

# DE LAS PERPLEJIDADES SOCIECONÓMICAS LOCALES A LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES DEL AZUFRE: UN EJERCICIO DE VALORACIÓN CONTINGENTE-

## OF ECONOMIC SOCIAL PERPLEXITIES LOCAL TO ENVIRONMENTAL EXTERNALITIES SULFUR: AN EXERCISE OF VALUATION CONTINGENTE

RAÚL CORTÉS LANDÁZURY<sup>1</sup>

### PALABRAS CLAVE:

Externalidades, valuación económica del medio ambiente, valoración contingente, desarrollo sostenible.

### KEYWORDS:

Externalities, economic valuation of the environment, contingent valuation, sustainable development.

### RESUMEN

*El trabajo que se expone, somete a prueba los ejercicios de evaluación económica de impacto ambiental bajo el enfoque de valoración contingente, en contextos culturales donde los derechos de propiedad están en conflicto y se imponen prácticas y valores económicos tradicionales que se apartan virtualmente de las lógicas del mercado. En este sentido, se revisó la consistencia metodológica del modelo neoclásico, sosteniendo la individualización de preferencias frente a la cercanía de amenazas ambientales; se hicieron mediciones econométricas sobre la percepción de cambios en el bienestar ante externalidades resultantes de la acción antrópica; se descubrió la validez estadística del ejercicio y se concluyó discutiendo el alcance interpretativo de este tipo de herramientas en evaluaciones ex post. Así, habida cuenta de la inexistencia de un baremo monetario implícito en la degradación ambiental, se recolectaron datos (valores de no uso) asociados a la apreciación subjetiva sobre mejoras a la calidad ambiental y se estimó la disponibilidad a pagar (DAP) consecuente, como un indicador Proxy de la valoración compensatoria que soporta este tipo de medición de alteraciones en los niveles de utilidad. Al final se pudo contrastar la validez de este tipo de metodologías que crean un mercado para las externalidades ambientales, obteniendo un indicador que estima las modificaciones en el bienestar provocadas por variaciones en la calidad ambiental alrededor de \$46000.*

---

Recibido para evaluación: Diciembre 18 de 2007. Aprobado para publicación: Febrero 14 de 2008

1 Economista, Magíster en Estudios Políticos y Especialista en Gestión Ambiental. Profesor adscrito al Departamento de Ciencias Económicas (F.C.C.E.A) y miembro del grupo de Investigación en Desarrollo y Políticas Públicas Polinomia. Universidad del Cauca.

## ABSTRACT

*The work set out, testing exercises economic evaluation of environmental impact under the contingent valuation approach, in cultural contexts where property rights are in conflict and imposed economic values and traditional practices that deviate virtually logic market. In this sense, we reviewed the methodological consistency of the neoclassical model, arguing the identification of preferences compared to the proximity of environmental threats; econometric measurements were made on the perceived changes in the welfare before externalities resulting from the action anthropic; was discovered validity Statistics for the year and concluded discussing the scope of this type of interpretive tools in ex-post evaluations. Thus, given the lack of a monetary scale implied by environmental degradation, data were collected (non-use values) associated with the subjective assessment on the environmental quality improvements and estimated the willingness to pay (DPA) consistent, as Proxy an indicator of valuation compensatory that supports this kind of measuring changes in levels of usefulness. In the end, he was able to determine the validity of such methodologies that create a market for environmental externalities, obtaining an indicator that estimates the changes in the welfare caused by variations in environmental quality around \$ 46000.*

## INTRODUCCIÓN

Ha sido de uso extendido, desde que se incorporó la dimensión ecológica en las estrategias de desarrollo en América Latina, pensar que el mejor escenario para alcanzar el desarrollo sostenible<sup>2</sup>, se recrea en aquellos lugares que involucran a pequeñas comunidades y espacios bucólicos, donde se tiene mayor sentido de lo colectivo y se facilita el control ciudadano a las transgresiones de los agentes económicos que actuando bajo criterios de optimización privada tienden a lesionar valores culturales y ecológicos articulados al bienestar social [1]. Es más, se presume que los proyectos y actividades de desarrollo, administrados y gestionados comunitariamente por conglomerados ancestrales (indígenas o raizales), tienen mayores posibilidades de alcanzar sostenibilidad económica y ambiental, dadas unas afinidades ontogénicas y cosmológicas que las ligan al cuidado de la naturaleza. Sin embargo, aunque no hay razones de fondo para dudar que esta ética sustanciadora no obedezca *ex professo* a tales principios, no se puede descartar que las restricciones estructurales y coyunturales, en materia de producción y distribución económica, imprimen paralelamente otras dinámicas que conducen, a veces de manera consciente o inconsciente, a estilos particulares de desarrollo [2] que no siempre concuerdan con el *ethos* naturalista.

De manera, que se hace necesario contar con herramientas de Gestión para que las autoridades destinados

a generar bienestar económico en armonía con la naturaleza, tengan a su alcance la información necesaria para corregir ineficiencias productivas, aminorar, o eliminar externalidades ambientales a través de estructuras de incentivos e instituciones que generen credibilidad económica y legitimidad sociopolítica a las actividades humanas de aprovechamiento material apostadas en el territorio. Pero ¿cómo determinar si una política, proyecto ha sido, exitoso o no, cuando la fuerza de las circunstancias lo impuso? y ¿Cómo y en que medida se han logrado los objetivos deseados por una estrategia, o actividad de desarrollo sin afectar la calidad del medio ambiente?

Desde un sitio muy específico dentro de las ciencias sociales, la economía ha intentado contribuir a detectar las fallas que alejan a las sociedades de sus aspiraciones en términos de bienestar, desarrollando herramientas de análisis para juzgar falencias en materia de eficiencia, eficacia, efectividad y sostenibilidad social.

En el plano ambiental, las evaluaciones económicas de impacto ambiental, han tratado de revisar el objetivo crecimiento o estabilidad económica [3] garantizando que los proyectos de desarrollo permitan obtener un beneficio social positivo, si su impacto medioambiental o depreciación del capital natural es cero o negativo.

Justamente así, la disciplina aporta información relevante para la gestión ambiental, en tanto las funciones

2 El termino corresponde, al acuñado por el informe "Nuestro Futuro Común" que encabezó Gro Harlem Brundtland en 1987, desde donde se profesó la posibilidad de acceder al crecimiento económico sin deteriorar el medio ambiente y asegurando la distribución intra e intergeneracional de los recursos naturales.

de asimilación de residuos, la provisión de recursos, las amenidades y la sustentación de la cadena de la vida son limitadas, y las decisiones de producción y consumo impiden alcanzar los óptimos sociales. Y lo hace también, incorporándole a los análisis costo-beneficio el peso de los fenómenos que afectan el capital natural, expresando en unidades monetarias la magnitud del daño [4], al entorno vital a partir de la identificación de las alteraciones subjetivas de utilidad.

Finalmente, coadyuvando a determinar las condiciones del equilibrio general al reducir la ineficiencia y el desperdicio del sistema económico que desconoce ordinariamente la matriz global de precios.

Sin embargo, el principal problema de la economía en esta materia, es la imposibilidad del logro del bienestar colectivo, si existen bienes que no son recogidos por las transacciones económicas corrientes. En este sentido, la teoría neoclásica [5] establece que ello ocurre cuando se producen *fallos de mercado* que aparecen fundamentalmente, en escenarios donde la información es imperfecta, o algunos agentes disponen asimétricamente de ella; existe poder de monopolio o alguien controla la demanda; o los mercados son incompletos porque los derechos de propiedad no están bien definidos.

Pero no solamente por eso, tal como lo demuestra en muchos casos la experiencia internacional a partir de la curva de Kuznets [6], en la medida que las condiciones de pobreza hacen parte de los espacios vitales de las comunidades humanas, las presiones sobre el medio natural se extienden geográficamente y se intensifican en el tiempo.

El municipio de Puracé (Cauca) no ha sido ajeno a este tipo de fenómenos, toda vez que el desenvolvimiento de la actividad minera industrial en la zona, involucra la extracción y procesamiento de azufre que afecta las actividades tradicionales (agricultura y ganadería) desarrolladas en el resguardo indígena (Puracé) y genera una serie de impactos o externalidades que comprometen la sostenibilidad ecológica y económica de la comarca, especialmente en el recurso agua y suelo.

El propósito de este documento es reconocer y valorar los principales impactos de la explotación del azufre en los alrededores (15 km a la redonda) de la mina el vinagre. Se trata de una valoración *ex post* desarrollada

a partir de la estimación neoclásica de las ganancias [7] o pérdidas en el bienestar generadas por las variaciones en la calidad Ambiental.

Bajo este derrotero teórico, se utilizó el método de preferencias declaradas (del tipo valoración contingente con estimaciones e inferencias paramétricas) para monetizar las alteraciones subsecuentes en los niveles bienestar [8].

Mediante este enfoque, se indagó básicamente sobre la disponibilidad marginal a pagar (DAP) por una mejora o tolerar una desmejora en la calidad de su entorno (DAA) a través de encuestas de formato dicotómico (si o no).

Específicamente, se inquirió sobre los diferentes impactos percibidos por la comunidad, centrándose en la calidad del agua y el suelo afectados por las emisiones de la factoría, como quiera el flujo de escorrentías y la posible formación de lluvia ácida, van a parar a las tierras aprovechadas productivamente y los acueductos veredales de la zona.

Es de anotar, por otro lado, que el trabajo encara dificultades de orden metodológico que retan la validez del enfoque marginalista. La primera tiene que ver con los supuestos de inicio, entre los que se considera la existencia de racionalidad económica y la agregación de preferencias [9] aplicados a un tipo de sociedad tradicional donde para algunos, no operan los valores del mercado en la medida que las relaciones económicas construidas en torno a la reproducción del sistema económico en un resguardo indígena, no responden virtualmente a criterios de beneficio individual y acumulación de excedentes; más bien a lógicas de aprovechamiento colectivo. Y eso podría generar sesgos en los parámetros econométricos estimados y revelaciones espurias, en términos de bienestar, según lo plantea la teoría en boga. La segunda, que no existen derechos de propiedad bien definidos, en tanto la mina es generadora de impactos ambientales, pero la comunidad, indígena receptora de estos, es copropietaria de la misma. Fuera de eso, existen querrelas con el parque nacional Puracé (vecino a la mina), por la extensión de los dominios del resguardo. Y la tercera, que tratándose de una evaluación *ex post*, y no previa -como se acostumbra-, podrían existir sesgos e inconsistencias entre los entrevistados y entrevistados, en la medida que tanto unos como otros podrían manipular la información por intereses preconcebidos alrededor de la problemática.

No obstante, el estudio intenta salvar, los obstáculos presuponiendo factores como la individualización de preferencias frente a las amenazas en el bienestar, y de esta manera la presencia *del homo economicus*. Así las cosas, el trabajo que se presenta, discute en primer lugar, el contexto socioeconómico desde el que se genera el problema ambiental, luego la fundamentación teórica básica, se presenta los resultados del estudio y finalmente se concluye.

### Descripción general del área

El Municipio de Puracé - Coconuco, se encuentra ubicado en la zona centro del Departamento, su cabecera Municipal dista 26 Km. de la ciudad de Popayán (2° 20' de latitud norte y 76° 28' de longitud, al oeste del Meridiano de Greenwich); sirviendo de asiento a los resguardos de Kokonuco y Puracé. Dentro de su jurisdicción se encuentra el Parque Nacional Natural Puracé, considerado uno de los más importantes atractivos del territorio nacional que por su ubicación geográfica, reúne los más diversos habitats en las áreas de páramo y bosques nativos de las zonas de vida andino y alto andino, destacándose las aves, mamíferos e insectos y otras especies endémicas<sup>3</sup>. A la luz de estas características, la gestión ambiental consecuente, se erige en una actividad compleja que tiene implicaciones de importancia regional y nacional, como quiera que la sostenibilidad económica y ecológica de la zona tiene repercusiones sobre el acceso y la calidad del agua consumida en parte del Departamento del Cauca y del Valle del Cauca, así como también implicaciones de carácter local, en tanto actividades como la minería del azufre genera una serie de efectos multiplicadores de los que depende la dinámica económica de la zona.

### Una breve alusión a las externalidades ambientales.

El azufre es uno de los elementos más importantes de la trama de la vida, que se encuentra formando parte de las proteínas y de las moléculas de algunos aminoácidos

[10]. Ecológicamente hablando, hay compuestos de azufre que actúan combinándose con otros, siguiendo las redes tróficas hasta llegar a los descomponedores que lo liberan al medio en forma de sulfatos principalmente, que son absorbidos por los vegetales y todos los seres vivos<sup>4</sup>.

Sin embargo, los excesos de carga terminan acelerando los procesos de contaminación edáfica e hídrica y deteriorando la vegetación, hasta producir la muerte de ecosistemas vulnerables. Los que se desprenden de la lluvia ácida por ejemplo, afectan la calidad del suelo provocando el descenso del *pH* que termina reduciendo la capa de nutrientes.

A esta sazón, del ejercicio de mina, desde el punto de vista biofísico, la fauna y la flora, terminan virtualmente impactadas por las emisiones que se producen en los procesos de explotación y extracción del azufre y en buena parte, por el vapor que se desprende del procesamiento industrial. A esto, ha contribuido las circunstancias económicas a la que a estado abocada la mina desde que fenómenos como la apertura económica, la penetración de azufre sintético a menor precio, los bajos niveles de capitalización corporativa y el déficit de infraestructura de la zona, han condicionado el acceso a tecnologías limpias y alterado el bienestar de los habitantes del área, especialmente en las veredas de mayor concentración poblacional y cercanía (Puracé, Tabio y Campamento) al enclave. De manera general, se puede identificar tres actividades impactantes dentro de la operación de la mina: el beneficio, refinación y disposición final de residuos.

Por un lado, la reducción del mineral en trituradoras de mandíbulas, para obtener materiales más finos obliga al contacto del mineral con el agua, que termina siendo desechada después de ser sometida a metales pesados. Luego el material triturado, autoclaves estacionarios, genera desechos de material sulfurado que va parar a la atmósfera y al medio acuático (directa e indirectamente)

3 Declarado como reserva mediante Resolución Ejecutiva No.160 de junio de 1977. Dentro de las especies que más se destaca en el entorno de Puracé se encuentra el Cóndor, el Orejiamarillo, el Colibrí, el Venado Conejo, el Venado Rojo, Danta, el Oso de Anteojos, el Armadillo, el Loro Oréjiamarillo, la Cotorra de Montaña, el Mono Aullador, la Ardilla, la Pava Colorada y la Pava Mora

4 Entre las muchas formas de retornar al suelo, cuando se combina con el ozono, se convierte en óxido que al entrar en contacto con el agua, en forma de vapor o, en forma de lluvia, llega a generar ácido sulfúrico, que es uno de los componentes corrosivos de la lluvia ácida. Cabe agregar que los efectos perniciosos del azufre en los animales se pueden registrar en principalmente daños cerebrales, a través de un mal funcionamiento del hipotálamo, y perjudicar el sistema nervioso. Así mismo, ciertas formas del azufre pueden causar daños fetales y efectos congénitos.

y finalmente, el vapor adicionado en la obtención de material más fino, termina arrojando residuos que van a parar a la fuente hídrica más cercana (río vinagre).

Algunas de estas externalidades fueron percibidas por los habitantes, revelando su preocupación sobre el futuro, según lo señalan los resultados de las encuestas aplicadas en el estudio.

### **Tras la percepción de los sujetos: fundamentos teóricos y metodológicos**

Uno de los principales problemas que tiene la economía del medio ambiente, es contribuir a hacer posible que el mercado marche bien, involucrando bienes, cuyas funciones no son valorados adecuadamente en las transacciones económicas corrientes.

Si bien no siempre se tienen acuerdos entre los economistas, sobre la explicación de los fenómenos que aquejan el mundo del mercado, la reflexión ha conducido a reconocer que las actividades económicas generan impactos, a veces indeseados y que estos son la fuente de las externalidades.

De esta manera, quien genera una externalidad negativa, deja de pagar por ello, a pesar del perjuicio que causa; y quien produce una externalidad positiva no se ve recompensado monetariamente por la misma. La consecuencia principal de este tipo de fenómenos, es una asignación ineficiente de los recursos, en el sentido que se podría obtener mayor bienestar social, si estos efectos se produjeran en cantidades y calidades socialmente eficientes [11].

Empero, al ser los activos ambientales, ordinariamente bienes públicos, no es dable *prima facie* crear para ellos un mercado [12] y unos precios determinados en los que estos bienes se puedan negociar. Así mismo, cuando los derechos de propiedad de los bienes

ambientales no están bien definidos, es difícil encontrar usuarios que estén dispuestos a corregir sus posibles daños<sup>5</sup>. Incluso imaginándose que tienen mercado, podría preguntarse- como lo hacen los economistas ecológicos[13] - si existen elementos o condiciones para que opere la racionalidad individual y el mercado promueva la mejor estimación de los activos y servicios en cuestión, dados fenómenos como los fallos de información.

Sin embargo, cada vez es más evidente que la sociedad en su conjunto, recibe beneficios y por tanto valora las funciones ambientales. Y lo hace, en cuanto ellos sean cada vez más escasos. Inclusive en grupos poblacionales como los de Puracé, donde la gran proporción de la gente es indígena y asociada al resguardo, la propiedad es colectiva y sus particularidades culturales- su cosmogonía- se distancian virtualmente de la sociedad mayor, que comparte en buena medida el legado filosófico- liberal europeo. Ni siquiera allí, donde las subjetividades responden a caso, a patrones culturales tradicionales y las lógicas de la decisión económica son de carácter colectivo, sus actividades están completamente alejadas del mercado y la racionalidad individual. Por lo tanto, no se puede desechar, que haya una estimación dineraria de los bienes que soportan en general la restitución de la fuerza de trabajo y menos aquellos que representan una amenaza para el despliegue universal de la vida, como lo son el agua o el aire.<sup>6</sup>

En este orden de ideas, se sostiene la premisa de utilizar la valoración monetaria del medio ambiente, en tanto representa un camino expedito en la economía de mercado para la comparación relativa de las utilidades de los bienes transados, así como para sopesar los efectos de las decisiones de producción y consumo que impiden alcanzar óptimos sociales. Vale reiterar entonces, que el objetivo de este ejercicio es obtener una medida monetaria de las variaciones del bienestar que propor-

5 Más aun, no es fácil saber quien o quienes son los usuarios del medio ambiente que se quiere valorar. Por lo general es fácil identificar quienes son los usuarios directos, pero no ocurre lo mismo cuando se pretende definir a los usuarios para los que el medio ambiente tiene un valor de uso indirecto e incluso un valor de existencia

6 Esto porque, si se retrotrae el discurso indigenista que en muchos aspectos reniega de los vejámenes del capitalismo y por extensión de las preferencias individuales y de la fiabilidad del mercado como arbitro y proveedor de las necesidades sociales; su defensa de propiedad colectiva y de las decisiones en ese mismo ámbito, socavarían un ejercicio de esta naturaleza. Sin embargo, es necesario advertir que por alejado que se encuentre alguien de la filosofía liberal que acompaña al capitalismo, cuando alguien construye un puente, un hospital es porque le concede valor a la vida y generar una solución para mejorar la calidad de vida directa o indirectamente implica incurrir en un costo de oportunidad que revela el mercado. De esta manera, creemos que es posible valorar las funciones y externalidades ambientales, que están íntimamente relacionadas con el sostenimiento de la vida

cionan los bienes ambientales sobre la base de que estos repercuten en las funciones de utilidad [14].<sup>7</sup>

Pero, ¿Cómo entonces inferir preferencias sociales a partir de las preferencias Individuales?

Bajo la perspectiva neoclásica, los beneficios del mercado se miden a partir de los excedentes de los consumidores y productores. Estos excedentes se expresan en unidades monetarias y pretenden evaluar el coste de oportunidad ocasionado por la utilización de los bienes económicos, tanto en el consumo como en la producción [15]. Esto quiere decir, que si un individuo realiza un acto de consumo, obtiene un beneficio que debe coincidir con la cantidad máxima de otros artículos de consumo que estará dispuesto a sacrificar por el bien en cuestión. Por tanto, el concepto principal para medir beneficios (o perjuicios) de los activos ambientales, es el concepto de excedente, el cual permite poner las funciones y servicios en igualdad de condiciones frente a otros bienes de mercado que compiten por la asignación de los recursos disponibles (ver figura 1).

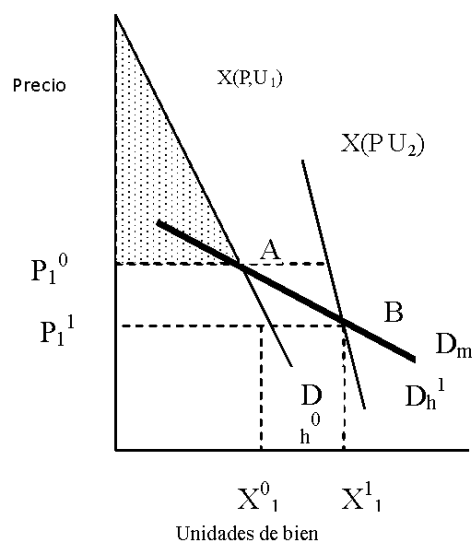
En este orden de ideas, todos los métodos de valoración ambiental tienen un punto en común, que consiste en conceptualizar y medir los beneficios ambientales por lo que realmente la gente desea intercambiar; por su disfrute, por lo que ésta realmente está marginalmente dispuesta a pagar por éste (DAP); o de forma alternativa, por lo que estaría marginalmente dispuesta a aceptar como compensación por ese daño (DAC).<sup>8</sup>

El enfoque de valoración contingente, es una buena herramienta para aprehender lo que las personas piensan sobre los recursos expuestos a intervención antrópica.

### El enfoque de valoración.

Cuando no existe información de mercado, ni valores subrogados acerca de las preferencias de los individuos

Figura 1: Medidas de Bienestar Hicksianas y Marshallianas



(disposición a pagar o aceptar) respecto de ciertos recursos naturales o servicios ambientales, el método de Valoración Contingente, se erige en una herramienta valiosa para capturar las repercusiones que provoca la calidad del medio ambiente, en los niveles de utilidad humana. Consiste en presentar a los individuos situaciones hipotéticas (contingentes) y preguntarles sobre su posible reacción a tal situación, como por ejemplo, preservar un área silvestre, construir un puente, mejorar o empeorar la calidad ambiental.<sup>9</sup> Existe una amplia gama de técnicas contingentes específicas, basadas principalmente en la teoría de las decisiones y juego y que persiguen “auscultar” el comportamiento de los individuos ante situaciones concretas.

Sin embargo, los ejercicios más recomendados para realizar estimaciones de la Disponibilidad marginal a pagar (DAP) a través de la valoración contingente, han partido de la premisa que es posible estimar los cambios en el bienestar de las personas por efecto de modificaciones en la calidad ambiental, mediante la utilización

7 Bajo el enfoque metodológico de la economía ecológica se intenta medir estos valores en unidades de trabajo o energía. Sin embargo, aún sus resultados no son contundentes, toda vez que no han podido resolver satisfactoriamente, la traducción de valores a precios.

8 Cabe agregar que como la valoración es consecuencia de la asignación de un valor o satisfacción subjetiva que recibe el ser humano de los recursos naturales; el valor económico total; depende de los elementos generadores del mismo. Según la teoría económica, provienen de su capacidad de colmar una necesidad presente (Valor de uso directo) y relacionada con el disfrute del recurso en el consumo o la producción, tal como la recreación o la contemplación paisajística; de beneficio que se desprende de las funciones ecosistémicas (valor de uso indirecto) como la captura y retención de carbono en los bosques; de la posibilidad de uso futuro (valor de opción) y del valor de no uso o valor intrínseco, que proviene del simple hecho de existir (valor de existencia) o de la posibilidad de legar (valor de herencia) a las generaciones futuras.

9 La entrevista puede ser directamente a través de cuestionarios o a través de diversas técnicas experimentales en las cuales los individuos responden a estímulos presentados bajo condiciones controladas



de modelos con formato binario donde el entrevistado responde si/no frente a la posibilidad de erogaciones monetarias por un beneficio o perjuicio en su calidad de vida. Tal procedimiento supera los métodos de subasta anteriores, que obligaban a repreguntar varias veces hasta que el entrevistado cambiaba de respuesta, con el consiguiente peligro de un sesgo inducido por el entrevistador.<sup>10</sup>

Se trata en últimas de estimar medidas de bienestar Hicksianas, que suponen la definición de una función de gasto, o una función de utilidad indirecta que dependen a su vez, de la situación del individuo y de la apropiación de su espacio vital, frente al cambio propuesto en el medio ambiente (ver tabla 1).

Pero quizás, es la función indirecta de utilidad desarrollada por M. Hanemann [16], la que mejor permite enfrentar limitaciones como la escasez de información y la complejidad de los procedimientos de estimación. Así, las medidas que soportaron las preguntas del cuestionario aplicado, intentaron examinar el excedente compensatorio (EC), toda vez que buscó averiguar el cambio en la renta, a partir del nivel inicial de utilidad, dadas las alteraciones en la calidad ambiental(Ver tabal 1).<sup>11</sup>

Efectivamente a través de ésta, se puede capturar el valor monetario del activo ambiental a partir de la comparación de dos funciones indirectas de utilidad: una sin proyecto de mejora y otra con proyecto (Ver tabla 1).

Con estos elementos, la maximización de la utilidad del consumidor, cuando se incorpora la demanda por

**Tabla 1:** Preguntas involucradas en las Medidas Hicksianas de bienestar

ALTERACION DEL BIENESTAR	EXCEDENTE COMPENSADO (DERECHO AL STATUCUO)	EXCEDENTE EQUIVALENTE (DERECHO AL CAMBIO)
Incremento	DAP Para Obtener	DAC por Renunciar
Disminución	DAC por Permitir	DAP para Evitar

**Fuente:** Elaboración propia, basada en Krimstön y Riera

servicios ambientales, redunda en un modelo como el que se indica enseguida:

$$U_j = v_j(P, Y, q_j), \tag{1}$$

Con  $U$ , representado la utilidad; donde  $j=0$  es la situación sin proyecto y  $J= 1$ , la situación con proyecto (mejora ambiental);  $P$  es el vector de precios e  $Y$  el ingreso.

Se asume además un vector de calidad de bienes ambientales  $q$ , al cual se pueden incorporar también las características socioeconómicas más relevantes que moldean la respuesta a la pregunta sobre la DAP.

Como las funciones de utilidad específicas son desconocidas, se genera una estructura estocástica, lo cual implica que la utilidad indirecta subsecuente, es una variable aleatoria con alguna distribución de probabilidad para los parámetros y con medias que dependen de las características observables de los individuos [17]. Así la expresión correspondiente, a esta condición, es:

$$U_j = v_j(P, Y, q) + \varepsilon_j \tag{2}$$

Siendo  $\varepsilon_j$  el error aleatorio con media cero.

En consecuencia, el modelo Valoración contingente, enfrenta al individuo a una elección entre una mejora en la calidad ambiental (de  $q_0$  a  $q_1$  por ejemplo), por la cual se debe pagar una cantidad  $A_v$ , o no tener la mejora y no pagar. Cabe anotar que la verdadera valoración del recurso no es observable directamente de las respuestas de los individuos, pero es posible inferirla partiendo del razonamiento siguiente:

$$\begin{aligned} Pr(Si) &= Pr[ v_1(P, Y, A_v, q_1) + \varepsilon_1 > v_0(P, Y, q_0) + \varepsilon_0 ] \\ &= Pr[\Delta v > \varepsilon_0 - \varepsilon_1] \\ Pr(Si) &= Pr[\Delta v > \eta] \\ Pr(Si) &= Pr[\Delta v > \eta] = F \eta(\Delta v) \end{aligned} \tag{3}$$

Donde  $Pr$ , es la probabilidad asociada a cada fenómeno y  $F \eta$  es la función de distribución acumulada ( $\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$ ) que evaluada en  $\Delta v$ , la función indirecta de utilidad, asume una distribución logística del tipo:

10 Una disertación más extensa sobre el tema se encuentra en la Guía para la utilización de Modelos econométricos en aplicaciones del método de valoración Contingente. Banco Mundial. Washington.2000.

11 El elector podrá profundizar en el tema, en textos de Economía Ambiental como el de Labandeira y otros (2007) o Riera et al(2005)

$$Pr(s_i) = [1/(1 + e^{-\Delta V})] \quad \text{Ec. (4)}$$

Para realizar las estimaciones del modelo planteado la ortodoxia econométrica recomienda la utilización de los modelos Logit o Probit seguido de los procedimientos de máxima verosimilitud<sup>12</sup>.

Las formas funcionales básicas propuestas por Hanemann[18] son en consecuencia: (Ver tabla 2)

Donde los parámetros  $\alpha$  (léase  $\Delta\alpha$ ) y  $\beta$  que se desprenden del análisis anterior, representan el cambio de utilidad por la mejora en la calidad ambiental (producción limpia en la mina) y la utilidad marginal del dinero dispuesto al consumo del activo ambiental respectivamente, o si se quiere la porción de dinero sustraído del ingreso para adquirir el activo ambiental.

Dado que la variable dependiente ( $\Delta V$ ) se construye a partir de probabilidades con el tipo de preguntas tipo dicotómicas, la estimación paramétrica escogida (Logit), conduce a:

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = e^{\alpha - \beta A + \varepsilon_i} \quad \text{Ec. (6)}$$

Si se cumple lo anterior, los parámetros ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) no se pueden estimar a través de mínimos cuadrados ordinarios, por lo que se introduce el logaritmo natural (Ln), construyendo de esta manera un modelo *logit* ( $L_i$ ).<sup>13</sup>

$$L_i = \ln \left[ \frac{P_i}{1 - P_i} \right] = \alpha - \beta(A) + \varepsilon_i \quad \text{Ec. (7)}$$

Además,  $L_i$  ha sido ponderado por el factor  $W_i = N_i P_i (1 - P_i)^{14}$ , es decir  $L_i^*$

Donde:

$N_i$ : Número de personas que contestaron la encuesta con un nivel de ingreso dado

$P_i$ : Probabilidad de que el individuo acepte pagar por la mejora ambiental

$1 - P_i$ : Probabilidad de que el individuo no acepte pagar por la mejora ambiental

Para tener a la postre, que si la variación de precios deja indiferente al informante (con una probabilidad mayor a 0,5) conforme lo establece el enfoque Hiccsiano, la variación en la utilidad se vuelve nula, por lo que  $\Delta V = 0$ , y la DAP queda convertida en:

$$A = \alpha / \beta \quad \text{Ec. (8)}$$

Con todo esto en últimas, para el caso que nos ocupa, lo que se le estaría preguntando a los agentes, es cuánto estarían dispuesta a sacrificar de su ingreso, por una mejora ambiental equivalente a una reducción del precio del activo sometido a la degradación antrópica.<sup>15</sup>

### Los factores de vulnerabilidad ambiental

Como la valoración contingente, es una herramienta de análisis orientada a estimar los *valores de no uso* en contextos donde no existe información de mercado y no resulta posible conocer las preferencias (reveladas) de las personas a través de una matriz instuida de precios; se supuso que el individuo experimenta un mayor nivel de utilidad si accede a los beneficios de una mejor

Tabla 2: Estimación de los valores DAP

Función de utilidad indirecta (V)	Forma Funcional $\Delta V$	Media *	Mediana
1. $v_j = \alpha_j + \beta Y + \varepsilon_j$ 2. Sin formulación	$\Delta v = \alpha - \beta A t$ $\Delta v = \alpha - \beta \ln A t$	$\alpha / \beta$ $\alpha / \beta$	$\alpha / \beta$ $\alpha / \beta$

Fuente: Vásquez Felipe et al (2000).

12 Una forma sencilla de plantear estos procedimientos econométricos se encuentra en manuales de Econometría como el de Gujarati (1992) y Novales (1993).

\*Los valores de la media y la mediana se entiende que se derivan del despeje de A (VDAP) en la ecuación principal de variación de la utilidad indirecta (por la constancia en la función de utilidad) suponiendo que los cambios en la función de utilidad son iguales a cero.

13 Con este, se soluciona el problema de las probabilidades lineales.

14 Con esto, las varianzas de los errores ( $\varepsilon_i$ ) se vuelven homocedásticas curando el modelo de la posible presencia de heteroscedasticidad.

15 En términos de la discusión microeconómica de las medidas de bienestar, se estaría hablando de la variación compensatoria que implica medir el deseo a pagar una determinada cantidad de dinero para asegurar un beneficio (mejora ambiental) o evitar una pérdida (daño ambiental). Pero así mismo, se indaga por la valoración equivalente, que recurre a medir el deseo a aceptar una determinada cantidad de dinero por tolerar una pérdida (daño ambiental) o renunciar a un beneficio mejora ambiental.



calidad ambiental. Entonces, al tratarse de un modelo esencialmente probabilístico [19] se siguieron los siguientes pasos:

- i) La definición de los componentes de la calidad ambiental y la población involucrada.
- ii) Aplicación de la encuesta, incluyendo la selección y el diseño del formato.<sup>16</sup>
- iii) Determinación del medio de pago para revelar preferencias.
- iv) Se aplicó un pre test para ajustar el cuestionario, (la población de Coconuco).
- v) Selección de la muestra (tipo aleatorio simple)
- vi) Se procesó la información obtenida económicamente y se analizaron los hallazgos.

De esta manera se tomó un centenar de encuestas, en las veredas aledañas a la mina que generaron información relevante

En efecto, de las 100 encuestas aplicadas a las siete localidades que hacen parte del área de influencia directa de la explotación minera, el factor principalmente perjudicado es el suelo y, por ende, la productividad agropecuaria (Ver figura 1).

De hecho, pareció haber acuerdo alrededor de la idea que las dificultades económicas de la empresa minera, acompañaron la obsolescencia de la maquinaria y de tecnologías limpias. Y que esto, es el foco de todos los problemas ambientales de la zona. Según sus aseveraciones, en las últimas décadas- fruto de estos problemas- vieron como la infertilidad de las tierras se incrementó, poniendo en riesgo el desarrollo de los cultivos de pan coger.<sup>17</sup>

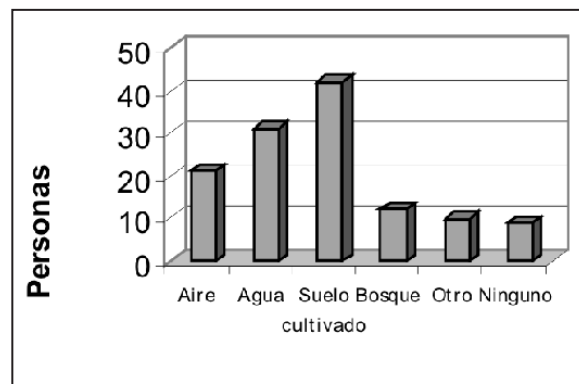
A las apreciaciones anteriores, se sumó la del aprovechamiento del agua. Justamente, las personas encuestadas en el Cruce de la Mina, fueron las que mayor preocupación reflejaron sobre la calidad y cantidad de

agua consumida. Tan sólo nueve personas de las cien indagadas manifestaron no haber percibido ninguna clase de variación en los factores y recursos ambientales anteriormente mencionados.

De otro lado, cinco de las siete poblaciones encuestadas identificaron a la minería como la actividad económica que más perjuicio e incidencia tiene sobre los recursos naturales de la región (Ver figura 2). En específico, los comentarios relacionaron el creciente nivel de la contaminación, la acidez y esterilización de la tierra, la quema de cultivos, la desertización, el vertimiento de residuos a las fuentes hídricas y la emisión de gases y vapores como manifestaciones puntuales de las externalidades ambientales. Sin embargo, también se quiso averiguar sobre la fuente del valor de la mina para la comunidad. La percepción de la gran mayoría de personas encuestadas, fue que el principal factor que se ha beneficiado con la ejecución y vigencia del proyecto minero, es el económico. Pero que de ello no se ha derivado beneficios culturales, ni ascenso social, ni de ningún otro orden para el colectivo.

Es más, la mayoría se manifestó indiferente ante la posibilidad de cierre de la mina.

Figura 1: Medidas de bienestar Hicksianas y Marshallianas



Fuente: Cálculos del autor

16 Se pueden utilizar diferentes formatos para conocer la disponibilidad a pagar de las personas encuestadas. Los tres tipos de formatos más comunes son: formato abierto, establecido como paso preliminar para determinar rangos de dinero necesarios para establecer, luego preguntas más precisas; formato subasta, donde se le sugiere al informante, valores por una mejora ambiental, hasta tener un conjunto de precios y cantidades necesarios tal cual una función de demanda; y el formato referéndum, donde el entrevistado contesta si, o no, ante una propuesta de mejora que encarna, un valor monetario. Este fue el formato que sirvió de base al estudio.

17 La selección de la muestra se llevó a cabo bajo muestreo aleatorio simple, cuestión que resultó de cotejar los datos del Censo del 2005 (DANE 2005) y los del Consejo Regional Indígena (CRIC, 2005). Así de los 12961 habitantes mayores de edad en la zona de influencia del resguardo indígena de Puracé, se pudo extraer un grupo significativo de 96,06 personas. Sin embargo, en el campo se tomó una muestra de 100 observaciones, suponiendo una desviación estándar de 0,5 y un error tolerable del 10% (Grajales 2005 Uribe 2003) respondiendo a la siguiente expresión:

Finalmente se hicieron las estimaciones sobre los cambios en el bienestar asociados a las externalidades, pero la encuesta piloto demostró nula disponibilidad a pagar o recibir por una mejora en la calidad ambiental. Esto se explica, en parte, por los bajos niveles de circulación de dinero, la estrechez de los mercados, las contingencias macroeconómicas del sector agropecuario bajo el modelo de apertura y la debilidad en las escalas de ingreso de los habitantes en la zona. De manera, que se cambió la pregunta por la de disponibilidad a colaborar (tiempo y dinero), con el fin de convertir estos valores a escalas monetarias.<sup>18</sup>

Puestas estas consideraciones de manifiesto, se pudo encontrar que 85 personas (Ver tabla 3) estuvieron dispuestas a colaborar en trabajo. El rango de horas de trabajo dispuestas para mejorar el medio ambiente estuvo entre cero y seis horas por mes.

Teniendo esto en cuenta, la estimación del modelo, condujo a una expresión como la siguiente:

$$Li^* = 6,98194 - 0,000152 A$$

(0.964931) (2.97E-05)

Donde:

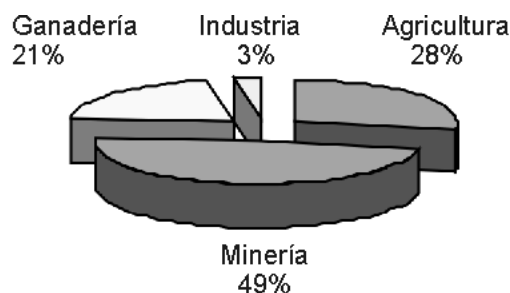
$$\alpha = 6,98194 \quad \text{y} \quad \beta = 0,000152$$

De lo que se desprende que si al individuo le es indiferente pagar o no pagar por la mejora ambiental (suponiendo entonces que  $\Delta V = 0$  y una probabilidad mayor de 0,5) la expresión determinante de las alteraciones en su nivel de bienestar es del tipo<sup>19</sup>:

$$A = \frac{6,98194}{0,000152}$$

$$A = \$45.933,8$$

Figura 2: Medidas de bienestar Hicksianas y Marshallianas



Fuente: Cálculos del autor

Tabla 3. Número total de encuestas

MUNICIPIO / VEREDA	NÚMERO ENCUESTAS
Puracé	39
Tabio	18
Campamento	15
Alto Paguinúo	10
Kilómetro 6	7
Cruce de la Mina	6
Coconuco	5
TOTAL	100

Fuente: Informe final. Curso de Evaluación Ambiental de Proyectos II semestre de 2006

Este indicador señala, que los vecinos a la mina estarían dispuestos a aportar \$46.000 aproximadamente, de llevarse a cabo un proceso de mitigación, prevención, corrección y/o compensación de los impactos. Este valor vendría a subsanar, las pérdidas de bienestar equivalentes a un incremento de precios de los recursos comprometidos por la acción del enclave, si estos tuvieran mercado y los costes del disfrute de los activos ambientales se incrementara.<sup>20</sup> Es más, esta cifra representaría sacrificar el 11,27% de un salario mínimo mensual, para compensar la pérdida del bienestar infringida<sup>21</sup>. Ahora, si los puraceños valoraran en igual medida

18 Las horas donadas, luego conocer los jornales diarios rurales

19 Los parámetros correspondieron a los signos esperados y resultaron significativos con un nivel de confianza del 95%, (ver anexos). Sin embargo, es preciso anotar que la importancia económica y teórica de ( $\alpha$ ) es cuestionable. En este sentido, el lector podrá encontrar en Hanneman (1984) que la utilidad fundamental de este es ayudar a estimar la disponibilidad a pagar.

20 Las pruebas de hipótesis se presentan en el anexo No 3. Allí mismo se muestran otras formas de estimación como los modelos de variables dicotómicas (variables *dummy*)

21 Al averiguar sobre su disponibilidad a colaborar por una mejora, también se investigó sobre su inclinación a recibir alguna compensación monetaria por tolerar una desmejora en la calidad ambiental, obteniéndose que en todas las poblaciones encuestadas, a excepción de la vereda de Campamento, se asumiera una posición reacia frente a dicho ofrecimiento. Este tipo de respuesta, podría interpretarse a la luz de la teoría de la disonancia cognitiva, cosa que significa que la gente valora más las pérdidas que los beneficios.

tanto las pérdidas como los beneficios (en ausencia de disonancia cognitiva), y estuvieran dispuestos a recibir alguna compensación por la degradación ambiental, la cifra mencionada sería un buen rasero para establecer un estímulo económico por tolerar la externalidad.

## CONCLUSIONES

El ejercicio que se acaba de mostrar, rompe un poco con la tendencia en materia de evaluación económica de impactos ambientales, demostrando que las evaluaciones *ex post* son confiables para analizar los aciertos o equívocos provocados por la marcha de un proyecto o actividad frente a criterios de eficiencia asignativa. Así mismo, se corrobora que las tasaciones intersubjetivas, son herramientas útiles de gestión ambiental en contextos bajo los que las condiciones del desarrollo capitalista, una cultura y una postura ideológica son virtualmente opuestas a los modelos neoclásicos. Esto porque, externalidades como las de la explotación del azufre, se convierten en una amenaza para la calidad de vida y la armonía ambiental del municipio; tanto que las preferencias tienden a individualizarse. Sin embargo, también es preciso reconocer la falibilidad del método en términos de infravaloración o sobrevaloración por comportamientos estratégicos derivados de la familiaridad de los entrevistados o las alinderaciones políticas al interior de los grupos que manejan o están excluidos de la administración de la empresa minera. De la misma manera, se pudo haber caído en sesgos muestrales, por la inadecuada selección de los informantes. De ahí la necesidad de complementar este tipo de ejercicios con muestreos aleatorios especificados que permitan establecer mediciones más precisas que reconozcan las particularidades socioeconómicas de las veredas aledañas a la mina. Así mismo, el método no indaga profundamente sobre las alteraciones del medio natural, por lo que es preciso avanzar hacia las valoraciones multicriterio. Aunque esto no es óbice para entender, que frente a situaciones de riesgo, se cumplan los supuestos del modelo de valoración contingente y se facilite la estimación monetaria de los cambios en el bienestar.

En este orden de ideas, veleidades como las anotadas, no invalidan la procedencia de este tipo de ejercicios en sentido exploratorio. Entonces cabe pensar, que los casi \$46000 mensuales, en que el individuo promedio, probablemente ve alterado su nivel de bienestar ante

una mejora en la calidad de su entorno, se aproxime efectivamente a una tasa marginal de sustitución entre la situación que se percibe actualmente y el coste de una política que mejore su situación. Adicionalmente, permite inferir el costo en materia de eficiencia, de no asumir el uso de tecnologías limpias, que entre otras cosas, se revierte en la imposibilidad de absorber mano de obra adicional en beneficio de la empresa y de la comunidad.

Finalmente es importante anotar, que externalidades como las generadas por la producción de azufre, hacen parte de una problemática mayor del desarrollo regional que encarna conflictos políticos y distributivos en la formulación de políticas públicas. Este tipo de ejercicios aporta un poco en la formulación de opciones de carácter sostenible, que necesariamente pasan por inversión en tecnologías limpias y proyectos paralelos basados en ecoeficiencia y ecoturismo que respeten los valores ancestrales y amplíen el conocimiento colectivo necesario para generar una cultura más democrática y participativa, aunque deben acompañarse de estudios de sostenibilidad política, económica y cultural que soporten análisis de costo beneficio y costos efectividad.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se inspira en los resultados de un Ejercicio de Investigación en el Aula, desarrollado a partir del curso de Evaluación Ambiental de Proyectos (Programa de Economía) y Economía Ambiental (Programa de Ingeniería Forestal) durante el año lectivo 2006. Cabe agradecer la participación de los estudiantes de último semestre de Economía y 8<sup>a</sup> Semestre de Ingeniería Forestal, así como la valiosa colaboración y acompañamiento de la Empresa EMICAUCA S.A y el Resguardo indígena de Puracé por avalar este tipo de trabajos que acercan la academia a las problemáticas del desarrollo *in situ*. Además subrayar el esfuerzo denodado de la profesora Alejandra Ramírez (Ingeniera Forestal) y de los estudiantes, ahora colegas, Reinaldo Alexander Mosquera, Adriana Vásquez, Carlos Raúl Prado y Mario Chávez. Así mismo, recalcar que los errores en los que se pudo haber incurrido en la elaboración de este, son responsabilidad exclusiva del que suscribe esta nota, toda vez fue el quien finalmente condujo y evaluó todo el proceso.

## REFERENCIAS

- [1] DOBSON Andrew. Pensamiento Verde. Trota. Serie Medio Ambiente. 1999, pp 272.
- [2] SUNKEL osvaldo y Nicolo Gligo (selección). Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina., Fondo de Cultura Económica, Serie Lecturas N° 36, México, 1980. Vol 2.
- [3] GÓMEZ Carlos Mario. Desarrollo sostenible y Gestión Eficiente de los Recursos Naturales. en Diego Azqueta y Antonio Ferreiro. Análisis Económico y Gestión de Recursos Naturales. Alianza editorial. Madrid 1987.
- [4] LABANDEIRA Xavier et al. Economía Ambiental. Pearson. 2007
- [5] KOLSTAD Charles. Economía Ambiental. Oxford. México 2000.
- [6] BANCO MUNDIAL. World Development Report 2002.
- [7] RIERA Pere et al. Manual de Economía Ambiental y de los Recursos naturales Thomson 2005.
- [8] MENDIETA Juan Carlos. Manual de Valoración Económica de Bienes no Mercadeables. Documentos CEDE. Marzo de 2005
- [9] Meentzen Angela. La participación política Indígena en América Latina. Dialogo Político. NO 2 de 2007.
- [10] Ecología. Coordinación del sistema educativo Abierto y Distancia de España. Ecología. Colegio de Bachilleres. Limusa . España 2005.
- [11] Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Valoración Económica de las funciones del Medio Ambiente. Apuntes metodológicos. Documento de trabajo N<sub>o</sub> 1. Serie Economía Ambiental. 1996.
- [12] PEARCE, D. y Turner, R.T.. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Colegio de Economistas de Madrid, Celeste Editores. Madrid. (1995)
- [13] CORTÉS L. Raúl. Sobre la economía Política de la Gestión Ambiental Urbana: Aspectos críticos de la planeación del Desarrollo Sostenible. Lecturas de Economía. No 64. Enero Junio-2006).
- [14] CONSTANZA Robert et al. Environment and Economics. Environment and development economics. Vol 2. No 1. 1999.
- [15] LABANDEIRA Xavier et al. Economía Ambiental. Pearson. 2007.
- [16] AZQUETA Diego. Valoración Económica de la Calidad Ambiental". Mc Graw-Hill. 1994.
- [15] VAN KOOTEN G. Cornelis and Edwin H. Bulte. The Economics of Nature. Managing Biological Assets. Blackwell. Publisher. 2000.
- [16] SHULTZ L Oportunities and Limitations of contingent valuation surveys to nacional park entrante fees: Evidence from Costarica. Envirotment Economics Vol 3. feb 1998.
- [18] VASQUEZ LAVIN Felipe, CERDA URRUTIA Arcadio , ORREGO SUAZA Sergio. Valoración Económica del Ambiente Thomson Internacional editorial. 2007
- [19] URIBE Eduardo et al. Introducción a la Valoración Ambiental, y Estudio de caso. Universidad de los Andes. Bogotá 2003 (Uribe et al 2003, Azqueta 1994