



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**Como Influyen los Indicadores de
Gestión en la Obtención de la
Licencia Social?**

Julio Poterico

Lima, 2012

Dimensión Económica

Crecimiento, Equidad, & Eficiencia

Gobierno

Tecnología

Desarrollo Sostenible



Dimensión Social

Justa Distribución
Derechos Humanos
Organización Social
Identidad Cultural

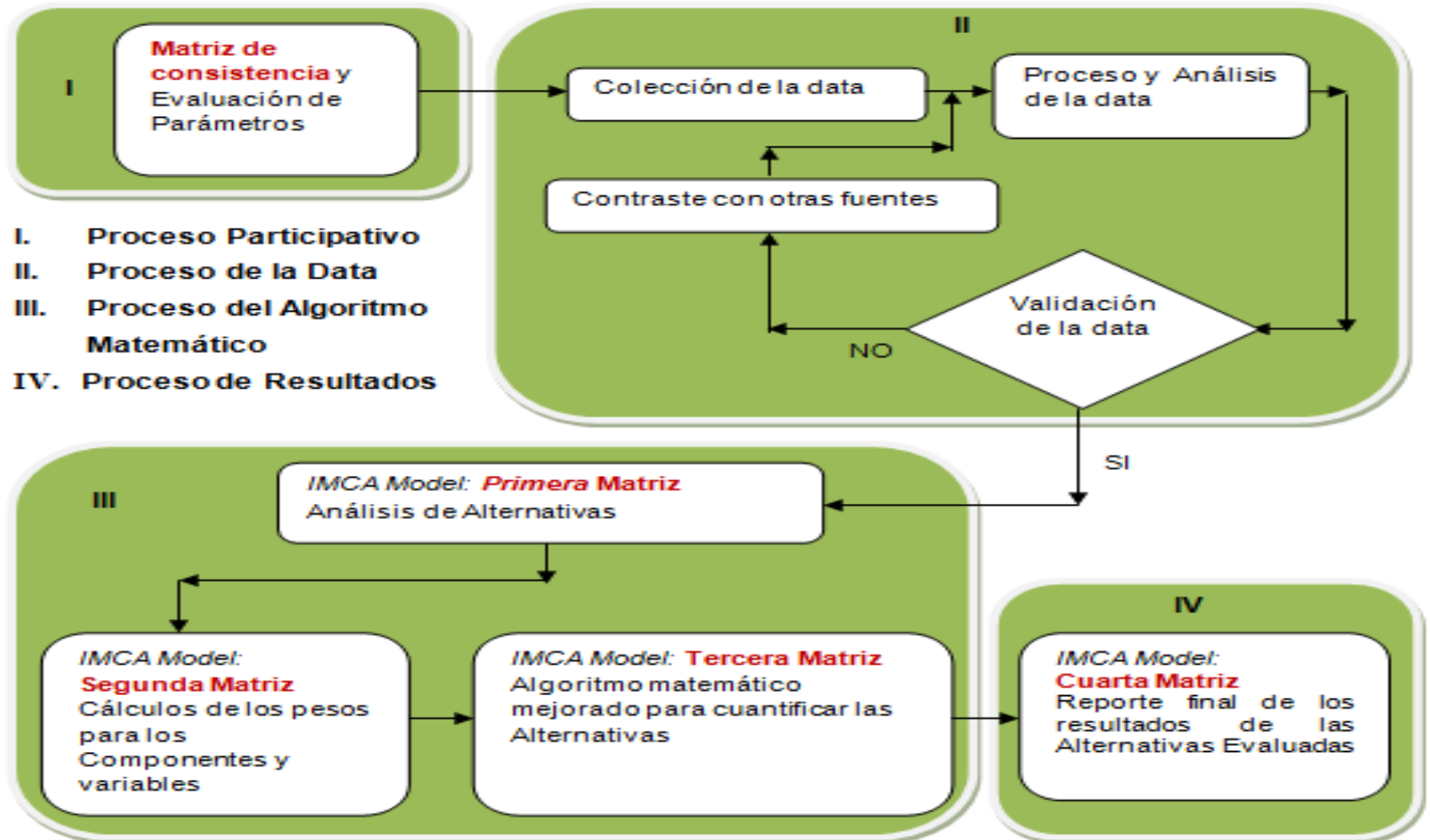
Dimensión Ambiental

Integridad de Ecosistemas
Capacidad de Carga
Gestión Responsable

Dimensión Ética

Evaluación Multicriterial Optimizada (*IMCA Model*)

Flujo de Procesos



Algoritmo Matemático Mejorado

$$TA_j = \left\{ \sum_{k=1}^p \left[\sum_{i=1}^n \left| \frac{Value_{ij} - Min_{i \rightarrow m}}{Max_{i \rightarrow m} - Min_{i \rightarrow m}} \right| RW_{v(i)} \right] RW_{C(k)} \right\}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n RW_{v(i)} = \sum_{k=1}^p RW_{C(k)} = 1$$

$i = 1, 2, \dots, n$ (Variables)

$j = 1, 2, \dots, m$ (Alternativas)

$k = 1, 2, \dots, p$ (Componentes)

$C_{(k)}$ = Componentes: W, X, Y, Z

TA_j = Valor total de cada alternativa

$RW_{v(i)}$ = Pesos relativos de cada variable

$RW_{C(k)}$ = Peso relativo de cada componente

$Min_{i \rightarrow m}$ = Valor mínimo a través de toda la variable en evaluación

$Max_{i \rightarrow m}$ = Valor máximo a través de toda la variable en evaluación

Evaluación Multicriterial Optimizada Para Ayudar a Alcanzar una Gestión Sostenible

Un Caso de Estudio en la Actividad Minera del Perú



“Nosotros no empezamos este proyecto con una teoría para probarlo, nosotros buscamos construir una teoría desde la fuente, derivado directamente desde la evidencia” (Collins, 2001)

Historical

Modern



Sustainability?

En la actividad minera de Ancash, los impactos positivos son mayores que los impactos negativos



Data

Tabla 1 Algunas fuentes de datos y tipos con respecto a los positivos y negativos impactos en la actividad minera regional en Ancash

| Fuente | Tipo de datos |
|--|---|
| Ministerio de Energía y Minas | Concesiones mineras, minas con estudio de impacto ambiental, y regulaciones sectoriales |
| Ministerio de Economía y Finanzas | Producto bruto interno: regional y local e impuestos (Canon Minero) |
| Ministerio de Transportes y Comunicaciones | Tamaño y composición del parque automotor |
| Instituto Nacional de Recursos Naturales | Tierras cultivables |
| Parque Nacional Huascarán | Especies vulnerable (flora y fauna) |
| Unidad de Glaciología-Huaraz | Lagunas |
| Dirección Regional de Salud | Índice de enfermedad de transmisión sexual-HIV/AIDS |
| Defensoría del Pueblo | Conflictos mineros |
| Instituto Nacional de Cultura | Restos arqueológicos |
| Dirección Regional de Salud Ambiental-Ancash | Índice de contaminación y mejoramiento ambiental |
| IV Región Policial | Tendencia del índice de violencia |
| Dirección Regional de Energía y Minas | Cumplimiento de la regulación sectorial, reclamos, conflictos sociales, y planes de gestión ambiental |
| Compañías mineras | Optimización operacional; programas sociales en educación, salud, vivienda, energía eléctrica, y comunicaciones; revegetación y reforestación, etc. |

Resultados en la Matriz de Consistencia

| Componentes | Variables | Indicadores | Tendencia de impactos | Naturaleza |
|---|---|--|---|------------------|
| Wij: Tecnológico, operacional, & normativo | W1: Inversión en tecnología W2: Optimización operacional | 70% 60% | Incrementa Incrementa | + + |
| Xij: Sociocultural | X1: Generación de empleo X2: Índice de violencia, prostitución, etc. X3: Conservación de áreas arqueológicas X4: Conflictos sociales | 20% 90% 40% 21 conflictos | Decrece Incrementa Decrece Incrementa | - - - - |
| Yij: Socioeconómico | Y1: PBI Regional & local Y2: Impuestos (Canon Minero) Y3: Adquisición de productos locales | 90% 90% 60% | Incrementa Incrementa Decrece | + + - |
| Zij: Ambiental | Z1: Recuperación y reclamación de tierras Z2: Disturbancia de tierra y suelo Z3: Pérdida del caudal de lagunas Z4: Pérdida del hábitad (flora & fauna) | 90,790 Has 38,910 Has 60% 127,800 Has & 19 especies | Incrementa Decrece Incrementa Incrementa | + - - - |

| | | | | | |
|--------------------------------|-------------|--------------------|------------------|------------------|----------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| Rango (%) | $X \leq 20$ | $20 < X \leq 40$ | $40 < X \leq 60$ | $60 < X \leq 80$ | $X > 80$ |
| Importancia de Impactos | Irrelevante | Menos que moderado | Moderado | Severo | Critico |

Análisis y Evaluación de la Tendencia de Impactos

| Componentes | Tendencia de Impactos | +/- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-----------------------|-----|---|---|---|---|---|
| Tecnológico, operacional, & normativo (Wij) | | | | | | | |
| Inversión en tecnología | Severo | + | | | | ◆ | |
| Nueva tecnología | Critico | + | | | | | ◆ |
| Optimización operacional | Moderado | + | | | ◆ | | |
| Sociocultural (Xij) | | | | | | | |
| Generación de empleo | Irrelevante | - | ◆ | | | | |
| Programas sociales (educación, salud, vivienda, energía eléctrica, & sistemas de comunicación) | Irrelevante | + | ◆ | | | | |
| Parque automotor | Severo | - | | | | ◆ | |
| Grado de inmigración | < Moderado | - | | ◆ | | | |
| Índice de violencia, prostitución, & drogadicción | Critico | - | | | | | ◆ |
| Consulta, participación ciudadana, y dialogo con los stakeholders | Irrelevante | + | ◆ | | | | |
| Conservación de áreas arqueológicas | < Moderado | - | | ◆ | | | |
| Quejas y conflictos sociales | Critico | - | | | | | ◆ |
| Nivel de confianza en la áreas de influencia | Severo | - | | | | ◆ | |
| Socioeconómico (Yij) | | | | | | | |
| PBI Regional & local | Critico | + | | | | | ◆ |
| Impuestos (Canon Minero) | Critico | + | | | | | ◆ |
| Disponibilidad de créditos | Irrelevante | + | ◆ | | | | |
| Adquisición de productos locales | Moderado | - | | | ◆ | | |
| Ambiental (Zij) | | | | | | | |
| Actitudes hacia el control de la contaminación | Severo | + | | | | ◆ | |
| Índice de la contaminación ambiental | Critico | - | | | | | ◆ |
| Practicas de protección, mejoramiento y recuperación ambiental | Critico | + | | | | | ◆ |
| Recuperación & reclamación de tierras | Severo | + | | | | ◆ | |
| Revegetación & reforestación | Moderado | + | | | ◆ | | |
| Alteración de tierra y suelos | Severo | - | | | | ◆ | |
| Alteración del recurso aire | Moderado | - | | | ◆ | | |
| Alteración de los ecosistemas (flora & fauna) | Severo | - | | | | ◆ | |
| Cumplimiento del plan del manejo ambiental | Irrelevante | + | ◆ | | | | |

Componentes de Evaluación y Pesos relativos

| Componentes ($c_{w,x,y,z}$) | Pesos calculados (%) |
|--|----------------------|
| Tecnológico, operacional, y normativo (w_{ij}) | 6.25 |
| Sociocultural (x_{ij}) | 27.08 |
| Socioeconómico (y_{ij}) | 14.58 |
| Ambiental (z_{ij}) | 52.08 |

$$E(\lambda_1) = 1/K^2$$

$$E(\lambda_2) = 1/K^2 + 1/K(K-1)$$

$$E(\lambda_3) = 1/K^2 + 1/K(K-1) + 1/K(K-2)$$

... ..

$$E(\lambda_j) = 1/K^2 + 1/K(K-1) + 1/K(K-2) + \dots + 1/K(K - K_i^{th} - 1)$$

Análisis de Sensibilidad para Multivariabes Discretas

Pesos Calculados y Estimación de Impactos

| Componentes | Pesos Calculados | Impactos A (+) | B (-) |
|--|------------------|----------------|-------|
| Tecnológico, operacional, y normativo (Wij) | | | |
| Inversiones tecnológicas | 0.16 | 0.70 | |
| Nueva tecnología | 0.09 | 0.90 | |
| Optimización operacional | 0.04 | 0.60 | |
| Sociocultural (Xij) | | | |
| Generación de empleo | 0.07 | | 0.20 |
| Programas sociales (educación, salud, vivienda, energía eléctrica, y Sistemas de comunicación) | 0.26 | 0.10 | |
| Parque automotor | 0.01 | | 0.70 |
| Rango de inmigración | 0.01 | | 0.40 |
| Índice de violencia, prostitución, and drogadicción | 0.11 | | 0.90 |
| Consulta, participación ciudadana y dialogo con los stakeholders | 0.03 | 0.10 | |
| Conservación de áreas arqueológicas | 0.02 | | 0.40 |
| Reclamos y conflictos sociales | 0.08 | | 0.90 |
| Nivel de confianza: áreas de influencia | 0.13 | | 0.70 |
| Socioeconómico (Yij) | | | |
| PBI Regional y local | 0.26 | 0.90 | |
| Impuestos (Canon Minero) | 0.16 | 0.90 | |
| Disponibilidad de créditos | 0.09 | 0.10 | |
| Adquisición de productos locales | 0.04 | | 0.60 |
| Ambiental (Zij) | | | |
| Actitudes hacia el control de la contaminación | 0.04 | 0.70 | |
| Índice de la contaminación ambiental | 0.17 | | 0.80 |
| Practicas de protección, recuperación, y mejoramiento ambiental | 0.13 | 0.80 | |
| Recuperación y reclamación de tierras | 0.01 | 0.70 | |
| Revegetación y reforestación | 0.02 | 0.60 | |
| Tierras y suelos disturbados | 0.03 | | 0.70 |
| Alteración del recurso aire | 0.08 | | 0.60 |
| Alteración del ecosistema terrestre (flora y fauna) | 0.07 | | 0.70 |
| Cumplimiento del plan de manejo ambiental | 0.24 | 0.20 | |

Cuantificación de Impactos

| Componentes | Pesos Calculados | Alternativas | | Algoritmo Matemático | | Valores Pesados | |
|--|------------------|--------------|-------|----------------------|-------|-----------------|--------------|
| | | A (+) | B (-) | A (+) | B (-) | A (+) | B (-) |
| Tecnológico, operacional, y normativo (Wij) | 6.25% | | | | | | |
| Inversiones en tecnología | 0.16 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 |
| Nueva tecnología | 0.09 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| Optimización operacional | 0.04 | 0.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| Regulación sectorial | 0.26 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.26 |
| Cumplimiento de la regulación sectorial | 0.46 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.46 |
| TAj=Valor total de la alternativa para todo el componente Escenario total (%) = | | | | | | 1.79 | 4.46 |
| Sociocultural (Xij) | 27.08% | | | | | | |
| Generación de empleo | 0.07 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.07 |
| Programas sociales (educación, salud, vivienda, energía eléctrica, y sistemas de comunicación) | 0.26 | 0.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 |
| Nuevas fuentes productivas y de servicios | 0.05 | 0.30 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 |
| Cadena de valores | 0.18 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.18 |
| Parque automotor | 0.01 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.01 |
| Rango de inmigración | 0.01 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.01 |
| Índice de violencia, prostitución, y drogadicción | 0.11 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.11 |
| Consulta, participación ciudadana, y dialogo con los grupos de interés | 0.03 | 0.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| Conservación de las áreas arqueológicas | 0.02 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.02 |
| Desarrollo y fortalecimiento de capacidades locales | 0.04 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| Reclamos y conflictos sociales | 0.08 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.08 |
| Nivel de confianza: áreas de influencia | 0.13 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.13 |
| TAj= Valor total de la alternativa para todo el componente Escenario total (%) = | | | | | | 10.50 | 16.58 |

| | | | | | | | |
|---|---------------|------|------|------|------|--------------|--------------|
| Socioeconómico (Yij) | 14.58% | | | | | | |
| PBI Regional y local | 0.26 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 |
| Impuestos (Canon Minero) | 0.16 | 0.90 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 |
| Disponibilidad de créditos | 0.09 | 0.10 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| Adquisición de productos locales | 0.04 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.04 |
| Poder adquisitivo | 0.46 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.46 |
| TAj= Valor total de la alternativa para todo el componente Escenario total (%) = | | | | | | 7.34 | 7.24 |
| Ambiental (Zij) | 52.08% | | | | | | |
| Actitud hacia la contaminación ambiental | 0.04 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| Índice de contaminación ambiental | 0.17 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.17 |
| Prácticas de protección, mejoramiento ambiental, y recuperación | 0.13 | 0.80 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 |
| Recuperación y reclamación de tierras | 0.01 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Revegetación y reforestación | 0.02 | 0.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Alteración fisiográfica | 0.01 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.01 |
| Disturbancia de tierra y suelos | 0.03 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.03 |
| Alteración del recurso acuático | 0.10 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.10 |
| Alteración del recurso aire | 0.08 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.08 |
| Alteración del ecosistema terrestre (flora y fauna) | 0.07 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.07 |
| Alteración del ecosistema marino | 0.06 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.06 |
| Inversiones de ecología | 0.05 | 0.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 |
| Cumplimiento del plan de manejo ambiental | 0.24 | 0.20 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.24 | 0.00 |
| TAj= Valor total de la alternativa para todo el componente Escenario total (%) = | | | | | | 25.33 | 26.76 |
| Resultados totales (%) usando IMCA Model | | | | | | 44.96 | 55.04 |

Resultados

Evaluación Multicriterial Optimizada (*IMCA Model*)

| Componentes ($c_{w,x,y,z}$) | Cuantificación de impactos | |
|--|----------------------------|--------------|
| | A(+) | B(-) |
| Tecnológico, operacional, y normativo (w_{ij}) | 1.79 | 4.46 |
| Sociocultural (x_{ij}) | 10.50 | 16.58 |
| Socioeconómico (y_{ij}) | 7.34 | 7.24 |
| Ambiental (z_{ij}) | 25.33 | 26.76 |
| Total (%) | 44.96 | 55.04 |

Conclusiones

- **MCA : Primaria herramienta de gestión**
 - Contexto holístico de evaluación
 - Macro y micro niveles de aplicación
- **Algoritmo matemático mejorado**
 - Data validada: cuantitativa & cualitativa
 - Evaluación transversal
 - Doble pesaje: criterios & variables
- **IMCA Model : *Quantificación de los Indicadores de Gestión***
 - Integra todos los procesos de cálculo
 - Identifica & analiza criterios y atributos
 - Cuantifica alternativas
 - Escoge el mejor escenario
 - Factible, entendible, resultados conectados

Conclusiones

- **Doble percepción: se rechaza la hipótesis planteada**
- **Un mito** porque:
 - Continua las externalidades negativas
 - Falta de una adecuada comunicación
 - Falencia para desarrollar actividades en armonía con la sociedad y el ambiente
- **Una realidad** porque:
 - La moderna minería ha incorporado positivos cambios
- **La percepción negativa hacia la minería, continua**
- **La actividad minera requiere mejoramientos**
- **Alcanzar una sostenible **licencia social para operar****
- **Minería contribuye al desarrollo sostenible**
- **Resultados:** punto de partida para adecuadas tomas de decisiones

Recomendaciones

Coalición entre el gobierno y otros 'key stakeholders' para crear a nueva visión minera

Paso 1: Entender los beneficios de la sostenibilidad

Paso 2: Socializar a los grupos de interés

Paso 3: Mejorar la credibilidad de la minería

- ✓ Cooperación y comunicación entre los grupos de interés
- ✓ Remediación de los pasivos ambientales mineros
- ✓ Formalización de la pequeña y minería artesanal
- ✓ Implementación del ordenamiento territorial

Paso 4: Incrementar y mejorar la participación ciudadana a través de continuos monitoreos en las operaciones mineras

Paso 5: Modificar la curricula de estudios para incluir temas de sostenibilidad

Paso 6: Fomentar la formación de lideres

Bibliografía

- Eggert, R.G. (2009). Sustainable Management of Mining Operation. Botin, J.A. (Ed), SME, Littleton, CO. 382p.*
- Herath, G & Prato, T. (2006). Using Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management. *Ed. Ashgate Publishing Limited, Hampshire, England. 239p.*
- Hobbs, B., & Meir, P. (2000) *Energy decisions and the environment*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA.
- Ministerio de Energía & Minas del Perú (2007-2010). Reporte Anual de la Minería. *MEM, Perú*. Obtenido Setiembre 04, 2010, desde <http://www.minem.gob.pe>.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2010, Enero). Minería Peruana: Contribución Económica y Desarrollo Social. IIMP. *Ed. Librería Nacional del Perú, Lima, Perú. 112p.*
- Richards, J. (2009) Mining, Society and Sustainable World. University of Alberta. Dept. Earth & Atmospheric Sciences. *Ed. Springer Heidelberg Dordrecht. New York. 506pp.*
- Rietveld, P and Janssen, R (1989) Sensitivity Analysis in Discrete Multiple Criteria Decision Problems: on the Sitting of Nuclear Power Plants, Vrije Universiteit Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie, Amsterdam.
- Robertson, A. and Shaw, S. (2004) *Use of the Multiple Accounts Analysis Process for Sustaina-bility Optimization*, Robertson Geoconsultants INC. Presented at SME Annual Meeting, Denver, Colorado.

“Hay solamente dos fuentes capaces de producir nueva riqueza de la tierra, a decir agricultura y minería” (Gregory, 1980)

Gracias por tu atención!

Alguna Pregunta?



Julio Poterico
juliopoterico@hotmail.com