

## CAPÍTULO 4

### RECURSOS NO RENOVABLES: DEFINIENDO LO QUE SE ENTIENDE POR ESCASEZ

---

#### INTRODUCCIÓN

En cualquier debate acerca del uso que una empresa, una región, el país o el mundo hace de los recursos naturales, suele surgir la siguiente inquietud: ¿estamos acabando tales recursos? Para un recurso natural no renovable, como es el caso de los minerales, una tasa de extracción no nula necesariamente implicará la disminución del stock físico del recurso. Sin embargo, existen ciertas complicaciones para esta noción que parece evidente a primera vista:

- Problemas con la definición de lo que el stock físico representa.
- Discrepancias entre la medición económica del tamaño de las reservas y la medición física de las mismas.
- El valor económico de las reservas puede variar en el tiempo.
- Existen distintas formas de medir la escasez de la reserva económica, lo cual puede dar origen a distintas respuestas a la pregunta original.

A lo largo de este capítulo examinaremos estos conceptos a fin de extraer una formulación general para el problema de escasez. Partiremos por las definiciones básicas. El término **reservas económicas** hace referencia a la porción del depósito mineral que resulta rentable extraer, dados precios y costos actuales. Como veremos, los costos dependen de la tecnología y de la tasa acumulativa de extracción. Claramente, ambos parámetros varían en el tiempo. Lo mismo ocurre con los precios, los cuales pueden variar ante cambios en las decisiones de producción de los productores (el mejor ejemplo son los resultados exitosos de reducciones en la cantidad producida por parte de los países que conforman el cartel de la OPEP), o ante cambios en la demanda por el mineral, o por intervenciones reguladoras de los

gobiernos. Así, la línea que diferencia la rentabilidad de las reservas, puede moverse hacia arriba o abajo dependiendo de estas variaciones de precios y costos. Por ejemplo, en un siglo, la ley mínima requerida para hacer rentable la extracción de cobre cayó desde el 3% hasta menos del 0.5% debido al progreso tecnológico, lo que a precios reales constantes significaría un aumento en el tamaño de la reserva económica en el tiempo.

Otra dimensión tiene que ver con la incertidumbre acerca de la disponibilidad actual de un recurso en una determinada área geográfica. Por ejemplo, no se conoce con certeza cuánto petróleo sería posible extraer de los yacimientos descubiertos en el Mar del Norte. Algunos depósitos están en producción, otros se conocen pero aún no han sido explotados, y otros sólo se sospecha que existen. Sin embargo, aún cuando esta incertidumbre fuera resuelta, quedarían todavía algunos problemas por resolver. Por ejemplo, las reservas de cobre, ¿deben ser contabilizadas sin tomar en cuenta su concentración (ley)? ó ¿la reserva de un mineral debe contabilizarse no importando la forma en que se encuentre?

La reserva total de un mineral en la Tierra se denomina reserva geológica<sup>1</sup>. Varios autores han argumentado que el concepto clave aquí es el de “**umbral mineralógico**”, el cual se define como la línea que divide a los silicatos, que representan el 97% de la reserva geológica, de los óxidos, sulfuros y carbonatos. Los minerales denominados “**geoquímicamente escasos**”<sup>2</sup>, son aquellos que bajo este umbral requerirán de una cantidad de energía significativamente mayor para ser extraídos. En cambio, para minerales “**geoquímicamente abundantes**” como es el caso del hierro, la energía requerida para extraerlos se incrementa levemente a medida que la ley del mineral decrece (ver figura 4.1).

<sup>1</sup> No se ha encontrado una traducción más “afortunada” para el término en inglés *crustal abundance*.

<sup>2</sup> Por ejemplo, cobre, plomo, mercurio y oro.

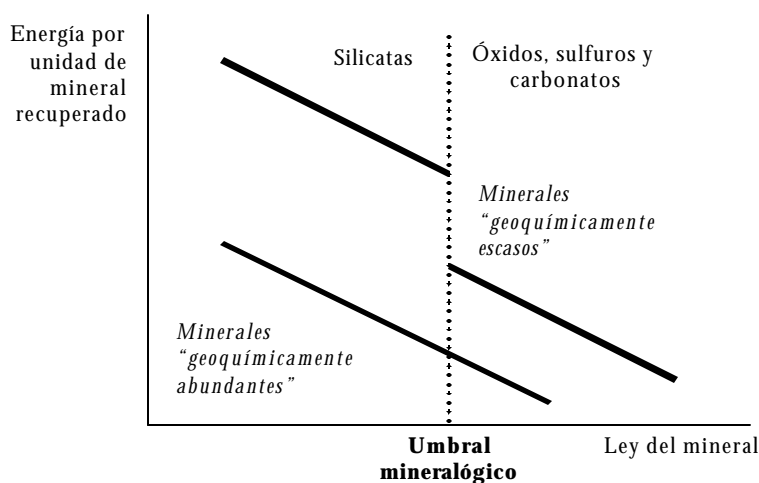


Figura 4.1: El Umbral Mineralógico<sup>3</sup>

La siguiente tabla presenta estimaciones recientes del WRI (1996) acerca de las reservas de diversos minerales (cifras en millones de toneladas).

MINERAL	RESERVAS ECONÓMICAS	RESERVAS FÍSICAS	RESERVAS GEOLÓGICAS
Aluminio	23,000	28,000	1,990,000x10 <sup>6</sup>
Cobre	310	590	1,510x10 <sup>6</sup>
Hierro	150,000	230,000	1,392,000x10 <sup>6</sup>
Mercurio	0.1	0.2	2.1x10 <sup>6</sup>
Plomo	63	130	290x10 <sup>6</sup>
Zinc	140	330	2,250x10 <sup>6</sup>

## ESCASEZ: UNA PRIMERA (Y MALA) FUENTE DE MEDIDA

Típicamente en la literatura se señala como medida de escasez o del tamaño del stock de un mineral, la **vida en años** del recurso. Ella se obtiene dividiendo las reservas económicas por la tasa actual de consumo anual. Por ejemplo, según el World Resources Institute (1996), en 1994 las reservas de cobre alcanzarían para un horizonte de 33 años, es decir, en el año 2027 éstas se acabarían.

Un problema básico de este indicador se produce si en lugar de dividir por las reservas económicas lo hacemos por las reservas físicas, ya que obtenemos un horizonte de tiempo mucho más grande (en el caso del cobre, 62 años). ¿Cuál de las dos sería la medida “correcta”? La respuesta es: ninguna. A medida que el recurso se vaya haciendo más escaso, su precio, a todo lo demás constante, debería tender a subir. Por efecto sustitución ello reducirá el consumo e incrementará la producción y las reservas

<sup>3</sup> Basado en Skinner, B. (1976), “A Second Iron Age?”, *American Scientist*, 64, 258-69.

económicamente viables. Estos cambios modificarán, por tanto, el horizonte de vida del recurso. Es más, mientras más suba el precio del mineral, mayores incentivos existirán para la exploración y descubrimiento de nuevos yacimientos, aumentando así las reservas físicas. De hecho, se ha encontrado para varios minerales que la medida de años de vida del recurso se mantiene relativamente estable en el tiempo, lo que probablemente tiene más que ver con las actitudes y motivaciones de las firmas que con la escasez del recurso.

## LOS COSTOS UNITARIOS: UNA MEDIDA CLÁSICA DE ESCASEZ

En los albores de la economía de los recursos naturales, el concepto de escasez se centró en los costos unitarios de extracción. Ricardo, Mill y Jevons señalaban que la extracción acumulativa de un mineral se traduciría finalmente en un incremento de dichos costos unitarios (ejemplos clásicos serían el de una mina subterránea, donde a medida que el recurso es extraído progresivamente se deben recorrer mayores distancias, o el de una mina a rajo abierto, donde la extracción de los minerales de mayor ley al principio determinan una creciente dificultad para extraer una tonelada de mineral puro adicional). Así, tales costos serían un indicador del tipo Ricardiano de escasez.

En 1963, Barnett y Morse<sup>4</sup> estudiaron las tendencias de costos promedios para una amplia variedad de productos primarios en el período 1870-1957. Con una sola excepción, encontraron que el índice de costos reales de capital más trabajo había declinado un 55% en el período señalado (lo cual indicaría escasez decreciente). Johnson *et al* <sup>5</sup>, prolongaron el trabajo de Barnett y Morse para el período 1958-1970, encontrando que la tasa de descenso de los costos unitarios había aumentado entre tales fechas. ¿Constituyen estos resultados una prueba de que los materiales considerados se han vuelto menos escasos durante el último siglo? No, porque este indicador presenta numerosas deficiencias, a saber:

1. Existe progreso tecnológico en el tiempo, y esto indudablemente ha constituido la base tanto de las reducciones de costos, como del incremento del tamaño de las reservas económicas en el último siglo.
2. La hipótesis implícita de medir escasez a través de los costos unitarios de extracción es que las firmas acaban primero los yacimientos de menor costo, pero ello implica perfecta información respecto a las características de los depósitos, ¡incluso de los aún no descubiertos!

<sup>4</sup> “*Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Scarcity*”, Baltimore, Johns Hopkins Press

<sup>5</sup> Johnson, Bell y Bennett (1980), “Natural resource scarcity: empirical evidence and public policy”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, 256-71

3. La caída de los costos de capital y trabajo puede obedecer a una sustitución con algún otro insumo, siendo la energía el ejemplo más obvio. Hall *et al* <sup>6</sup> recalcularon las estimaciones de Barnett y Morse para carbón y petróleo incluyendo el insumo energía y mostraron que mientras las cifras originales mostraban un 35% de reducción en los costos unitarios, su estimación arrojaba un 10% de incremento.
4. Los costos unitarios constituyen una pobre manera de predecir escasez, ya que sólo se basan en la historia pasada y no en las proyecciones futuras. Perfectamente pudiera darse que el progreso tecnológico más que compense eventuales incrementos en los costos unitarios, incrementando así el tamaño de las reservas económicas.

### ¿LOS PRECIOS REALES COMO MEDIDA DE ESCASEZ?

En Microeconomía se encuentra conceptualmente definida la relación directa que existe entre el precio de los bienes y la escasez relativa de los mismos. Varios estudios han tratado de describir la evolución de las series de precios reales de diversos recursos. Barnett y Morse (1963) encontraron que en el período 1870-1957 los precios se habían mantenido relativamente estables. Más recientemente, Slade (1982) sugirió que el patrón de precios seguiría una forma de U, donde inicialmente los precios disminuirían debido al progreso tecnológico, para después aumentar por el incremento de los costos unitarios derivados de la tasa acumulativa de extracción de los recursos.

Hall y Hall (1984) encontraron resultados similares a los de Slade, con un descenso de los precios durante la década de los 60 y un incremento de los mismos en la década siguiente. Anderson y Moazzami (1989, en Hanley *et al*, 1997) repitieron el trabajo de Slade y encontraron fuerte evidencia de escasez para minerales como carbón y cobre, pero débil para otros como aluminio e hierro. Finalmente, Krautkraemer (1998) muestra que para 11 minerales no existe el comportamiento predicho por Slade, en particular desde la década del 70.

Las críticas al uso de los precios como indicador de escasez pueden resumirse como sigue:

1. Es significativa la influencia de los carteles de producción en el mercado de los productos primarios. El incremento observado de precios parece reflejar más el afán de aumento de los ingresos de los productores, que una eventual escasez de tales bienes.

---

<sup>6</sup> Hall, Cleveland y Kaufmann (1986), *“Energy and Resource Quality: the Ecology of the Economic Process”*, New York: John Wiley

2. Los gobiernos tienden a intervenir en los mercados de esta clase de recursos, distorsionando las señales de precios (ejemplos son la mantención de precios artificialmente altos para el gas en Gran Bretaña durante los 70 y 80 para reducir las pérdidas de las compañías de electricidad, o la imposición de precios máximos en Estados Unidos para el gas natural).
3. Los precios de los recursos naturales no reflejan el costo de oportunidad social, debido a que los productores no internalizan completamente los daños que sus actividades de extracción y procesamiento imponen sobre el medio ambiente.
4. La elección del deflactor para la serie de precios no es simple ni obvia: ¿debe ser uno de factores de producción o uno de productos finales?

### **LO BÁSICO DE LO BÁSICO: LA RENTA PARA MEDIR ESCASEZ**

La renta económica, definida como la diferencia entre el precio que la sociedad está dispuesta a pagar por una unidad adicional de un recurso y el costo que tiene extraerla es, conceptualmente, la mejor medida de escasez. Sin embargo, también existen problemas con su medición:

1. Los datos empíricos son escasos: la renta económica no es lo mismo que la utilidad contable. Ni las firmas ni los gobiernos suelen registrar la primera, concentrándose más bien en la segunda.
2. Como veremos más adelante, el uso de la renta como medida de escasez asume implícitamente que las firmas siguen un patrón óptimo de extracción del recurso. Existe poca evidencia de que eso suceda en la realidad, básicamente porque no se dispone de información perfecta de precios y costos de producción.

Los problemas empíricos de la renta como medida de escasez son tales que incluso es posible que la renta proveniente de la extracción de un recurso disminuya aún cuando su stock físico decrezca. Conrad y Clark (1987)<sup>7</sup> han señalado que: *“Si un recurso abundante puede sustituir a otro que es físicamente escaso, éste último no puede ya ser visto como escaso desde una perspectiva económica... existe contundente evidencia acerca de que la renta proveniente de la extracción de cobre ha caído en el tiempo y desde una perspectiva económica, tal recurso es hoy más abundante”*.

---

<sup>7</sup> “Natural Resource Economics: Notes and Problems”, Cambridge University Press

## CONCLUSIONES

Cuando se habla de escasez de un recurso resulta importante distinguir si se está hablando en términos económicos o físicos. Hemos visto que las distintas formas de medir escasez presentan cada una diversos problemas. El problema no es trivial. Norgaard y Howarth (1989)<sup>8</sup> señalan que a menos que quienes deben decidir acerca de la extracción de los recursos tengan buena información acerca de escasez, ninguna de estas formas de medición entrega buenos resultados; y por supuesto, si estas personas estuvieran bien informadas, lo más sencillo sería preguntarles a ellos directamente y no hacer complicados análisis econométricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hall D y Hall J (1984), “*Concepts and measures of natural resource scarcity with a summary of recent trends*”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 11, 363-79
2. Hanley N, Shogren J y White B (1997), *Environmental Economics: in theory and practice*, Macmillan Press Ltd.
3. Krautkraemer J (1998), “Nonrenewable Resource Scarcity”, *Journal of Economic Literature*, Vol.XXXVI, 2065-2107
4. Slade M (1982), “Trends in natural resource commodity prices: an analysis of the time domain”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 9, 122-37
5. World Resources Institute (1996), *World Resources 1996-97 A Guide to the Global Environment: The Urban Environment*, Oxford University Press

---

<sup>8</sup> “*The scarcity of resource economics*” mimeo, Energy and Resources Programme, University of California, Berkeley