

INGRESO NACIONAL “VERDE”: EL CASO DE LA MINERÍA PERUANA DURANTE 1992-2004

Carlos Orihuela Romero

Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú,
Profesor Departamento de Economía y Planificación
Instituto Economía y Recursos Naturales - IERN
corihuela@lamolina.edu.pe

Roberto Ponce Oliva

Universidad Adolfo Ibáñez – Chile, Profesor Escuela de Negocios
Instituto Economía y Recursos Naturales - IERN
roberto.ponce@uai.cl

NOVIEMBRE 2006

DOCUMENTO ACEPTADO PARA EL XXIV ENCUENTRO DE ECONOMISTAS, ORGANIZADO POR EL BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU, A REALIZARSE DEL 13 AL 15 DICIEMBRE 2006, LIMA

Resumen

El Perú es un país altamente dependiente de la venta de sus recursos minerales (50% de sus exportaciones totales son minerales), siendo actualmente uno de los mayores productores de oro, plata y cobre en el mundo; sin embargo, este elevado nivel de producción ha reducido la base de recursos minerales en el país. Ni el agotamiento o depreciación de esta base, ni la degradación ambiental que ésta ha generado han sido registradas en las medidas tradicionales ingreso sectorial (producto nacional neto y producto interno bruto), las cuales –por tanto- están sobrestimadas. Dada la importancia del sector minero en la economía peruana, este estudio corrige las actuales medidas de ingreso incorporando no solo la depreciación natural y degradación ambiental, sino además los descubrimientos y gastos en exploración, conforme al modelo propuesto por Hamilton (1996). Las estimaciones muestran que el PNN tradicional minero está sobrestimado en un porcentaje que varía entre 3 y 9%. De este porcentaje, la mayor parte corresponde a la depreciación de sus recursos naturales.

Palabras clave: Producto Nacional Neto, Cuentas Nacionales, Depreciación Natural, Recursos Naturales

1. Introducción

Desde décadas atrás, existe una corriente mundial en la literatura económica que sostiene que el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) sobrestima el verdadero ingreso porque no contabiliza el agotamiento de los recursos naturales ni el daño al ambiente generado por las emisiones contaminantes.

El SCN comprende la medición de stocks y flujos monetarios de un país por medio de indicadores de mayor relevancia nacional. Los principales indicadores y quizá los más importantes a nivel internacional son actualmente el Producto Interno Bruto (PIB) y el Producto Nacional Neto (PNN); sin embargo, en años recientes, diversos autores han develado ciertos problemas inherentes en su cálculo, demostrando que el PIB tradicional (y por ende, el PNN) está sobrestimado puesto que no considera la depreciación de recursos naturales ni la degradación ambiental por la extracción de tales recursos (El Serafy, 1989; Repetto et al, 1989; Hartwick, 1990).

Este tema no es menos importante para el Perú, típico país exportador de materias primas y principalmente recursos naturales. Prueba de ello, durante el periodo 1992-2004, aproximadamente el 70% (en promedio) del total nacional estuvo constituido por la venta de recursos renovables (agrícolas y pesqueros) como no renovables, mayormente minerales (Banco Central de Reserva del Perú, 2005). Para tal año, las exportaciones mineras constituyeron prácticamente el 50% de las exportaciones totales. Más aún, este porcentaje sigue creciendo en los últimos años.

Sin embargo, este crecimiento del sector minero y de sus exportaciones se ha basado mayormente en la extracción de los recursos minerales, lo cual ha reducido la riqueza del país; no obstante, las estadísticas omiten ésta reducción. Tal omisión puede ser problemática ya que los minerales son recursos no renovables que están siendo gradualmente agotados (a pesar de los descubrimientos), lo cual podría comprometer las posibilidades de consumo futuro sin que los principales indicadores económicos lo reflejen. Esto es relevante para países en desarrollo como Perú, los cuales dependen en gran medida de la extracción de sus recursos naturales.

Así, dada la relevancia del sector minero en la economía peruana, resulta importante que el SCN refleje de mejor manera el desempeño y evolución de este sector. No registrar la pérdida de capital natural, descubrimientos y degradación ambiental podría ocasionar una distorsión en las evaluaciones de desempeño económico y en las estimaciones de las relaciones macroeconómicas, resultando en el largo plazo una medida imprecisa de ingreso.

En la literatura mundial existen diversos trabajos en este campo (Figuroa et al, 2002; Ryan et al, 2001; Young y Seroa da Motta, 1995; Repetto et al, 1989, entre otros). En el Perú se han realizado algunos esfuerzos para incluir la variación del stock mineral en el ingreso minero peruano. Pasco-Fónt et al (1996) calcularon la depreciación natural minera peruana a fin de corregir el PIB sectorial para el periodo 1979-1993 usando los métodos precio neto y costo del usuario. Orihuela y Ponce (2004) estimaron dicha depreciación para el periodo 1992-2004; no obstante ellos determinaron que dadas las actuales restricciones de información, sólo era posible aplicar el método del precio neto.

En tal sentido, el presente estudio propone una contribución al tema, cuantificando no solo la depreciación natural sino además los descubrimientos y degradación ambiental a fin de obtener las medidas corregidas del ingreso minero peruano para el periodo 1992-2004. Estas medidas corregidas son conceptualmente un mejor indicador del verdadero ingreso generado por la economía.

Para tal efecto, en la siguiente sección se presenta una breve revisión de los conceptos básicos. La sección 3 presenta un simple modelo para corregir la medida tradicional del PNN minero. La sección 4 analiza la información empleada para aplicar empíricamente el modelo de la sección 3, mientras que la sección 5 muestra los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 6 se presentan los comentarios finales y conclusiones.

2. Conceptos básicos

A continuación se describen brevemente los conceptos normalmente utilizados en el tema de cuentas nacionales “verdes”, los cuales serán útiles a lo largo del presente estudio.

Ingreso

Hicks (1946) definió *ingreso* como el nivel de consumo que puede ser mantenido indefinidamente sin reducir el stock de capital, lo cual significa que la capacidad de generar ingresos en el futuro debe permanecer constante y no necesariamente que el stock de capital deba mantenerse constante. Esto es relevante para el caso de los recursos minerales, puesto que se agotan en el tiempo (a pesar de los descubrimientos), la capacidad de generar el mismo nivel de ingreso y empleo para futuras generaciones eventualmente se reduciría en el futuro.

Ello implica que los ingresos provenientes de la venta de los recursos minerales contienen un elemento del consumo de capital que debe ser reinvertido para compensar el agotamiento del stock de capital natural (asumido como fijo). Ese consumo representa la *depreciación* de dicho stock, y por tanto debe ser restada del ingreso nacional para obtener un indicador de crecimiento sustentable. Según esto, las medidas tradicionales sobrestimarían los ingresos nacionales porque considera como ingreso la reducción de la base de recursos naturales cuando ésta es realmente consumo de capital (Santopietro, 1998).

Costo de Agotamiento, Renta Hotelling y Depreciación Natural

La palabra “agotamiento” es usada en varios sentidos. A veces denota el volumen total de extracción de un recurso natural multiplicado por su unidad de renta. En otros casos se usa para representar el efecto de las extracciones sobre el valor del stock del recurso, una vez que retorno al recurso natural ha sido tomando en cuenta. Es en este último caso que se define el término *agotamiento* (United Nations, 2003) para medir el cambio en el valor de un activo natural, puesto que es más importante conocer el cambio en el valor actual del stock del recurso antes que el valor actual del recurso extraído.

Por lo tanto -en el sentido económico- agotamiento es una consecuencia de la reducción del valor del activo natural (como los minerales) mediante su uso en una actividad productiva, ya que éste ha reducido su disponibilidad para producir en el futuro. Así, la

depreciación económica de un recurso natural es análoga al valor del agotamiento del mismo.

Hartwick y Hageman (1993) demostraron que la depreciación económica de un recurso agotable es equivalente a la renta Hotelling total (RHT), la cual se define como la renta Hotelling multiplicada por el nivel de extracción del recurso¹. La renta Hotelling equivale al valor de todos los ingresos percibidos por la extracción de un recurso agotable menos todos los costos marginales incurridos en su extracción, incluyendo en el costo (marginal) un retorno normal al capital fijo empleado.

Si el valor de la depreciación o desgaste de un recurso agotable es igual al costo de reponer este recurso (costo de agotamiento) entonces ésta depreciación (económica) será equivalente al valor del recurso -in situ- o lo que es igual, a su renta (Hotelling) multiplicada por las unidades del recurso que deben ser “repuestas” a la naturaleza. De esta forma, renta Hotelling total, costo de agotamiento y el valor de la depreciación de un recurso agotable son términos similares.

3. El Modelo de Ingreso “Verde”

Para obtener el ingreso verde del sector minero peruano se utilizara un modelo no estocástico de maximización de bienestar propuesto inicialmente por Hartwick (1990), corregido y modificado por Hamilton (1994a; 1994b) y finalmente aumentado por Hamilton (1996; 2000). El modelo asume una economía cerrada que produce un bien compuesto, tiene un stock de un recurso no renovable y maximiza el bienestar social para un horizonte infinito conforme a:

$$\text{Max} \int_0^{\infty} U(C, B) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

sujeto a:

$$\dot{K} = F(K, R, B) - C - f(R) - g(D, M) - A \quad (2)$$

$$\dot{S} = -R + D \quad (3)$$

$$\dot{M} = D \quad (4)$$

$$\dot{X} = A - d \quad (5)$$

donde, $U(\bullet)$ es la función de utilidad social agregada, la cual depende del consumo agregado (C), y de los flujos de servicios ambientales (B), siendo ρ la tasa social de descuento. K es el stock de capital producido, R es el flujo actual del stock S de un recurso agotable (el stock es igual a las reservas probadas), de manera que $F(K, R, B)$ es la función de producción agregada. El costo de explotación está representado por $f(\bullet)$ el cual se define en unidades del bien producido y depende únicamente del nivel

¹ El modelo no asume la existencia de descubrimientos

de extracción del recurso, R , de manera que f_R equivale al costo marginal de producir una unidad del stock.

El costo de descubrimiento corriente $g(\bullet)$ es una función de los descubrimientos corrientes (D) y acumulativos (M) asumiendo que éste último es creciente en D , lo cual intuitivamente se basa en la minería geológica, mientras que los costos de descubrimiento acumulados sugieren un proceso por el cual, sucesivos hallazgos de recursos son cada vez más costosos de realizar, es decir, g_D y $g_M > 0$.

De otro lado, el flujo de servicios ambientales, B se asume que es negativamente afectado por el stock acumulativo de contaminación X , tal que $B = \gamma(X)$, siendo $\gamma_X < 0$. El bien compuesto es consumido e invertido en capital artificial pero ahora puede ser invertido a una tasa A para reducir la contaminación. Se asume además que las emisiones del contaminante, $E = E(F, A)$ son una función de la tasa de producción de la economía y del gasto para abatir el contaminante. Más aún, $\partial E / \partial F > 0$ y $\partial E / \partial A < A$. Además, existe cierta cantidad del contaminante (d) que es disipado naturalmente. Por ello, la ecuación para el stock de contaminante es $\dot{X} = E(F, A) - d(X)$.

El problema de control óptimo considera a K , S , M y X como variables de estado mientras que C , A , R , y D son las variables de control. Este problema es planteado de la siguiente forma:

$$H = U(C) + \alpha_1 [F(K, R) - C - g(D, M) - A] + \alpha_2 g(D, M) + \alpha_3 D + \alpha_4 (E - d) \quad (6)$$

De las condiciones de primer orden $\frac{\partial H}{\partial C} = 0$, $\frac{\partial H}{\partial R} = 0$, $\frac{\partial H}{\partial D} = 0$ y $\frac{\partial H}{\partial A} = 0$ se obtienen, respectivamente las siguientes ecuaciones:

$$U_C = \alpha_1 \quad (7)$$

$$\alpha_1 [F_R - f_R] = \alpha_2 \quad (8)$$

$$\alpha_2 + \alpha_3 = \alpha_1 g_D \quad (9)$$

$$\alpha_4 = U_C (1/E_A) \quad (10)$$

Luego de obtener los valores óptimos para los precios sombra: α_1 , α_2 , α_3 y α_4 , éstos pueden ser reemplazados en el hamiltoneano, obteniéndose la siguiente expresión:

$$H = U(C) + U_C \dot{K} + U_C [F_R - f_R] (-R + D) + U_C D [g_D - (F_R - f_R)] - U_C b (A - d) \quad (11)$$

donde $b = -\alpha_4/E_A$, que a su vez es definido como el costo marginal de abatimiento del contaminante. Ahora bien, asumiendo la aproximación lineal $U = U_C C$ no decreciente en C , propuesta por Hartwick (1990) y dividiendo (11) entre U_C resulta una expresión monetaria del valor del presente del Hamiltoniano:

$$PNNC = C + \dot{K} - [F_R - f_R]R + g_D D - b(A - d) \quad (12)$$

Como resultado, el valor óptimo del hamiltoniano puede ser interpretado como un PNN corregido (PNNC) para reflejar el ingreso verde de la economía. Este PNNC está conformado por 5 términos: los dos primeros equivalen al PNN convencional; parte del tercero, $[F_E - f_E]$ puede ser interpretado como el precio neto corriente ya que f_E es el costo marginal de extracción del recurso y F_E es el producto marginal del recurso natural (no renovable), el cual en equilibrio debería ser igual al precio real (sombra) del recurso. El cuarto término $g_D D$ representa los descubrimientos corrientes valorados por su costo marginal de descubrimiento, g_D . El quinto término equivale a la degradación ambiental, $(A - d)$, valorada al costo marginal de abatimiento del contaminante, b .

De esta manera, la ecuación (12) puede usarse para obtener una adecuada medida del ingreso verde, incorporando para ello al PNN convencional los cinco términos mencionados. Nótese que el tercer y cuarto término del lado derecho de la expresión (12) corresponde a la depreciación del recurso agotable cuando los descubrimientos son incorporados en el modelo. En otras palabras, la depreciación natural es un saldo entre las adiciones y extracciones del recurso.

4. Estimación del Ingreso Verde del sector minero metálico peruano

A continuación, se estimará el ingreso verde para el sector minero metálico (de ahora en adelante: sector minero) durante el periodo 1992-2004.

Medida Tradicional de Ingreso

Las medidas tradicionales de ingreso del sector minero a corregir en el presente estudio son: producto nacional neto (PNN) y producto interno bruto (PIB), las cuales consideran las actividades asociadas a la extracción de minerales metálicos: oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, y estaño. Estos minerales representan casi la totalidad del valor bruto de la producción minero metálica (VBP). Estas medidas de ingreso han sido obtenidas de INEI (2003; 2006a), las mismas que han sido elaboradas conforme a la Matriz Insumo-Producto del año 1994 para todo el periodo en análisis. Toda la data fue convertida a soles constantes del año 2004 usando el deflactor implícito del rubro “extracción de minerales” de las Cuentas Nacionales. Los resultados fueron convertidos a dólares americanos constantes de dicho año usando el tipo de cambio promedio.

Depreciación de los Recursos Naturales (RHT)

El tercer término de (12) puede ser re-escrito como $[P - CMg(R)]R$, donde el primer término es el producto marginal de extracción, el cual en equilibrio es equivalente al precio del recurso (P) mientras que $CMg(R)$, equivale al costo marginal de extracción de dicho recurso. Para calcular dicho término bastaría con ponderar apropiadamente los costos marginales de extracción de cada mineral por unidad minera y por año; sin embargo, el obtener la renta (Hotelling) de esta forma tiene grandes limitaciones al menos para laminería peruana.

Los costos marginales de extracción no están disponibles. Más aún, la poca información financiera disponible de las empresas mineras tampoco brindaría una adecuada RHT puesto que estas empresas normalmente no extraen uno sino varios minerales (polimetálicos). Más aún, generalmente tales empresas producen minerales tanto a nivel de concentrados como de contenido fino, lo cual haría aún más difícil el cálculo de dicha renta por mineral.

Una alternativa de estimar la RHT es usando la definición de renta del *Handbook of National Accounting*: el valor de todos los ingresos menos todos los costos de extracción, incluyendo un retorno normal al capital fijo empleado (United Nations, 2003). En otras palabras, obtener el excedente económico del sector minero. Así, se estimaría una proxy de la renta Hotelling del sector minero metálico peruano (de ahora en adelante, sector minero peruano²). Esta es el método más usual en los estudios de cuentas nacionales ambientales. Más aún, de esta forma se evitaría calcular, ponderar y agregar la renta de cada mineral por empresa.

Otra alternativa para estimar una adecuada RHT o en defecto, un verdadero excedente económico de un sector como el minero, es considerar la *utilidad antes del impuesto a la renta* (UA) como proxy del retorno *total* al capital de dicho sector. A diferencia del excedente económico convencional, la utilidad en mención excluye todos los ingresos/egresos comentados. Entonces, sustrayendo de la UA (del sector minero) un retorno normal al capital, se obtendrá un verdadero excedente económico, neto de retribuciones a todos los factores de producción, y por ende, más coherente con el desempeño sectorial. Más aún, este *artificio alternativo* tiene la ventaja de inferir la RHT sin necesidad de información de las Cuentas Nacionales, las cuales no siempre son disponibles a nivel sectorial.

Dado que una parte del retorno total corresponde al retorno normal, entonces la diferencia entre estos retornos correspondería a un verdadero excedente económico. Definiendo la tasa de retorno total para un periodo t como un retorno de las UA sobre el capital fijo empleado ($rT = UA_t / K_t$), entonces la tasa de retorno total menos la tasa de retorno normal (\bar{r}) será equivalente a la tasa de retorno asociado al excedente económico (rE_t). Formalmente:

$$rE_t = rT_t - \bar{r} \quad (13)$$

² El sector minero peruano comprende tanto la minería *metálica* como la *no metálica*. Puesto que la primera concentra aproximadamente el 85% del valor bruto de la producción sectorial, dicha minería puede tomarse como representativa del sector.

Una vez obtenida rE_t usando (13) puede calcularse el verdadero excedente económico (EXE) para un periodo t : $EXE_t = rE_t(K_t)$. Para ello solo se consideran las tasas positivas de rE_t . Una tasa negativa significa que la tasa de retorno normal no compensó la tasa de retorno total, es decir, no hubo un verdadero excedente económico ($EXE=0$, y en consecuencia, $RHT=0$).

La información de UA fue reconstruida a partir de la información de utilidades netas del sector minero, UN, las cuales en Perú equivalen a la UA menos el impuesto a la renta, IR, es decir, $UA=UN+IR$. El IR fue calculado sobre la base de la información del Canon Minero, CM, el cual es un pago que el Estado destina a la sociedad local donde se realiza la actividad extractiva. Dicho pago fue equivalente al 20% del IR hasta mediados del año 2002 y luego subió a 50%. Así, $IR=2CM$ para el periodo 1992-2002 mientras que para los años 2003 y 2004, $IR=5CM$.

Toda la información del CM fue obtenida del Ministerio de Economía y Finanzas (2005). La información de UN se obtuvo de diversas fuentes. Estas fuentes y su muestra respectiva de empresas son presentadas en el Anexo 2.

Respecto a la tasa de retorno normal al capital empleado (\bar{r}), Otto (2002) sostiene que cualquier proyecto minero debe tener una tasa de rentabilidad no menor a 12%. Dicho autor obtuvo una tasa rentabilidad de 14,7% para el caso hipotético de una mina de cobre en el Perú. Puesto que el ingreso del cobre representa una parte importante de los ingresos sectoriales, el presente estudio asumirá -de manera conservadora- una tasa de retorno normal anual sobre el capital de 15% para todo el periodo en estudio.

La tasa de retorno normal en el sector minero en algunos países industrializados (Estados Unidos, República de Corea, y Australia) varía entre 5 y 10% (United Nations, 2002). Es de suponer que el favorable marco legal y tributario implementado en Perú a inicios de la década pasada generó tasas de retorno normal atractivas para los inversionistas, lo cual sugiere tasas de retorno normal superiores al promedio de los países industrializados. Por ello, parece razonable adoptar una tasa de retorno normal de 15% para el sector minero peruano.

La información de K esta conformada por la sumatoria del activo fijo neto de una muestra de empresas (Anexo 2) que concentran -dependiendo del mineral y año- entre el 61 y 100% de la producción total sectorial, la cual incluye solamente a empresas dedicadas a la extracción de oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro y estaño.³

Factor de corrección (λ)

Si se asume una industria donde las empresas maximizan beneficios, es de esperar que el costo medio de extracción, $CMe(R)$, sea menor que el costo marginal de extracción, $CMg(R)$, lo que implica que la renta marginal, $[P_t - CMg(R_t)]R_t$, sería menor que la renta promedio, $[P_t - CMe(R_t)]R_t$ y por ende, sobrestimándose la renta Hotelling total de los recursos mineros. Davis y Moore (2000) proponen utilizar un parámetro $\lambda = 0,7$ para transformar la renta promedio en renta marginal, basados en estimaciones

³ No incluye refinerías.

para la minería metálica de Estados Unidos. Dado que no existen resultados empíricos para el caso específico de los recursos mineros en países subdesarrollados debido básicamente a la falta de información, parecería conveniente emplear los valores estimados por los autores (el lugar de asumir $\lambda = 1$).

Naturalmente, el valor correcto de λ depende del nivel de tecnología extractiva empleada en cada caso. Por este motivo, es importante resaltar que durante el periodo en estudio, un amplio sector de la minería peruana se caracterizó por una tecnología altamente eficiente y muy similar a las industrias en Estados Unidos y otros países desarrollados. En ausencia de mayor información, las estimaciones del sector minero peruano han sido corregidas utilizando un factor $\lambda = 0,7$. De esta forma, solo sería necesario realizar un pequeño ajuste para convertir la renta promedio en renta marginal. Dado que en EXE implícitamente se obtiene la renta promedio, es necesario convertirla en renta marginal usando un factor de corrección λ . Así, usando el artificio alternativo, la RHT será equivalente a:

$$RHT_t = \lambda(rE_t K_t) = \lambda(UA_t - 0,15K_t) \quad (14)$$

El Cuadro 1 presenta los resultados de aplicar (14). En este caso, el retorno total tiene una tasa promedio anual de 28%. En el año 1996 dicha tasa llegó a 52%, la cual podría parecer exagerada, sobretodo porque en dicho año los precios no fueron precisamente muy altos. Debe recordarse que el alto nivel de riesgo de una actividad como la minera justifica una alta tasa de retorno.

CUADRO 1: ESTIMACIÓN DE LA RHT PARA EL SECTOR MINERO PERUANO DURANTE 1992-2004

AÑO	US\$ MILLONES 2004					%		
	UN	IR	UA	EXE	RHT	rT_t	rE_t	RHT/ VBPM
1992	-48	123	75	0	0	4	0	0
1993	69	89	159	0	0	11	0	0
1994	199	112	311	70	49	19	4	2
1995	657	218	875	607	425	49	34	14
1996	625	422	1.046	745	521	52	37	15
1997	643	322	964	641	449	45	30	12
1998	162	125	288	0	0	10	0	0
1999	672	150	821	384	269	28	13	6
2000	378	188	566	72	50	17	2	1
2001	441	396	837	218	153	20	5	3
2002	831	845	1.676	868	608	31	16	10
2003	1.031	438	1.469	750	525	31	16	8
2004	1.285	679	1.964	1.254	878	41	26	12
Total	6.945	4.106	11.052	5.610	3.927	-	-	-
Promedio	-	-	-	-	-	28	14	6

UA=UN+IR; $rE=rT-0,15$; EXE=UA-0,15K; RHT=0,7EXE

En el año 1992, a nivel sectorial, las pérdidas excedieron los beneficios, por ello no es incoherente obtener un impuesto a la renta en base a pérdidas contables.

Fuente: Elaboración propia

Más aún, uno esperaría encontrar las mayores tasas de retorno total en los años 2003 y 2004 puesto que en tales años los precios de los minerales alcanzaron niveles muy altos. En realidad, el capital fijo empleado (K) en tales años (2003 y 2004) fue

prácticamente duplicado en comparación al año 1996, por ello la relación UA/K (rentabilidad total) para el año 1996 fue mayor que los años en mención.

La tasa promedio anual del verdadero excedente económico es 14%, fluctuando desde 0% para los años 1992, 1993 y 1998 hasta 37% para el año 1996. El EXE observado en los años 1992 y 1993 es coherente con la coyuntura de precios deprimidos de aquel entonces. Como porcentaje del VBP, la RHT fluctúa entre 0 y 15% durante el periodo de estudio, siendo el promedio anual de 6%

Descubrimientos (DES)

Ahora bien, para estimar calcular el valor de los descubrimientos es necesario hacer algunas precisiones sobre las adiciones. En general, las adiciones pueden ocurrir por tres razones: descubrimientos, extensiones y revisiones.⁴ Sin embargo, en las industrias mineras las adiciones son generalmente iguales a los descubrimientos, y las reducciones son normalmente iguales a las extracciones (Landfeld and Hines, 1985). Conforme a ello, en adelante se utilizará el término descubrimiento en lugar del término 'adición'.

La información de reservas probadas y probables han sido obtenidas de Pasco-Fónt et al (1996) y del Ministerio de Energía y Minas (2000; 2005); sin embargo fue necesario realizar algunos cálculos para separar las reservas probadas de las reservas totales. Conforme a Apoyo y Asociados (2006) y Equilibrium Clasificadora de Riesgo (2006), la tasa de reservas probadas sobre reservas totales de las empresas mineras de oro más grandes en el Perú, como Barrick y Yanacocha fue igual para ambas: 16%. Esta tasa fue usada como la representativa para el caso del oro. Dicha tasa para el cobre y zinc fue respectivamente 26% y 38%⁵ mientras que para el hierro fue 18%⁶. En cuanto a la plata, ésta por lo general se localiza junto al oro, por ello se asumió una tasa igual a éste último. Lo mismo se aplicó para el caso del plomo, el cual por lo general se encuentra junto al zinc. Para el estaño se asumió el promedio de las tasas de todos los minerales en estudio (25%).

Una vez estimadas las reservas probadas y usando (3) fue posible obtener los descubrimientos por mineral y año. La información de costos marginales de descubrimiento por mineral no estuvo disponible. En su lugar se consideraron los costos medios de descubrimiento (CmeD). Para el caso de la plata, cobre, plomo, y zinc, éstos costos fueron respectivamente US\$ 0.01/oz, US\$ 112.88/tmf, US\$ 12.23/oz y US\$ 31.75/tmf, los cuales se obtuvieron de IDEM (1991).

El costo medio de descubrimiento del oro se obtuvo en base a información de la empresa minera Yanacocha (Yanacocha, 2005), la cual es la mayor productora de dicho metal. Para ello, se dividió todos los gastos de exploración del periodo 1994-2004 entre el total de descubrimientos del mismo periodo, lo cual resultó US\$ 2.57/oz. Un análisis similar se aplicó para el caso del estaño (US\$ 142.15/tmf), en base a información de la empresa minera Minsur, la cual es la única empresa que extrae dicho mineral.

⁴ Los descubrimientos son aquellas reservas probadas que las actividades de exploración encuentran en nuevos campos, es decir, el resultado de la exploración exitosa. Las extensiones son incrementos en las reservas probadas debido a la exploración adicional demostrando que los yacimientos descubiertos son más grandes que los originalmente estimados. Revisiones son cambios en las reservas probadas debido a que la empresa minera maneja nueva información sobre condiciones de mercado o tecnologías.

⁵ <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZkAuAVAcikPxMHc.php>

⁶ <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/economia/sociologia/minerales.htm>

El costo medio de descubrimiento del hierro, $CmeD_7$, fue US\$ 0,47/tmf, el mismo que ha sido estimado como el promedio de la división del costo medio de descubrimiento ($CmeD$) y el precio de venta promedio (P) de cada uno de los 6 minerales restantes ($i=1..6$) durante el periodo j ($j=1990..2004$), conforme a (15):

$$CmeD_7 = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(CmeD_i / \sum_{j=1990}^{2004} \left(\frac{P_{ij}}{17} \right) \right)}{6} \quad (15)$$

Dasgupta et al (1997) demostraron que los nuevos descubrimientos y los gastos de exploración pueden ser incluidos en el PNN siempre y cuando éstos sean el resultado inversiones en exploración acumuladas.

Conforme a Polanco (2005), en el Perú sólo las etapas de prospección y exploración demoran 1-3 y 3-5 años, respectivamente. Más aún, Benavides (2001) señala que una empresa en promedio demora 10 a 15 años entre el momento que inicia las actividades de exploración hasta el inicio de la producción.⁷ Según dicho autor, la mina Pierina (la segunda más importante de oro en el Perú) es una excepción, ya que el tiempo transcurrido entre su descubrimiento y producción fue apenas 6 años. Estos argumentos sugieren que los descubrimientos corrientes no son resultado de la inversión corriente en exploración, al menos en el Perú.

Así, se asumirá que los descubrimientos en la minería peruana son consecuencia de desembolsos acumulados en exploración y por ello, la medida de ingreso corregido debe incluir tales gastos o desembolsos.

Exploración (EXP)

La información de gastos de exploración para los años 1992 y 1993 fue estimada en base a los estados financieros de las mineras Buenaventura, Southern Peru Corporation, Castrovirreyna, Minsur y Hierro Perú. Para el periodo restante dichos gastos corresponden a estimaciones del Ministerio de Energía y Minas (1994; 2006).

Degradación Ambiental (DAM)

Para estimar los costos de abatir los siete contaminantes (arsénico, cianuro, cobre, hierro, plomo, sólidos totales en suspensión y zinc) sobre los cuerpos de agua se requirió: función costos de abatimiento (CT), caudal del efluente (Q), eficiencia de reducción y necesidad de abatir. La información de: costos, caudal y eficiencia, fue obtenida del estudio “Análisis Económico sobre el tratamiento de los Residuos Industriales Líquidos en Chile” (SISS, 1999).

Las necesidades de abatimiento fueron estimadas con información de concentración del efluente de cada empresa de los siete elementos contaminantes durante el periodo 1998-2004, la misma que fue obtenida del Instituto Cuanto (2003) e INEI (2005; 2006b). No se dispone de información de necesidades de abatimiento para el periodo 1992-1997.

⁷ Conferencia “Exploración, futuro de la Minería”, Marzo 2001. Tomado de De La Torre (2001)

Con respecto a los costos de abatimiento, estos relacionan el caudal del efluente y el costo necesario para reducir, en un determinado nivel, la concentración del efluente. Dicha función de costos incorpora partidas de inversión y de operación, para un período de tiempo determinado. Además, cada equipo de abatimiento tiene asociado un nivel de eficiencia de reducción, dependiendo del tipo de contaminante que se requiera abatir.

Para este caso particular, y considerando las características de los contaminantes a abatir, se utilizó como única tecnología de abatimiento para todos los contaminantes el proceso de *precipitación química*. Según CONAMA (1997), la eficiencia de reducción de este equipo dejaría las actuales concentraciones de las empresas mineras bajo la norma. La función de costos asociada al proceso de *precipitación química* esta representada por la expresión (16):

$$CT_{jt} = 110.662,3 + 1.040,77 * Q_{jt} \quad (16)$$

donde CT_{jt} representa el costo de abatir el contaminante j mientras que Q_{jt} es igual al caudal promedio del efluente j , ambas medidas para un periodo t . Las unidades de ambas medidas son US\$/año y m^3 /mes, respectivamente. Cabe señalar que para el caso del cianuro y sólidos totales en suspensión no existe un límite de emisión, por ello se consideró que todas las empresas se encontraban sobre el límite máximo permitido, lo que implica que todas deben abatir las emisiones de dichos contaminantes.

La necesidad de abatimiento para los otros contaminantes se determinó comparando la concentración actual del efluente y la máxima permitida. Si la concentración del efluente es mayor que la máxima permitida, entonces la empresa debe realizar esfuerzos de abatimiento. Además, debido a que los costos de abatimiento se expresan en US\$/año, en aquellos años en que la concentración del efluente es menor que la norma, se asignó un costo de abatimiento igual a cero (lo que indica que no hubo esfuerzos de abatimiento para ese año en particular).

Con respecto al caudal del efluente, dada la ausencia de mayor información para la muestra de estudio, se optó por asumir un caudal promedio de $79.134 m^3$ /mes, el cual fue obtenido en base a una muestra de las 9 principales empresas mineras chilenas (SISS, 1999). De esta forma, usando (16) y utilizando el caudal definido se pudo obtener el costo anual de abatimiento para cada empresa y para cada contaminante, para aquellos años en que se debían realizar esfuerzos de abatimiento (Anexo 3). En dicha tabla se observan los esfuerzos de reducción que debe hacer cada empresa, en función de la cantidad de contaminantes que estén sobre la norma. A nivel agregado se tiene que los costos de abatimiento para el sector minero ascienden aproximadamente a US\$ 40 millones para el período de estudio⁸.

En el Anexo 4 se muestran los costos de abatimiento por tipo de contaminante y por año. En dicho anexo es posible observar que los costos de abatimiento han disminuido constantemente desde 1998 a 2004, y que el contaminante que requiere un mayor esfuerzo de abatimiento es el hierro con \$2,2 millones⁹.

⁸ Esta cifra esta fuertemente influida por el supuesto de que todas las empresas deben abatir los contaminantes STS y Cianuro. De hecho el monto total esta compuesto en un 80% por dicho supuesto.

⁹ Debido a los supuestos establecidos sobre los contaminantes Cianuro y STS, estos no son considerados para la priorización de costos.

Cabe mencionar que aunque la información sobre monitoreos de calidad de aire esta disponible para el periodo 1998-2004, no fue posible calcular los costos de abatimiento para el caso de las emisiones a la atmósfera. Esto debido a la ausencia de información relativa a caudales de emisiones para la muestra de estudio u otra similar. No obstante lo anterior, la literatura es extensa en estimación de costos de abatimiento sobre todo en lo relativo a la aplicación de instrumentos de mercado, y la metodología de cálculo es similar a la expuesta para el caso de las descargas sobre los cuerpos de agua (O’Ryan, 1996; Ponce y Chávez, 2005).

Los resultados obtenidos para degradación ambiental se encuentran subestimados, debido principalmente a la exclusión de la componente atmosférica y al hecho que no fueron consideradas en la estimación, industrias altamente contaminantes (refinerías)¹⁰. Por lo anterior, los resultados deben ser considerados como una primera aproximación, la cual busca identificar la magnitud del problema más que determinar un valor exacto.

Medidas Corregidas de Ingreso

Reformulando (12) es posible obtener cuatro medidas de ingreso “verde”: (17), (18), (19) y (20). La primera (PNNC1) equivale al PNN menos la renta Hotelling total (RHT) más el valor de los descubrimientos (DES) menos la degradación ambiental (DEM). La segunda (PNNC2), adiciona los gastos de exploración (EXP) a la medida anterior. La tercera, es análoga a la primera medida, con la diferencia que ahora los ajustes se realizan sobre el PIB. En ese sentido, la cuarta medida también es análoga a la segunda medida.

$$PNNC1_t = PNN_t - RHT_t + DES_t - DEM_t \quad (17)$$

$$PNNC2_t = PNN_t - RHT_t + DES_t - DEM_t + EXP_t \quad (18)$$

$$PIBC1_t = PIB_t - RHT_t + DES_t - DEM_t \quad (19)$$

$$PIBC2_t = PIB_t - RHT_t + DES_t - DEM_t + EXP_t \quad (20)$$

Aunque en teoría, bastaría corregir el PNN puesto que debería ser un mejor indicador con relación al PIB, ésta última medida es la más utilizada en la actualidad. Por ello también es útil incluirle los ajustes correspondientes.

5. Resultados

El Cuadro 2 muestra la cuantificación de la depreciación natural (mineral), descubrimientos, degradación ambiental, así como los gastos en exploración. El valor de depreciación natural va desde 0 hasta US\$ 878 millones en el año 2004. La degradación ambiental apenas alcanza los US\$ 7 millones para el año 1998, valor que ha descendido gradualmente a US\$ 5 millones. Debe resaltarse que esté valor es solo referencial y no incluye la degradación del aire.

¹⁰ La exclusión del sector de refinerías se debió a carencias de información para obtener estimaciones de calidad.

El valor de los descubrimientos ha tenido un comportamiento variable. En los años 1992 y 1993 éste valor apenas llegó a US\$ 41 millones, debido a la poca inversión en exploración, lo que a su vez estuvo relacionado con la situación económica y social del país en aquel entonces. Ya en el año 1994, tal inversión alcanzó US\$ 185 millones (en 1993 apenas llegó a 11 millones) lo cual derivó en un aumento sustancial de los descubrimientos.

CUADRO 2: VALORES DE DEPRECIACIÓN NATURAL, EXPLORACIÓN, DESCUBRIMIENTOS Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL POR AÑO (Millones US\$ 2004)

Año	Depreciación Natural (RHT)	Gastos de Exploración (EXP)	Descubrimientos (DES)	Degradación ambiental (DEM)
1992	0	8	41	-
1993	0	11	34	-
1994	49	185	381	-
1995	425	275	311	-
1996	521	92	116	-
1997	449	71	722	-
1998	0	67	346	7
1999	269	63	105	6
2000	50	79	173	5
2001	153	124	222	6
2002	608	77	190	5
2003	525	43	109	5
2004	878	42	171	5
Total	3,927	1.136	2.923	39

Elaboración propia

Los valores de exploración y descubrimientos difieren significativamente en cada periodo. Aunque en este estudio se usó el costo medio de descubrimiento en lugar del costo marginal, los resultados sugieren que debe tenerse cautela si se desea utilizar los gastos de exploración como proxy del valor de los descubrimientos tal como sugiere Hamilton (1994a, 1994b). No hay evidencia que los costos medios y marginales de descubrimiento sean similares, al menos en este estudio.¹¹

Conforme a los resultados, con excepción del año 1997, el valor de los descubrimientos distó largamente de compensar el agotamiento del capital natural. Esta tendencia se redujo hacia la primera mitad (año 1994) de la década pasada y en el año 1997, mientras se ha acrecentó hacia inicios de la presente década, lo cual puede estar relacionado con el decreciente nivel de exploraciones observado en lo que va de la presente década.

El Cuadro 3 presenta las medidas de ingreso tradicionales y “verdes” del sector minero peruano para el periodo en estudio. Conforme a los resultados, las medidas de ingreso tradicional sobrestiman levemente las medidas de ingreso “verde”. Por ejemplo, la sobrestimación del PIB es mínima. Cuando esta última es corregida por PIBC1, el PIB excede al PIBC1 -promedio- en 3%. Si el ajuste es mediante PIBC2, la sobrestimación es nula. Igualmente, para el caso del PNN, las respectivas medidas “verdes” no están significativamente sobrestimadas. La medida tradicional PNN sobrestima a la medida

¹¹ Es probable que mediante un análisis más minucioso incluyendo una mayor información de los costos de descubrimiento reduzca las diferencias obtenidas en este estudio entre el costo medio de descubrimiento y gastos de exploración.

PNNC1 -en promedio- en 9% mientras que dicha sobrestimación es 5% cuando se utiliza PNNC2.

Aunque el sector minero crece a una tasa anual promedio de 9 a 9,3% (dependiendo de la medida PIB o PNN), las medidas tradicionales sugieren que dicho crecimiento ha sido levemente menor: aproximadamente de 7,42 a 7,53%, dependiendo de la medida usada. Nótese que la tasa de crecimiento anual promedio es muy similar entre las medidas verdes (Cuadro 3).

CUADRO 3: MEDIDAS DE INGRESO DEL SECTOR MINERO PERUANO (Millones US\$ 2004)

Año	Medidas Tradicionales		Medidas “verdes”			
	PIB	PNN	PIBC1	PIBC2	PNNC1	PNNC2
1992	1.694	1,575	1,735	1,743	1,584	1,592
1993	1.892	1,759	1,926	1,937	1,770	1,781
1994	1.961	1,815	2,293	2,478	1,951	2,136
1995	2.086	1,930	1,973	2,248	1,780	2,055
1996	2.271	2,075	1,866	1,959	1,646	1,738
1997	2.525	2,335	2,798	2,869	1,957	2,027
1998	2.565	2,351	2,905	2,972	2,411	2,478
1999	3.034	2,834	2,864	2,927	2,623	2,686
2000	3.114	2,926	3,231	3,310	2,949	3,027
2001	3.477	3,267	3,540	3,664	3,232	3,356
2002	4.102	3,886	3,679	3,756	3,350	3,428
2003	4.263	4,071	3,842	3,885	3,584	3,626
2004	4.808	4,606	4,096	4,137	3,764	3,806
Promedio anual	2.907	2,725	2,827	2,914	2,508	2,595
TCAP	9,08	9,35	7,42	7,47	7,48	7,53
PIB/PNN		1,07				
PIB/PIBC1			1,03			
PIB/PIBC2				1,00		
PNN/PNNC1					1,09	
PNN/PNNC2						1,05

Fuente: INEI (2005)

TCAP: tasa de crecimiento anual promedio

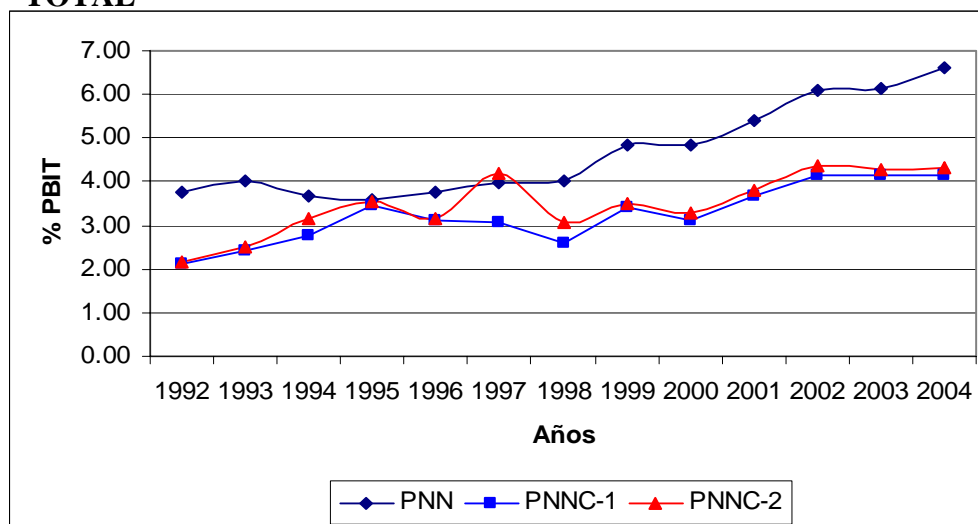
Elaboración propia

En realidad, la medida PNNC-2 podría no ser muy útil como herramienta de predicción. Dado que ésta medida depende de los descubrimientos, cuando éstos sean considerables en un periodo muy corto entonces ellos podrían incidir en una aparente volatilidad del PNN, lo cual no ocurriría con el PIB convencional (puesto que no incluye ninguna forma de depreciación o degradación).

Ahora bien, ¿de que manera las medidas de corrección obtenidas en este estudio modificarían el PBI total?. La Figura 1 muestra las medidas verdes como porcentaje del producto interno bruto total (PIBT). Para el caso del PNN, éste porcentaje ha fluctuado desde un 3.6% en el año 1995 hasta 6.6% para el 2004. Esto denota que, en términos reales, la contribución del PNN (minero) es cada vez más importante en el ingreso nacional. La medida PNNC-1 ha fluctuado desde el 2.1 hasta el 4.1% del PIBT. Con relación al PNN, ésta última subestimó el PNNC-1 entre 2 a 3% durante el periodo de estudio. La medida PNNC-2 ha representado un porcentaje similar a la medida anterior,

variando desde 2.2% hasta 4.3%, sin embargo. En síntesis, el PIBT ha sobrestimado el verdadero ingreso minero metálico entre un 2 y 3%, sea cual fuere la medida “verde” a comparar.

FIGURA 1: MEDIDAS VERDES COMO PORCENTAJE DEL PIB TOTAL



Fuente: Elaboración propia

En comparación a otros estudios (Figuerola et al, 2002; Young y Seroa da Motta, 1995) los resultados de este estudio son reducidos. Ello se debe -principalmente- a la forma de estimación del excedente económico. Si tales estudios hubieran estimado dicho excedente a partir de las utilidades antes de impuesto y no de la Cuentas Nacionales, sus resultados sean similares, y posiblemente menores.

6. Comentarios Finales

Mediante un análisis retrospectivo para la minería peruana, se encontró evidencia que la minería peruana ha sobrestimado su medida de ingreso sectorial. Esta sobrestimación fluctúa entre 3 y 9% dependiendo de la medida de ingreso a corregir.

Es controversial incluir el valor (sea cual fuere) de los descubrimientos en las medidas de ingreso puesto que los descubrimientos no generan valor agregado corriente. Por ello, debe resaltarse que los resultados obtenidos son preliminares. Más aún, existen diversos métodos para calcular el valor de la depreciación natural –el componente más importante- y en consecuencia, los resultados pueden diferir.

Se espera que los resultados de este estudio, aunque preliminares, fomenten a otros investigadores a poner mayor atención en el tratamiento de la contabilidad de recursos naturales y degradación ambiental a fin no solo de obtener medidas adecuadas de ingreso nacional o sectorial, sino también medidas apropiadas para evaluar la sostenibilidad.

7. Bibliografía

- Apoyo y Asociados (2006): Análisis de Riesgo Minera Yanacocha SRL. Julio 2006. Disponible en www.aai.com.pe.
- Banco Central de Reserva del Perú (1996): *Memoria Anual 1995*. Lima
- Banco Central de Reserva del Perú (2005): *Memoria Anual 2004*. Lima
- Barrick (1999): *Annual Report 1998*. Disponible en www.barrick.com
- Common M., Sanyal, K. (1998): "Measuring the depreciation of Australia's non-renewable resources: a cautionary tale". *Ecological Economics*. Vol. 26, pp.23-30.
- CONAMA (1997): "Análisis General Del Impacto Económico y Social Anteproyecto de la Norma Para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales". Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile.
- CONASEV (1993): *Las primeras 1000 empresas en el Perú 1992*. Lima.
- CONASEV (1994): *Las primeras 1000 empresas en el Perú 1993*. Lima.
- CONASEV (1995): *Las primeras 1000 empresas en el Perú 1994*. Lima.
- CONASEV (1996): *Las primeras 1000 empresas en el Perú 1995*. Lima.
- CONASEV (1997): *Las primeras 1000 empresas en el Perú 1996*. Lima.
- CONASEV (2005): *Portal del Mercado de Valores Peruano*. Disponible en http://www.conasev.gob.pe/eff/eff_x_empresa.asp. 8 de agosto de 2006.
- Dasgupta, P., Kriström, B., Mäler, K-G. (1997): "Should search Costs and New Discoveries be Included in Net National Products?". Beijer Discusión Paper Series N° 104. Beijer International Institute of Ecological Economics.
- Davis G., Moore, D. (2000): "Valuing mineral stocks and depletion in green national income accounts". *Environment and Development Economics*. Vol. 5, pp.109-127.
- De La Torre, J.C. (2001): *Minería Peruana 1990-2000: Balance de una Década y Perspectivas*. Instituto de Estudios Mineros –IDEM. Lima.
- El Serafy, S. (1989): "The proper calculation of income from depletable natural resources". En Y. Ahmad, S., El Serafy, And E.Lutz (eds). *Environmental Accounting for Sustainable Development*. Washington, DC: World Bank.
- Equilibrium Clasificadora de Riesgo (2006): *Informe de Clasificación Minera Barrick Misquichilca S.A. Marzo 2006*. Disponible en: <http://www.equilibrium.com.pe>.
- Figueroa, E., Calfucura, E., Nuñez, J. (2002): "Green national accounting: the case of Chile's mining sector". *Environment and Development Economics*. Vol. 7, pp. 215-239.
- Hamilton, K. (1994a): "Green Adjustments to GDP". *Resources Policy*. Vol. 20, pp. 155-168.
- Hamilton, K (1994b): "Exhaustible Resources and Net National Product". Department of Economics, University of East Anglia, Norwich. Manuscript.
- Hamilton, K. (1996): "Pollution and Pollution Abatement in the National Accounts". *Review of Income and Wealth*. Series 42, Number 1., pp.13-33. March 1996.
- Hamilton, K. (2000): "Genuine Saving as a Sustainability Indicator". Environmental Economics Series. Paper N° 77. The World Bank.
- Hartwick, J.M. (1990): "Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation". *Journal of Public Economics*. Vol. 43, pp. 291-304.

- Hartwick, J.M., Hageman, A. (1993): "Economic depreciation of mineral stocks and the contribution of El Serafí". En Lutz, E. (ed). *Toward Improved Accounting for the Environment*. The World Bank, Washington, DC.
- Hicks J.M (1946): *Value and Capital*. Oxford: Oxford University Press.
- Hotelling, H. (1931): "The economics of exhaustible resources". *Journal of Political Economy*. Vol. 39, pp. 137-175.
- IDEM (1991): El valor agregado de la minería en el Perú 1985-1989. Instituto de Estudios Económicos Mineros. Primera Edición. Lima.
- INEI (2003): "*Valor Agregado de la Minería por Componentes*". Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. Instituto Nacional de Estadística e Informática Documento no publicado.
- INEI (2005): "*Anuario de Estadísticas Ambientales 2004-2005*". Instituto Nacional de Estadística e Informática. Oficina Técnica de Estadísticas Departamentales. Documento Electrónico.
- INEI (2006a): "*Calculo del Valor Bruto de la Producción de la Minería Metálica*". Instituto Nacional de Estadística e Informática. Documento de Trabajo. Dirección de Metodología de la Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. Documento no publicado.
- INEI (2006b): "*Perú: Compendio Estadístico 2005*". Instituto Nacional de Estadística e Informática. Sistema Nacional de Estadística.
- Instituto Cuanto (2003): "El Medio Ambiente en el Perú Año 2002". Instituto Cuanto. USAID. Lima
- Landefeld, J.S. and Hines, J.R. (1985): "National Accounting for Non-Renewable Natural Resources in the Mining Industries". *Review of Income and Wealth*, Vol. 31: pp. 1-20.
- Ministerio de Energía y Minas (1994): *Plan Referencial de Minería 1994-2003*. República del Perú.
- Ministerio de Energía y Minas (2000): *Anuario Minero 1999*. Perú.
- Ministerio de Energía y Minas (2005): *Anuario Minero 2004*. Perú.
- Ministerio de Energía y Minas (2006): "*Declaraciones Juradas de Inversiones Trimestrales Mayores a US\$100.000*". Dirección General de Minería. Documento no publicado.
- Orihuela, C., Ponce, R. (2004): "Valorando los recursos naturales y su incorporación en las cuentas nacionales: el caso minero peruano". *Apuntes*, N° 54, pp. 89-108. Primer Semestre 2004. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- O’Ryan, R. (1996): "Cost-Effective Policies to Improve Urban Air Quality in Santiago, Chile." *Journal of Environmental Economics and Management*. N° 31 (302-313).
- Pasco-Font A.,Mc Cornick, E.,Schroth, E. (1996): "Ingreso sostenible de la minería peruana". *Investigaciones Breves I*, Consorcio de Investigación Económica y Social - CIES.
- Peru Monitor (2001): *Los 2000 del 2000*. Lima.
- PerúTop Publications (1999): *Peru: The Top 10000 Companies, 1997*.
- PerúTop Publications (2000): *Peru: The Top 10000 Companies, 1998*.
- PerúTop Publications (2001): *Peru: The Top 10000 Companies, 1999*.
- PerúTop Publications (2002): *Peru: The Top 10000 Companies, 2000*.
- PerúTop Publications (2003): *Peru: The Top 10000 Companies, 2001*.
- Polanco, F. (2005): Titulación de Reservas Minerales. Financiamiento para pequeña y mediana minería. *Investigaciones Breves*. Universidad Católica de Santa María. Arequipa.
- Ponce R., Chávez C. (2005): "Costos de Cumplimiento de un Sistema de Permisos de Emisión: Aplicación a Fuentes Fijas en Talcahuano, Chile". *El Trimestre Económico*, N° 288 (847-876)

- Repetto, R., Margrath, W., Wells, M., Beer, M., Rossini, F. (1989): "Wasting Assets: Natural Resources". En World Resources Institute (ed). *The National Income Accounts*. Washington, DC.
- Ryan, L., Johnson, T., Singh, J. (2001): "Adjusting the National Income Accounts for the Depletion of Natural Resources, Australian Bureau of Statistics. Depletion of Natural Resources". *Paper presented at Conference of Economist*. September 2001.
- Santopietro, G.D. (1998): "Alternative methods for estimating resource rent and depletion cost: the case of Argentina's YPF". *Resources Policy*. Vol. 24, pp. 39-48.
- SISS (1999): "Análisis Económico sobre el tratamiento de los Residuos Industriales Líquidos en Chile". Superintendencia de Servicios Sanitarios. Ministerio de Economía. Chile.
- SNMPE (2003): "*Estados Financieros y Balances de diversas empresas mineras para el periodo 1992-2001*". Documento de Trabajo. Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. Perú.
- The Peru Report (1998): "*The Top 5400 Año 1996*". Lima. Peru.
- United Nations (2000): *Integrated Environment and Economic Accounting – An Operational Manual*. New York.
- United Nations (2003): *Handbook of National Accounting - Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*. Final draft circulated for information prior to official editing. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, World Bank. Disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting/seea2003.pdf>. Enero 2006.
- Vademécum Bursátil. *Bolsa de Valores de Lima*. Varios números.
- Yanacocha (2005): "Yanacocha: Responsabilidad Social y Ambiental 2004". Minera Yanacocha SRL. Gerencia de Asuntos Externos y Comunicaciones.
- Young, C.E., Seroa da Motta, R. (1995): "Measuring sustainable income from mineral extraction in Brazil", *Resources Policy*, Nº2, vol. 21, pp. 113-125.

ANEXO 1: PORCENTAJE DE EMPRESAS MINERAS CONSIDERADAS EN LA MUESTRA PARA EL CALCULO DE LA UTILIDAD NETA DEL SECTOR MINERO METALICO (porcentaje en base al total de la producción de TMF)

Metal/ Año	Oro	Cobre	Plata	Plomo	Zinc	Hierro	Estaño
1992	79	98	84	83	92	100	100
1993	82	99	88	85	93	100	100
1994	90	99	91	88	94	100	100
1995	90	99	90	87	93	100	100
1996	93	98	89	86	90	100	100
1997	93	98	94	89	92	100	100
1998	97	96	95	94	96	100	100
1999	98	98	92	96	96	100	100
2000	98	98	90	92	94	100	100
2001	98	76	81	88	86	100	100
2002	89	99	74	90	91	100	100
2003	88	100	56	87	82	100	100
2004	77	100	55	79	54	100	100

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (varios años); Apoyo y Asociados (2006); Equilibrium Clasificadora de Riesgo (2006); Apoyo y Apoyo Asociados (2006); Perutup Publications (varios años); CONASEV (2005); SNMPE (2003); Vademecun Bursátil (varios años); Memorias Anuales y Balances de diversas empresas mineras.
Elaboración propia

ANEXO 2: PORCENTAJE DE EMPRESAS MINERAS CONSIDERADAS EN LA MUESTRA PARA EL CALCULO DEL ACTIVO FIJO NETO DEL SECTOR MINERO METALICO (porcentaje en base al total de la producción de TMF)

Metal/ Año	Oro	Cobre	Plata	Plomo	Zinc	Hierro	Estaño
1992	73	98	85	84	92	100	100
1993	75	99	88	85	93	100	100
1994	84	99	91	88	94	100	100
1995	84	99	92	87	93	100	100
1996	88	98	91	86	90	100	100
1997	88	98	91	86	93	100	100
1998	93	96	91	94	93	100	100
1999	95	98	88	96	92	100	100
2000	94	98	88	96	91	100	100
2001	94	76	84	93	84	100	100
2002	81	97	61	80	88	100	100
2003	82	97	70	78	77	100	100
2004	79	97	62	77	74	100	100

Nota: Para el caso de la Minera Yanacocha, los años 1999 y 2000 fueron calculados conforme a la tasa de crecimiento entre los años 1998 y 2001. Similar análisis se efectuó para la Minera Barrick Misquichilca en los años 2000 y 2001. En el caso de BHP Billiton Tintaya, el año 2000 fue completado conforme a la tasa de crecimiento del subperiodo 1992-1999. El subperiodo 2000-2004 fue completado uniformemente con S/. 750.000.000. Para el resto de la mediana minería, la serie se completo parcial o totalmente sólo en el caso que hubieren datos al inicio y al final de esta. Para ello, se utilizó la tasa de crecimiento implícita del valor de los activos fijos de la serie. No se consideró refinerías.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (varios años); Apoyo y Asociados (2006); Equilibrium Clasificadora de Riesgo (2006); Perutup Publications (varios años); CONASEV (2005); SNMPE (2003); Vademecun Bursátil (varios años); Memorias Anuales y Balances de diversas empresas mineras.
Elaboración propia

ANEXO 3: COSTOS DE ABATIMIENTO AGREGADO POR UNIDAD MINERA (MILLONES US\$)

Unidad Minera	Arsénico	Cianuro	Cobre	Hierro	Plomo	STS	Zinc	Total
Andaychagua	0.45	1.58	0.23	0.68	0.68	1.58	0.00	5.18
Cerro de Pasco	0.00	1.58	0.90	1.13	0.68	1.58	0.00	5.85
Tintaya	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Julcani	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Orcopampa	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Huanzala	0.00	1.58	0.23	0.45	0.23	1.58	0.23	4.28
Lagsaura	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Tamboraque	0.45	1.58	0.00	0.68	0.68	1.58	0.00	4.95
Cobriza	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Parcoy	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	3.15
Total	0.90	15.75	1.35	2.93	2.25	15.75	0.23	39.16

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4: COSTO DE ABATIMIENTO AGREGADO POR CONTAMINANTE Y POR AÑO (MILLONES US\$)

Contaminante	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Arsénico	0.23	0.23	0.23	0.00	0.23	0.00	0.00	0.90
Cianuro	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	15.75
Cobre	0.23	0.23	0.23	0.23	0.00	0.23	0.23	1.35
Hierro	0.68	0.23	0.23	0.68	0.45	0.45	0.23	2.93
Plomo	0.68	0.45	0.23	0.45	0.23	0.23	0.00	2.25
STS	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	15.75
Zinc	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
Total	6.53	5.63	5.40	5.85	5.40	5.40	4.95	39.16

Fuente: Elaboración Propia