

# EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS NATURALES

Resumen de la tesis (doctorado en economía) defendida en FEA-USP el día 20 de mayo de 1996. Disponible en línea en

<http://jcbasilio.files.wordpress.com/2009/10/tese-doutorado-fea-usp-avaliacao-economica-dos-recursos-naturais.pdf>

Autor:

Pedro Hubertus Vivas Agüero. Profesor asociado de economía, FEA-PUCSP. Más información en: <http://phva.ucoz.com.br>

Sao Paulo 28 de junio de 2015

## 1. ANTECEDENTES

La idea de elaborar este estudio surgió como un desafío a lo largo de mi vida profesional como economista, profesor universitario y como ciudadano interesado en contribuir en algo con mi país.

La primera oportunidad apareció en los años 1975-1977, cuando era contratado por "Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales", ONERN (actualmente, el Instituto Nacional de Recursos Naturales, INRENA), Lima, Perú, para participar en el inventario físico-económico de los recursos naturales de mi país. En esa ocasión, ya me fue posible observar - y lamentar - la falta de referencias y elementos de teoría y análisis económico específico y sistemático sobre el tema. Esta falta total de instrumental económico es diametralmente opuesta a la observada en otras disciplinas, tales como en Agronomía (suelos, forestales, pastizales), Ergología (agua) o Geología (recursos mineros u energéticos) donde existe suficiente material, metodología, respetado instrumental técnico y amplia literatura consolidada.

Sentí también esta carencia en los años 1981-1984, cuando tuve a mi cargo el tema "recursos naturales y energéticos" en el Departamento de Ingeniería de la "Universidad Nacional Mayor de San Marcos", Lima, Perú.

Mi interés aumentó al asistir al "Simposio de Contabilidad Ambiental", organizado por el Banco Mundial y realizado los días 5-7 de noviembre de 1984, en Washington, DC, USA. En este cónclave, me di cuenta de que, cuando se trata de la evaluación económica del medio ambiente, la falta de trabajo sobre el tema era más grande del que yo había imaginado.

Sin lugar a dudas, a lo largo de la década de los 80 me dediqué para recoger documentos, publicaciones y reflexiones sobre el tema, además de familiarizarme con el material bibliográfico que fortaleciese los fundamentos teóricos y técnicos que diesen el respaldo necesario para tratar de llevar a la práctica un dispositivo constitucional del Perú relativo a la participación de las regiones en los ingresos generados por la explotación de los recursos naturales. Textualmente, la Constitución dice así:

"Corresponde a las áreas, donde los recursos naturales se encuentran, una participación adecuada en el ingreso que produce su explotación" (art. 121 de la Constitución del Perú, 1979).

Este dispositivo pretendía consolidar la participación que el Departamento de Loreto ya había alcanzado (10% de la producción de petróleo, 1976) y fomentó que otros áreas sucesivamente se vayan incorporando en esta propuesta (Madre de Dios, 3% del valor de la venta de oro, 1980; Tumbes y Piura, 10% sobre el petróleo y gas, 1983).

Por otro lado, algunos recursos naturales ya pagaban al tesoro nacional, un canon o regalía por su explotación correspondiente, como la actividad pesquera (1.5% del valor FOB, por las exportaciones de harina de pescado, 1969), o pasarían luego a pagarla, como fueron la explotación forestal (entre mil y 3 mil soles por m<sup>3</sup> de madera, 1982) y el agua (entre 0,001 y 0,015 intis/m<sup>3</sup> de agua, 1987).

Este conjunto de conocimientos, combinada con la provisión de información relacionada que he encontrado en Brasil, me permitió elaborar el estudio indicado inicialmente. Por supuesto, nunca pretendió considerar agotado el tema, o algo como eso. Por el contrario, es una pequeña parte de un esfuerzo que ya ha recorrido un largo camino y cuyo seguimiento debe ser la responsabilidad de equipos multidisciplinarios y multiinstitucionales. En cualquier caso, haré al final de este trabajo algunas sugerencias sobre los pasos que tendrían que darse en adelante.

## **2. ESTRUCTURA DE LA OBRA.**

La tesis aparece con esta estructura:

### Parte 1

- a) Introducción
- b) Concepto de valor, renta y precio
- c) Teoría económica y el valor o precio de los recursos naturales

### Parte 2

- d) Métodos generales para evaluar los recursos naturales
- e) Métodos específicos para la evaluar los recursos naturales
- f) Conclusiones y extensiones

En este artículo sólo se presentará la Parte 1.

# PARTE 1

## a) Introducción.

En esta primera parte, además de presentar el objetivo y metodología del mismo, están enumerados los diferentes conceptos de recursos naturales que a lo largo de la historia han ido apareciendo para definirlos. De estos conceptos surge la conocida división en recursos naturales "renovables" y "no renovables", estableciéndose que:

"Recursos **renovables** serían los bienes de la naturaleza que pueden ser sometidos a un uso durante largos períodos de tiempo, sin que sus reservas pierdan cantidad y calidad ni su capacidad de regenerarse naturalmente, siempre que se exploten correctamente. Entre ellos se encuentran: la tierra agrícola, el agua dulce, los pastos naturales, bosques, pesca, etc." (Vivas 1996, p. 8).

"Recursos **no renovables** serían los bienes de la naturaleza cuyas existencias no pueden ser regeneradas naturalmente y que se agotan a una velocidad que depende del grado de su explotación y de las leyes de la entropía. Entre ellos se encuentran: los recursos minerales (metálicos y no-metálicos), los recursos energéticos (petróleo, carbón y gas natural), y otros." (Vivas 1996, p. 8).

Además, en esta parte del trabajo también se hace un estudio de la literatura histórica existente sobre la economía de los recursos naturales, encontrándose por ejemplo referencias explícitas en Alfred Marshall (1879), quien criticaba la contabilidad británica de sus días porque no consideraba adecuadamente los servicios de los recursos naturales y en Lewis Cecil Gray (1913), quien llega a formular un modelo que pretende explicar el valor de los recursos naturales como función del flujo descontado de los ingresos futuros generado por su explotación.

Después de la revisión de la literatura económica existente, de la que se omitieron aquellos artículos cuyo propósito principal no fue la evaluación económica de los recursos naturales o cuyo enfoque fue parcial, fue posible llegar a las siguientes conclusiones:

- (a) La mayoría de las investigaciones y propuestas surge en los últimos 30 años mayormente como resultado de la preocupación por el medio ambiente y, en menor medida, por la escasez de los recursos naturales propiamente dicho. Se podría afirmar entonces que mayormente son las preocupaciones por el medio ambiente las que llevan a los investigadores a considerar estos temas.
- (b) Algunas propuestas emergen como reflexiones subjetivas sobre problemas concretos (Marshall, Ise, Ciriacy-Wantrup, Kapp etc.) y otras son obra de un alto refinamiento analítico (Hotelling, Keynes, Scott, Barnett y Morse, Peterson y Fisher, Pearce etc.).
- (c) Las formas de evaluar los recursos naturales empieza con aquella basada en la economía dinámica (Hotelling, Keynes, Scott, Solow etc.) para la que el valor de los recursos está dada principalmente por sus posibilidades de ganancias futuras, expresado en conceptos de "precio neto", "costo de uso", "renta de escasez", "precio sombra" y todos aquellos otros conceptos equivalentes entre sí. Luego viene la evaluación basada en un análisis estático (Ise Munasingue y Lutz) y también la que emplea métodos mixtos, tratando de determinar la renta sostenible "real" y, por diferencia, el valor de los recursos naturales utilizados o "costo de uso" (El Serafy, Mueller, Motta, Young). Estos últimos métodos, que se aplican en Brasil, muestran altos niveles de costos de uso y un comportamiento errático de estos, a lo largo del tiempo.
- (d) Algunos de los trabajos muestran que, en general, los recursos naturales son relativamente abundantes, o que avances tecnológicos serán capaces de superar sus limitaciones en el futuro (Barnett y Morse, Cairns). Otros trabajos, sin embargo, afirman que los recursos naturales son escasos o existen tendencias hacia una creciente escasez de los mismos (Meadows, Georgescu-Roegen).
- (e) Aunque todos los trabajos revisados versen sobre la economía de los recursos naturales, no existe en ellos un tratamiento específico y sistemático sobre cómo estimar el valor y el precio de los mismos. En particular, carecen de teoría económica de soporte y de métodos específicos para hacer los cálculos de valoración.

## **(b) Concepto de valor, renta y precio.**

Los conceptos de valor, renta y precio fueron y son una causa de un apasionado y amplio debate entre las escuelas de economía que se ocupan del tema, por lo que para nuestros fines vamos a tomar sólo la posición del mayor representante de cada escuela.

Sobre el término **valor**, Adam Smith (1776), el más grande de los clásicos, enseña que este término equivale al valor de intercambio de bienes o a la cantidad de trabajo incorporado en su fabricación, extracción o uso (costes de producción), o al poder adquisitivo de los mismos. William Stanley Jevons (1871), el mayor representante de los neoclásicos, afirma que el valor de las mercancías está en función tanto de su utilidad marginal como del grado de escasez de las mismas.

Sobre el concepto **precio**, los clásicos en general (Smith, Ricardo y Mill) afirman la existencia de un "precio natural" (que es la representación del valor de los bienes) y un "precio de mercado" (que es circunstancial y resultado de la oferta y la demanda de bienes). Sin embargo, con el tiempo el precio de mercado tiende a nivelarse con el precio natural. Para los neoclásicos en cambio, los precios no serían más que la representación del valor de los bienes, siendo la oferta y la demanda las que se encargan de cuantificar este concepto.

En esta confrontación entre clásicos y neoclásicos, entra en el tercer Alfred Marshall (1890), quien define la discusión (síntesis neoclásica) señalando que en el corto plazo tiene mayor fuerza la tesis del mercado en la formación de precios, pero a largo plazo serían los costos de producción los que determinan el valor (Marshall, 1985 vol. II p. 35).

Sobre el **valor** y el **precio** específico de los recursos naturales, aparecen de nuevo las tesis de los clásicos y neoclásicos, cada uno tratando de responder a las preguntas planteadas. Para los clásicos, como Smith, los recursos naturales tienen valor equivalente al poder adquisitivo o de marketing. El valor de los recursos naturales, según los neoclásicos, es función de la utilidad presente o futura y del grado de escasez en un espacio determinado. Esto significa que los recursos naturales, que son útiles y escasos (tierra agrícola, agua, bosques y minas), forman sus precios al igual que cualquier bien y que, por el contrario, los bienes abundantes y libres (como el aire, la energía solar, el viento etc.) no tendrían ningún valor y menos un precio.

Sobre el concepto de **renta**, ésta normalmente se define como la remuneración pagada a los factores productivos (tierra, trabajo y capital) por su participación en el proceso productivo. Para los clásicos, en especial, la renta de la tierra aparece porque las tierras más fértiles y bien ubicadas son escasas y de propiedad privada. Ahora bien, como la población se encuentra en continuo crecimiento, se ve obligada a cultivar sucesivamente tierras menos fértiles, más distantes y de mayor costo de producción. Así, las tierras mejor ubicadas y de alta rentabilidad tendrán altas rentas, mientras que conforme las tierras se vuelven más distantes y pobres irá disminuyendo su renta hasta llegar a cero ("renta diferencial" de Ricardo). En este sentido, la renta de la tierra no sería el resultado del esfuerzo humano sino de la escasez de estos bienes, o del monopolio de la misma ("renta de escasez" de Marshall).

### (c) Teoría económica y el valor o precio de los recursos naturales

En los cursos de microeconomía se estudia el comportamiento de los agentes productivos, consumidores y productores, quienes buscan maximizar su bienestar o su beneficio, con la mejor asignación de los bienes de consumo o de los factores productivos, respectivamente.

Antes de tratar los recursos naturales, empecemos con la teoría estándar de los **bienes** desde el punto de vista del consumidor y del productor.

En el caso de los consumidores, se dispone de la teoría del consumidor, que obedece a la siguiente deducción algebraica para el caso de dos bienes X e Y (Ferguson y Gould, 1979 p. 24-29).

A partir de la función de utilidad  $U = U(X, Y)$  y el presupuesto  $B = P_x X + P_y Y$

- 1) Se opta por maximizar la utilidad (U) sujeta a la restricción del presupuesto (B):

$$\text{Max. } Z = U(X, Y) + \lambda (B - P_x X - P_y Y) = 0$$

- 2) Ahora bien, derivando parcialmente Z con respecto a X e Y e igualando ambas derivadas a cero se obtiene dos fórmulas para  $\lambda$ :

$$\frac{\partial Z}{\partial X} = X' - \lambda P_x = 0 \quad \rightarrow \quad X' = \lambda P_x \quad \rightarrow \quad \lambda = X'/P_x$$

$$\frac{\partial Z}{\partial Y} = Y' - \lambda P_y = 0 \quad \rightarrow \quad Y' = \lambda P_y \quad \rightarrow \quad \lambda = Y'/P_y$$

- 4) Un principio matemático establece que si dos cantidades son iguales a una tercera, éstas son iguales entre sí. Aplicando este principio obtenemos:

$$X'/P_x = Y'/P_y \quad \text{o} \quad X'/Y' = P_x/P_y$$

- 5) Esto significa que en equilibrio la razón de las utilidades marginales de X e Y debe ser proporcional a su correspondiente razón de sus precios  $P_x$  y  $P_y$ :

$$\frac{\text{Umg } X}{\text{Umg } Y} = \frac{P_x}{P_y}$$

- 6) Ahora bien, si definimos un nivel de bienestar determinado, la constante (C), entonces tenemos:

$$U(X, Y) = C$$

- 7) Aplicando derivadas totales para encontrar la tasa Marginal de Sustitución (TMS), obtenemos estos resultados:

$$\frac{\partial U}{\partial X} dx + \frac{\partial U}{\partial Y} dy = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{\partial U}{\partial X} dx = - \frac{\partial U}{\partial Y} dy$$

- 8) Como en el punto 3), representamos

$$\frac{\partial U}{\partial X} = X' \quad \text{y} \quad \frac{\partial U}{\partial Y} = Y'$$

- 9) De esta manera obtenemos la tasa marginal de sustitución:

$$X'dx = - Y'dy \quad \rightarrow \quad \frac{X'}{Y'} = - \frac{dy}{dx}, \text{ que es la TMS buscada.}$$

- 10) En resumen:

$$\text{TMS}_{x \text{ por } y} = \frac{\text{Umg } X}{\text{Umg } Y} = \frac{P_x}{P_y} = - \frac{dy}{dx}$$

Por el lado del productor, disponemos de la teoría de la firma para el caso de un bien X y dos insumos K y L. El razonamiento es el siguiente (Kafka, 1985 p. 275-276):

- 1) Dado que la producción X es función del capital K y el trabajo L y el costo total CT es la suma del capital por la tasa de interés r más el trabajo por el salario w, partimos de estas expresiones matemáticas:

$$X = X(K, L) \quad \text{y} \quad CT = rK + wL$$

- 2) Ahora bien, se opta por maximizar la producción (X) sujeta a la restricción del presupuesto (CT).

$$\text{Max. } Z = X(K, L) + \lambda (CT - rK - wL) = 0$$

- 3) Obteniendo las derivadas parciales de Z con respecto a K y L se logra:

$$\frac{\partial Z}{\partial K} = K' - \lambda r = 0 \quad \rightarrow \quad K' = \lambda r \quad \rightarrow \quad \lambda = K'/r$$

$$\frac{\partial Z}{\partial L} = L' - \lambda w = 0 \quad \rightarrow \quad L' = \lambda w \quad \rightarrow \quad \lambda = L'/w$$

- 4) Nuevamente cuando dos cantidades son iguales a una tercera, ellas son iguales entre sí, Por consiguiente se aplica este principio deduciendo las siguientes expresiones:

$$K'/r = L'/w \quad \text{o} \quad K'/L' = r/w$$

- 5) Esto significa que en equilibrio la razón entre las productividades marginales de K y L, debe ser proporcional a su correspondiente razón de precios r y w.

$$\frac{P_{mg} K}{P_{mg} L} = \frac{r}{w}$$

- 6) Si establecemos un nivel de bienestar determinado o constante (C), entonces:

$$X(K, L) = C$$

- 7) Aplicando derivadas totales para encontrar la Tasa Marginal de Sustitución Técnica (TMST), tenemos:

$$\frac{\partial X}{\partial K} dK + \frac{\partial X}{\partial L} dL = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{\partial X}{\partial K} dK = - \frac{\partial X}{\partial L} dL$$

- 8) Como en la 3), representamos

$$\frac{\partial X}{\partial K} = K' \quad \text{y} \quad \frac{\partial X}{\partial L} = L'$$

- 9) Por lo tanto, obtenemos:

$$K' dk = - L' dL \quad \rightarrow \quad \frac{K'}{L'} = - \frac{dk}{dL}, \quad \text{que es la TMST buscada.}$$

- 10) En resumen:

$$\text{TMST}_{k \text{ por } L} = \frac{P_{mg} K}{P_{mg} L} = \frac{r}{w} = - \frac{dw}{dr}$$

Al confrontar la teoría del consumidor y la teoría de la firma obtenemos lo que se conoce como la teoría del bienestar (Ferguson y Gould 1979 p. 457-477) en la que hipotéticamente la igualdad debe darse para todos los bienes de consumo (X e Y) y factores de producción (K y L):

$$\frac{\text{TMS}}{\text{X por Y}} \equiv \frac{\text{TMST}}{\text{K por L}} \quad \text{o} \quad \frac{P_x}{P_y} \equiv \frac{r}{w}$$

De esta manera, según la teoría microeconómica, uno podría determinar sucesivamente el nivel de los precios de los bienes de consumo ( $P_x$ ,  $P_y$ , etc.) o la remuneración de los factores productivos ( $r$ ,  $w$ , etc.).

Esto de alguna manera sería el principio del orden natural o "la mano invisible" de Adam Smith (1776), presentado bajo la forma de razonamiento algebraico. De hecho, muchos otros economistas ayudaron a perfeccionar este sistema. Entre ellos destacan Walras (1874), Hicks (1939), Samuelson (1945), Debreu (1959) y más recientemente Sakashita (1990).

En el caso de los **recursos naturales**, se puede aplicar la teoría del consumidor porque entre los bienes disponibles para el consumo se encuentra el agua para beber o para la limpieza doméstica (no el agua de riego o para la industria, porque tal uso es parte de la teoría de la producción), la recolección de frutos silvestres, la caza de animales salvajes, los árboles usados para leña o construcción de viviendas (no los árboles usados por una empresa o los recursos empleados para darlos en alquiler porque estos usos se analizan con la teoría de la firma) o los escenarios naturales como son las reservas, los parques, ...etc.

En todo caso, todos o casi todos los bienes finales en la economía tienen un contenido mayor o menor de recursos naturales. Sin embargo, para el objeto de este estudio, se supone que existe un bien que no es recurso natural y un recurso natural puro (por ejemplo la campiña). En términos matemáticos:

En la economía hay dos bienes,  $X_1$  y  $X_2$ :

$X_1$  = un bien que no es recurso natural

$X_2$  = un bien que es recurso natural

El consumidor forma su función de utilidad en base a la posibilidad de combinaciones de estos dos bienes de consumo:

$$U = U(x_1, x_2)$$

Hay un presupuesto del consumidor,  $B$ , y un sistema de precios en la economía. Se considera al recurso natural,  $X_2$ , como un "bien libre" con precio cero o  $P_2 = 0$ .

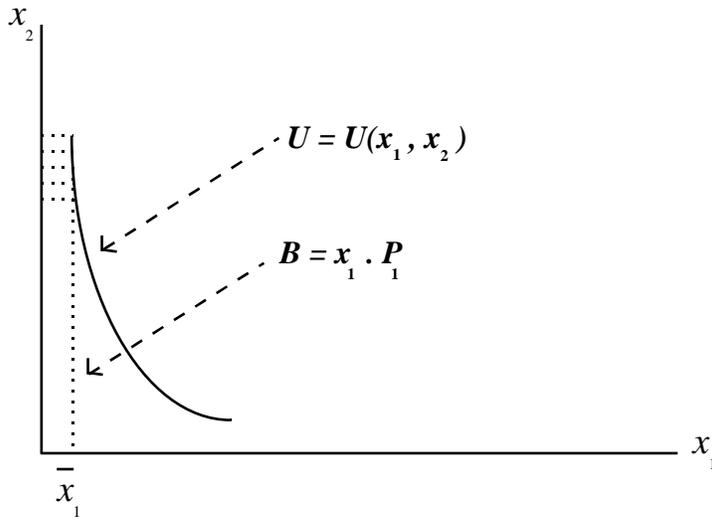
Considerando que el consumidor debe agotar su presupuesto, tenemos:

$$B = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2$$

Con  $P_2 = 0$ , el presupuesto es vertical y limita sólo el consumo de  $x_1$ .

Vea el siguiente gráfico:

**Gráfico 1**  
**Maximización del consumo con precio  $P_2 = 0$**



En este escenario, puede existir no uno sino muchos puntos de equilibrio del consumidor, ya que puede consumir todo lo que quisiera de  $X_2$ , hasta saciarse o hasta el agotamiento total del recurso, implicando, en ambos casos, la disipación y el uso indebido de estos recursos.

Puesto que la

$$TMS = \frac{UMgx_1}{UMgx_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

y considerando el supuesto de  $P_2 = 0$ , se obtiene:

$$\frac{P_1}{0} = \frac{UMgx_1}{UMgx_2} = \infty$$

El uso intensivo y sin límite de este recurso llevará, sin embargo, al progresivo agotamiento de las reservas, hasta que alguien (el gobierno o el propietario del recurso) establezca cupones de racionamiento y/o precios elevados para lo poco que queda.

En el caso de los **recursos naturales**, también se puede aplicar la teoría de la producción. Por lo que se asume que existen dos factores de la producción, L y T:

L = la fuerza de trabajo

T = los recursos naturales o tierra

El productor combina estos factores empleando la función:  $Q = f(L, T)$ .

Si, por otro lado, se tiene una cantidad de recursos monetarios CT para financiar la producción, es decir, pagar la renta de la tierra, r, y el salario del trabajo, w, obtenemos:

$$CT = w.L + r.T$$

El productor hace la asignación de recursos de manera proporcional a la productividad marginal que da el uso de los factores productivos y sus correspondientes recompensas. **Si el recurso no tiene ninguna remuneración (por ser libre, gratuito o "abundante"), entonces este proceso de optimización no se verifica, puesto que cada productor usa a voluntad ese recurso, sin preocuparse por los costos, límites o restricciones, que pueden conducir a deterioro, agotamiento o mal uso de los mismos.**

Así si en

$$CT = w.L + r.T$$

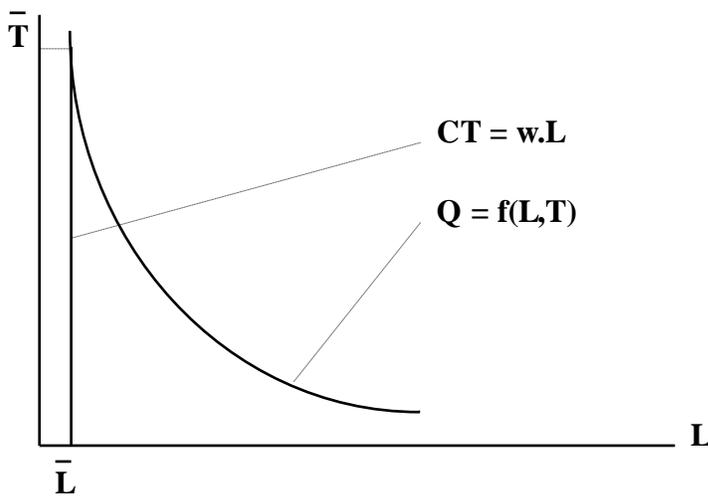
el precio del recurso natural es cero, entonces:

$$CT = w.L + 0.T = w.L \quad y$$

$$TMST_{LxT} = \frac{PMg_L}{PMg_T} = \frac{w}{0} = \infty$$

En el gráfico 2, se muestra la inconsistencia de  $r = 0$ , que establece que la tangente entre las curvas  $CT = L w$  y  $Q = f(L, T)$  se den en un extremo superior, donde supuestamente  $PMgT = 0$  y como tal su  $TMST = \infty$ . Esto sería, entonces, un punto extremo de equilibrio, donde se estaría utilizando intensivamente la tierra. Más allá de este punto, unidades adicionales de  $T$  no se justifican porque se pasaría a obtener un producto más pequeño.

**Gráfico 2**  
**Ausencia de un óptimo cuando  $r = 0$**



Confrontando los resultados obtenidos de la teoría del consumidor y de la teoría de la producción más la teoría del bienestar, para el caso de un recurso natural, sea un bien de consumo o un factor de producción, de precio cero; debería aparecer esta equivalencia:

$$\text{TMS}_{X1 \text{ por } X2} \equiv \text{TMST}_{L \text{ por } T} \quad \text{o} \quad \frac{PX1}{PX2} = \frac{w}{r}$$

Sin embargo, como  $P_{X2} = 0$  y  $r = 0$ , aparece esta incongruencia:

$$\frac{PX}{0} = \frac{w}{0}$$

Que no tiene una solución cuantitativa y menos una óptima determinación de los precios de los recursos naturales.

Esto indicaría que racionalizar el uso de los recursos naturales debe cobrarse un precio, tasa, royalty, alquiler o renta por el uso y aprovechamiento de ellos; incluso en caso de no estar determinado por el mercado, debería aparecer por medio de un impuesto o tasa. Sobre esto, ya desde los días del economista Harold Hotelling (1931, p. 143-5) se esperaba que los gobiernos participaran en el proceso de extracción de recursos naturales, porque en estas actividades de desperdicios, improvisaciones, ganancias extraordinarias, etc., los que extraen, dice Hotelling, deben ser controlados y gravados con impuestos, con el fin de maximizar el beneficio social.