero, sobre todo, la rotura de la presa económica construida por China no resulta un problema de envergadura, sino de una común voluntad política. En el fondo, también es una cuestión de precios.

## Resultados

Algunos comentaristas económicos se preguntan por qué unos metales no tan escasos en la naturaleza (se explotan con concentraciones semejantes a las del cobre, por ejemplo) pueden ser objeto de un control tan desmesurado como el que vivimos en estos momentos. La solución a la pregunta no es difícil de res-

ponder. La colaboración de la naturaleza es incuestionable. Los depósitos minerales buenos (en tonelaje y, sobre todo, en ley o contenido unitario en tierras raras) son un regalo que alcanza, a veces, a unos pocos países.

China se encontró con la propiedad de los yacimientos de Mongolia y las arcillas con tierras raras en donde la naturaleza ya había colaborado en su separación parcial y, además, eran fáciles de concentrar. También, la industria china perseveró en desarrollar procesos tecnológicos económicos para la separación y purificación del conjunto de metales que componen los productos finales de esta minería. Ya se ha mencionado que las tierras raras son muy semejantes y, por ello, difíciles de separar. Sin esa etapa, carecen de valor alguno, al menos hasta que alguien (China en estos momentos) lo realice.

No todo es negativo. La elevación de los precios de los años 2010-2011 provocó un importante desarrollo de la investigación de nuevos procedimientos mucho más económicos que los convencionales y, por ello, ha dado pie a que se puedan explotar recursos minerales antes impensables. Además del desarrollo tecnológico, a partir de la «crisis de las tierras raras» la búsqueda de nuevos recursos también ha dado frutos importantes y hoy existen extensas zonas del mundo con grandes cantidades de estos elementos a disposición de que los precios permitan su aprovechamiento (los recursos de Groenlandia, por ejemplo).

Los resultados están a la vista. En principio, el control de la producción de las tierras raras por parte china ha bajado del 90% al 60%. Sin embargo, aún resulta difícil eludir esta dependencia a causa de la relación de los productores externos con la tecnología económica de separación china y de la producción de los primeros componentes industriales. Siendo el principal consumidor, resultaría complicado, pero no imposible, deshacer ese nudo.

## Conclusiones

Hoy, todo pensamiento serio e informado sobre recursos minerales admite que no existe una amenaza inmediata de agotamiento de cualquier producto mineral de importancia. Además, tampoco existe una teoría económica adecuada sobre la relación entre el precio, la demanda y la oferta en una situación de «suministro incómodo», por lo tanto, tanto los inversores como los paí-

ses productores no son capaces de hacer buenos planes para la inversión y el desarrollo de estos recursos.

Por lo tanto, siempre habrá alzas temporales de precios. De manera general, todos los intentos realizados para estabilizarlos han sido un fracaso, lo que podría causar conflictos, debido a circunstancias tales como las interrupciones políticas de suministros. Hoy más que nunca es una situación no deseable. Además, son causas inevitables los desastres naturales y el agotamiento de los tipos de depósitos tradicionales, con alternativas hacia el cambio a tipos de menor riqueza.

Según Stephen Kesler<sup>25</sup>, la población mundial está creciendo más rápidamente que en cualquier otro momento en la historia, y el consumo de minerales lo hace más rápidamente que la población, en tanto y cuanto nuevos consumidores entran en el mercado de minerales como consecuencia de su aumento en la calidad de vida. ¿Significa esto que nos enfrentaremos a una crisis de suministro de minerales en el siglo XXI? Si es así, podemos resolver esta crisis de suministro de minerales por el aumento de la exploración de nuevos recursos minerales, y por ello se requerirá una más fiable información geológica y un más fácil acceso al territorio.

Las respuestas a estas preguntas deben basarse en las predicciones de la demanda mundial de minerales en el siglo XXI, junto con una mejor comprensión de la relación entre las reservas mundiales de minerales y la formación de los yacimientos. La industria minera ha aumentado sus recursos base debido a los éxitos en la exploración de minerales y los avances tecnológicos y de procesamiento de minerales, superando hasta ahora a la demanda global de los metales. Sin embargo, ello no ha eliminado la tensión en los precios y las posibilidades de enfrentamientos en los mercados.

Sin duda, el factor más importante en la demanda futura de los metales y minerales procederá del aumento de la población y del acceso a nuevos bienes por el desarrollo económico mundial. Sin embargo, existen factores que atenuarán el consumo de minerales y otras materias primas, tales como el nivel económico de los países con mayor incremento demográfico. Los ciclos económicos, el reciclado de los metales y otros factores pueden ser controles de segundo orden en la demanda de nuevos minerales a nivel

---

<sup>25</sup> KESLER, S. E. «Mineral Supply and Demand into the 21st Century». *Deposit Modeling, Mineral Resources Assessment and their Role in Sustainable Development*, 2007, pp. 55-62. USGS Circular 1294.

local. A pesar de que el consumo de minerales per cápita no varía con los ciclos económicos, la tendencia hacia el aumento de la demanda mundial ha sido evidente durante muchas décadas y es más que probable que lo siga siendo durante mucho tiempo más.

Contemplando el futuro, la implantación de conceptos tales como la desmaterialización en la industria, ligada a la idea básica de la economía circular, que, a su vez, forma parte de la sostenibilidad en su sentido amplio, son ya, y lo serán aún más, factores del futuro desarrollo minero. Tampoco hay que olvidar el concepto de eficiencia económica, indispensable para cualquier tipo de progreso, y, bajo el amparo de las tres dimensiones de la sostenibilidad, se proponen para la minería ideas de desarrollo conjunto de los centros productivos. Las herramientas de gestión son variadas, y De la Torre y otros<sup>26</sup> proponen los encadenamientos industriales y el «clúster de desarrollo» como idea central, contando siempre con el apoyo horizontal de la innovación tecnológica.

---

<sup>26</sup> DE LA TORRE, L.; ESPÍ, J. A.; ROMERO, P. «Economic, technological and sustainable qualification with reference to Europe: Iberia's new metal mining projects». *Mineral Economics*. Springer, 2021.

