

1-1-2011

Impacto del comercio internacional de emisiones (CIE) en el bienestar económico de los habitantes de Colombia

Jonatan Sayago Restrepo

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia>

Citación recomendada

Sayago Restrepo, J. (2011). Impacto del comercio internacional de emisiones (CIE) en el bienestar económico de los habitantes de Colombia. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/305>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Económicas y Sociales at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Economía by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.



**IMPACTO DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE EMISIONES (CIE) EN
EL BIENESTAR ECONÓMICO DE LOS HABITANTES DE COLOMBIA.**

JONATAN SAYAGO RESTREPO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

**IMPACTO DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE EMISIONES (CIE) EN
EL BIENESTAR ECONÓMICO DE LOS HABITANTES DE COLOMBIA.**

JONATAN SAYAGO RESTREPO

JUAN MANUEL VARGAS

Director

**Proyecto de investigación para optar por el título de
Economista**

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

2010

Calificación

Firmas

Jurado Martha Usaquen

Jurado Ricardo Moncada

Director Juan Manuel Vargas

Agradecimientos Especiales

*Sin lugar a dudas este es uno de los mayores logros de mi vida
Para lo cuál fue indispensable el apoyo incondicional de personas
Muy valiosas e importantes que hicieron parte de este camino y
Que con cariño me acompañaron en los buenos y malos momentos de mi andar,
Por eso quiero agradecer principalmente al mayor de mis asesores
Consejero, y amigo Dios, quien me escucho y me guió por el mejor
De los senderos, gracias a mi Madre Gloria Restrepo y a mi Padre
Raimundo Sayago quienes con su ejemplo insuperable me ensaaron
A vivir! , a mis amigos de infancia, neider carlos caro, diana, tita y demás
Gracias por tantos momentos agradables, tantas sonrisas y por estar
Ahí siempre, a mis amigos de adolescencia villita, juli, checho, tatico
Panu, Vicente, maría, norma, yaya, gracias por tantos buenos momentos,
Por acogerme y por permitirme aprender a su lado, a una personita
Muy importante en mi última etapa, moni gracias por enseñarme tanto
Por apoyarme y darme siempre una voz de consuelo cuando desfallecía.*

*A mi asesor Juan Manuel Vargas y en general a todos y cada uno de
Los maestros de la Universidad de la Salle que me enseñaron
Cosas importantes teóricas pero lo mejor, me enseñaron a aprender
Que en la vida es lo que nunca dejaremos de hacer.*

A todos mil y mil gracias!

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
I. COMERCIO DE EMISIONES DE GASES RESPONSABLES DEL CAMBIO CLIMATICO	4
1. Emision de Gases y Protocolo de kioto	4
2. Efectos económicos de los mecanismos de flexibilización en el Protocolo de Kioto	7
II. MARCO TEORICO	12
1. Estado y economía: un ciclo a través de la historia.....	16
2. Fallas de mercado: Una aproximación económica de la política pública.....	18
3. Bienes Ambientales; una aproximación económica.....	21
4. Conceptualización de la política pública.....	23
III. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	25
1. Cálculo del Bienestar	25
2. Estructuración del modelo de Bienestar.....	28
2.1 Receptores De emisión	29
2.2 Producción.....	30
2.3 Funcion del Bienestar	32
3. Modelización Econométrica.....	32
4. Resultados del Modelo.....	34
IV. CONLCUSIONES	37
V. BIBLIOGRAFIA	39
VI. ANEXOS	41

RESUMEN

Este documento tiene como objetivo principal determinar el impacto del comercio internacional de emisiones (CIE) en el bienestar de los habitantes de Colombia, objetivo que se desarrollara desde diferentes perspectivas cualitativas y cuantitativas. Desde la perspectiva teórica, la determinación del bienestar por el Comercio Internacional de Emisiones (CIE), representa una contribución a la discusión en torno a la identificación de los precios de los bienes ambientales con una aplicación a la economía del Bienestar.

En términos ambientales, el trabajo planteado representa un avance, en sentido técnico, para la determinación de la pérdida de bienestar y su repercusión en el sector económico, representando una alternativa de solución para la sostenibilidad de las actividades económicas en Colombia, y contribuyendo a la propuesta del Desarrollo Humano Integral y Sustentable (DHIS) de ser económicamente viable y sostenible (SIUL; 2008).

En términos metodológicos, contribuye a la hora de resolver los problemas asociados a la pérdida de recursos naturales y los costos derivados de él a través de la estimación del excedente del consumidor para determinar, en términos económicos, pérdidas en el Bienestar social.

Finalmente, se puede concluir que de acuerdo a la situación actual y a los planteamientos de regulación del comercio de emisiones se genera una acomodación óptima de los agentes en este mercado, pero afectando el bienestar del país receptor Colombia.

Palabras Clave: Comercio de emisiones, Economía del Bienestar, Economía ambiental, Desarrollo humano Integral y Sustentable.

ABSTRACT

This paper's main objective is to determine the impact of international emissions trading (CIE) in the Colombian people welfare, goal that will be developed from a variety of qualitative and quantitative perspectives. From the theoretical perspective, the determination of welfare by the International Emissions Trading (CIE), represents a contribution to the discussion on the identification of environmental goods prices with an application to welfare economics.

In environmental terms, the proposed work represents an advance in the technical sense, to determine the welfare loss and its impact on the economic sector, representing an alternative solution for the sustainability of economic activities in Colombia, and contributing to proposed Comprehensive and Sustainable Human Development (DHIS) to be economically viable and sustainable (Siula, 2008).

In terms of methodology, contribute to solving the problems associated with the loss of natural resources and the costs associated with it through the consumer excess estimate to determine, in economic terms, social welfare losses.

Finally, we conclude that according to the current situation and approaches to regulation of emissions trading generates an optimal accommodation of the players in this market, but affecting the welfare of the host country Colombia.

KEYWORDS : Emissions trading, welfare economics, environmental economics, Integrated and Sustainable Human Development.

INTRODUCCIÓN

Las controversias presentadas desde finales de los ochenta por el calentamiento global, orientaron la definición de políticas públicas en torno a los problemas ambientales (Herruzo, 2002). A partir de entonces, han sido numerosos los debates en torno a identificar las causas de la preocupación y las estrategias a seguir para lograr darle trámite a los planteamiento formulados en los diferentes foros internacionales, enfocando la discusión en encontrar un balance entre las aspiraciones de bienestar de la sociedad en su conjunto y la capacidad del ecosistema global para permanecer indefinidamente sin ser amenazado por la actividad humana (Chavarro, 2005).

La sostenibilidad de las actividades económicas depende, en gran medida, de los recursos naturales vitales para la consecución de herramientas básicas de conservación. Dentro de los recursos necesarios se encuentra el mantenimiento del ambiente en sus condiciones aptas para la vida, entendida como un producto vital para la supervivencia humana y para la seguridad alimentaria, y a su vez como un recurso estratégico para la industrialización, el desarrollo económico, la seguridad energética y el trabajo.

En términos económicos, los procesos productivos y las transacciones, solo se generan si benefician a todas las partes involucradas, y en esta medida, los costos y beneficios derivados de esta relación afectan solamente a los participantes en la transacción (Trincado, 2008). No obstante, los procesos económicos afectan a individuos y sociedades que no están directamente involucrados en las transacciones, de tal suerte que las fallas de mercado resultan ser una distribución sesgada de los beneficios, en donde el mercado no es capaz de reflejar el objeto de la transacción, ni mucho menos

avisar su impacto en el bienestar social (Posada, 2007)¹, haciendo necesaria la intervención del Estado u organismos internacionales a través de soluciones de política pública.

De esta manera, y dado el creciente debate mundial generado en torno al calentamiento global como resultado de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (Herruzo, Op. Cit), en diversos foros y conferencias que reúnen a las autoridades mundiales en materia ambiental, se ha logrado concertar que se deben tomar acciones específicas que impidan la interferencia humana con el cambio climático mundial, como la reducción de emisiones de gases efecto invernadero para los países desarrollados, estableciendo unas cuotas límite de contaminación por países.

Este mecanismo consiste en que las autoridades fijan el nivel máximo de externalidad aceptable para un país o región, emitiendo unos títulos o permisos negociables equivalentes a ese nivel de externalidad. La asignación de permisos más generalizada tiene lugar en dos fases. En una primera fase, los permisos son distribuidos por el Estado entre las empresas emisoras existentes. En una segunda fase, la negociación entre las propias empresas en un mercado de permisos de emisión permitirá las asignaciones futuras. Ante la adopción de nueva tecnología menos contaminante, las empresas podrán ofrecer el exceso de permisos a otras firmas. Una asignación inicial por el Estado, seguida de un intercambio entre empresas parece ser la forma más eficiente para obtener un nivel aceptable de externalidad previamente establecido por autoridades. (Torregosa, 2007).

Ahora bien, sabemos que Colombia es receptor de la contaminación emitida por los países desarrollados, que no tienen compromisos de reducción de la contaminación, que no se encuentra habilitado para participar en el comercio de emisiones, y por tanto,

¹ Desde la Economía Ecológica se aborda el problema desde la termodinámica, concibiendo la economía como un sistema abierto, que tiene entradas (recursos naturales) y salidas (Residuos).

no se les ha asignado derechos de emisión. Dado lo anterior, este trabajo tiene como propósito evaluar el bienestar de los habitantes de Colombia con el Comercio Internacional de Emisiones (CIE), específicamente, intentando dar respuesta a esta pregunta ¿cuál es el impacto del CIE en el bienestar de los colombianos?

En la primera parte de este documento se explicarán los mecanismos del comercio internacional de emisiones en un contexto de mercado, en la segunda parte se muestra la evidencia teórica del comercio de emisiones, la tercera parte da cuenta del bienestar en sentido económico. La cuarta parte hará un diagnóstico y valoración de la situación del comercio de emisiones en términos de bienestar para Colombia, para terminar con las recomendaciones y conclusiones.

I. COMERCIO DE EMISIONES DE GASES RESPONSABLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

1. Emisión de gases y Protocolo de Kioto.

Dada la preocupación de la comunidad en el ámbito internacional por los efectos y las consecuencias del calentamiento global como resultado de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, se empezaron a abrir escenarios internacionales que vincularan política y jurídicamente a los países del mundo. En virtud de esta preocupación, en el año 1992 se desarrolló la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que tuvo como objetivo la estabilización de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, a un nivel que impida la interferencia humana con el sistema climático mundial.

En el marco de este tipo de convenciones, en el año de 1997, diferentes países acordaron el texto del Protocolo de Kioto (PK), el cual establece compromisos cuantificados de reducción de emisiones de GEI para los países desarrollados. Anexos a este Protocolo, se encuentran los llamados mecanismos de flexibilidad, que tienen como propósito facilitar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones en cuanto a la racionalización de los costos que esto supone. Los mecanismos de flexibilidad consisten en tres modalidades diferentes: el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el Mecanismo de Implementación Conjunta (IC) y Comercio Internacional de Emisiones (CIE).

Para frenar la amenaza del calentamiento global, se firmó en 1992 el Convenio de las Naciones Unidas sobre cambio climático, cuyo objetivo era la estabilización de las

concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Para su cumplimiento, los representantes de más de 150 países suscribieron el Protocolo de Kioto, en donde se propusieron disminuciones obligatorias en las emisiones de gases de invernadero por parte de los principales países industrializados (León, 2008).

En la tercera CMNUCC, se adoptó el *Protocolo de Kioto* en 1997. Su importancia radica en que establece límites a las emisiones de gases efecto invernadero de los países industrializados con el fin de reducir dichas emisiones. El más relevante de esos gases es el gas carbónico, generado por la combustión de los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón mineral, y el gas natural.

De la misma manera, el *Protocolo de Kioto* prevé la implementación de mecanismos de flexibilización destinados a que los países desarrollados puedan cumplir con sus metas. Si bien se han planteado soluciones desde diferentes perspectivas, hay un consenso cada vez más amplio de que la manera más efectiva y menos costosa de lograr una determinada meta de reducción de emisiones es a través de mecanismos de mercado (León, Op. Cit).

Por lo anterior, el Protocolo de Kioto establece tres mecanismos de flexibilidad para intentar reducir las emisiones: i) implementación conjunta, ii) comercio de los derechos de emisiones y iii) mecanismos de desarrollo limpio. Para nuestro interés, es importante reconocer que solamente evaluaremos el comercio de derechos de emisión como uno de los mecanismos de flexibilidad para reducir emisiones de gases responsables del cambio climático, contemplados en el Protocolo de Kioto.

Un mercado de reducción de emisiones funcionaría mediante la resolución de alguna autoridad, o mediante un compromiso voluntario, quien fija un tope a la emisión de

gases de efecto invernadero de ciertos países y de las empresas de un determinado ramo de actividad. Estos países o empresas recibirían permisos para emisión de gases de efecto invernadero por una cantidad inferior a la que actualmente emiten.

Desde esta perspectiva, la determinación e implementación de programas de transacción de emisiones resultaría ser un proceso simple: la autoridad reguladora determina un nivel agregado de emisiones sobre la base de estudios científicos multidisciplinarios que consideran, entre otras variables, los riesgos a los que está expuesta la población, los beneficios y costos agregados de reducir las emisiones en la zona regulada y los requerimientos para el cumplimiento de los estándares de calidad del aire. Los emisores reciben una asignación inicial de emisiones basadas en mecanismos que reconocen la antigüedad de la fuente o a través de licitaciones de permisos de emisión. Una vez asignadas, éstas pueden ser transadas en el mercado permitiendo así optimizar las decisiones de inversión de los agentes privados y maximizar el valor social del recurso distribuyendo los esfuerzos de reducción de emisiones según la eficiencia relativa de las fuentes para abatirlas (Culfura, 2008).

Ahora bien, con lo anterior, es posible considerar que dentro de los mecanismos de flexibilización contemplados en el Protocolo de Kioto se abre también la posibilidad del surgimiento del denominado *Mercado Internacional del Carbono*, que permite a los países con compromisos de reducción de emisiones netas de gases de efecto invernadero dar cumplimiento a parte de sus obligaciones a través de la adquisición de reducciones certificadas alcanzadas mediante la implementación de proyectos orientados a este fin en los países en desarrollo. A fin de proveer un patrón común, las reducciones certificadas de los distintos gases de invernadero se expresan en sus respectivos equivalentes en carbono, dando lugar a la creación de los denominados

créditos de carbono que pueden ser comercializados dentro de un esquema de mercado internacional (León, Op. Cit).

Los mecanismos de mercado determinan que la reducción de emisiones sea llevada a cabo por aquellas empresas o países capaces de hacerlo a menor costo. De esta forma, se abren las puertas de un mercado de emisiones, en que los países desarrollados pueden comprar la reducción de los gases de efecto invernadero que de otra forma tendrían que lograr aplicando medidas internas más costosas. La alternativa de los créditos de carbono hace que actividades como la agricultura y la forestación sean muy atractivas para estos mecanismos de comercio de crédito de emisiones.

No obstante lo anterior, los países latinoamericanos pueden ignorar este tipo de mecanismos de corrección de emisión de carbono, lo que pudiera corregir igualmente la deforestación y destrucción de los recursos naturales y los ecosistemas que capturan carbono, en gran medida, por el desconocimiento de que este tipo de mecanismos de conservación del ambiente puede resultar más rentable que la depredación de estos recursos. Tal como lo establece Culfura (2008), este tipo de mecanismos pueden detener el ritmo depredador de destrucción de ecosistemas claves para la humanidad (humedales, páramos, cuencas de los ríos), y pueden constituir un negocio interesante para las naciones emergentes.

2. Efectos económicos de los mecanismos de flexibilización en el Protocolo de Kioto.

Esta modalidad consiste en que los países que quieran producir emisiones paguen a otros para que reduzcan las suyas, o para que extraigan anhídrido carbónico de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. Estas alternativas darán lugar, por tanto,

a un incipiente comercio de *créditos de carbono*, según el cual los países desarrollados pueden adquirir derechos de emisión que permitan el cumplimiento de sus metas. Esta modalidad brinda una excelente ocasión para aprovechar las posibilidades de fijación de carbono en la agricultura y en la actividad forestal. Los distintos *créditos de carbono* destinados a lograr reducciones se comercializarán entre países en un mismo mercado de carbono.

El recorte en las emisiones de gases tiene una gran importancia a nivel político y económico. Por ello, son los propios países en vías de desarrollo los que han formulado la posibilidad de desarrollar un mecanismo a nivel mundial por el que se pueda participar en el esfuerzo por conservar un medioambiente sano, ya que estos países apenas producen contaminación. El mecanismo propuesto es el de desarrollo limpio. A través de él, los países más industrializados, que son los que tenían hasta el momento la obligación de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, darían fondos a los países en desarrollo para que adopten proyectos de energía limpia y a cambio, el país donador de esos fondos tendría créditos para emitir gases contaminantes en su territorio.

Con el propósito de alcanzar los objetivos de reducción de emisiones delineados en el Protocolo de Kioto, varias naciones están poniendo en vigencia soluciones comerciales conforme al artículo 12 del Protocolo. Estas soluciones permiten establecer un mecanismo de intercambio en el que los contaminantes podrán comprar certificados de reducción de emisiones a los subcontaminantes² o no contaminantes. Los certificados de reducción de emisiones podrán ser generados en virtud de mecanismos y tecnologías que reducen las emisiones de gases de invernadero y deberán estar

² La palabra subcontaminantes es usada cuando los países o empresas emiten gases contaminantes en menor proporción los límites permitidos.

sujetos a un sistema internacional de verificación y certificación que se establezca con tal propósito.

En virtud del *Protocolo de Kioto*, la comunidad europea se comprometió a reducir sus emisiones de seis gases de efecto invernadero en un 8% durante el periodo entre el 2008 y el 2011, igualando sus niveles de 1990. La comercialización de los derechos de emisión es un sistema por el que instituciones económicas le asignen cuotas de emisiones a las empresas que consiguen reducir sus emisiones por debajo de sus cuotas, quienes pueden vender sus excedentes a otras que no pueden alcanzar una reducción. Con este instrumento económico no se afecta el objetivo medioambiental, ya que la cantidad global de las cuotas es fija, y ayuda a alcanzar el objetivo global de forma más económica y fomenta la inversión en tecnologías respetuosas con el medioambiente (León, Op. Cit).

El mercado de permisos de contaminación más importante de la actualidad es el Mercado Europeo de transacción de Emisiones (*EU-ETS*), creado para ayudar a cumplir a los países de la Unión Europea sus compromisos del Protocolo de Kioto sobre la reducción de gases de efecto invernadero³. El *EU-ETS* abarca las emisiones de Gas Carbónico (CO₂) procedentes de la energía, los metales ferrosos y las industrias minerales como el cemento, el vidrio y la cerámica, así como las industrias de pasta y papel.

Dado que el límite global de emisiones respaldadas por derechos de emisión es inferior al conjunto de las emisiones reales cuando un Estado no ha cumplido aún su objetivo, el esquema genera incentivos para que los agentes reduzcan sus emisiones de CO₂,

³ La Unión Europea está obligada por el Protocolo de Kioto a una reducción de sus emisiones en un 8% respecto a las emisiones de 1990.

con el objetivo de evitar las penalizaciones correspondientes. (Del Rio y Labandeira, 2008). Un estudio realizado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) muestra los avances que han tenido los proyectos de mecanismo de desarrollo limpio en la región, que en el periodo entre el 2004 y el 2006 obtuvo avances importantes en el campo regulador y en el desarrollo de mercados lo que implicó que se comenzara a convertir en un mecanismo importante de reducción de emisiones y de comercio de carbono (CAEMA, 2006).

La adopción de estos instrumentos flexibles plantea una reflexión sobre su compatibilidad con medidas preexistentes de distinta naturaleza y la necesidad de prever mecanismos de coordinación. Johnstone (2003) ha afirmado que el uso de políticas mixtas es redundante, ya que si un instrumento es económicamente eficiente y medioambientalmente efectivo tiene poco sentido introducir un instrumento más.

Con relación al objeto de nuestro trabajo, Johnstone (Op. Cit) ha señalado que, en situaciones de certidumbre e información perfecta, un gravamen sobre las emisiones contaminantes y un sistema de permisos de emisión negociables son mecanismos equivalentes. Sin embargo y dado que, en el mundo real estas condiciones son de difícil cumplimiento, esta equivalencia se resquebraja, siendo necesario estudiar los efectos de la combinación de ambos instrumentos. A estos efectos, la doctrina económica ha afirmado la compatibilidad de un sistema de permisos negociables con los gravámenes sobre emisiones atmosféricas, pero con diferenciación según regiones y países.

De esta manera, se ha dicho que el bienestar económico en los países receptores de emisiones se encuentra diferenciado con respecto a los países emisores, habiendo aumentos en el bienestar en los países donde no se contamina, y pérdidas en aquellos donde se exceden los límites de emisión por virtud de los límites establecidos por el *Protocolo de Kioto* (Antón, 2001). Para ello, si bien son solo menciones teóricas del fenómeno de emisiones en países receptores y emisores con respecto a la

distribución del bienestar económico, en este documento daremos cuenta de este fenómeno evaluando el bienestar del comercio de emisiones en Colombia

II. MARCO TEÓRICO.

Las controversias presentadas desde finales de los ochenta por el calentamiento global, orientaron la definición de políticas en torno a los problemas ambientales (Barry; 1996). A partir de entonces, han sido numerosos los debates en torno a identificar las causas de la preocupación y las estrategias a seguir para lograr darle trámite a los planteamientos formulados en los diferentes foros internacionales, enfocando la discusión a encontrar un balance entre las aspiraciones de bienestar de la sociedad en su conjunto y la capacidad del ecosistema global para permanecer indefinidamente sin ser amenazado por la actividad humana.

Los procesos productivos y las transacciones, en términos económicos, solo se generan si benefician a todas las partes involucradas, y en esta medida, los costos y beneficios derivados de esta relación afectan solamente a los participantes en la transacción (Trincado, Op.Cit). Sin embargo, los procesos económicos afectan a individuos y sociedades que no están directamente involucrados en las transacciones, de tal suerte que las fallas de mercado (externalidades) resultan ser una distribución sesgada de los beneficios, en donde el mercado no es capaz de reflejar el objeto de la transacción, ni mucho menos avisar su impacto en el bienestar social (Posada, 2007).

De esta manera, el principal problema de los bienes no mercadeables, como es el caso de los bienes ambientales y los recursos naturales, es que todos los flujos de bienes y servicios que proveen no tienen mercado (en término de formación de precios comerciados). Por esta razón, los bienes ambientales y los recursos naturales, en la mayoría de las veces, son tratados como bienes gratuitos debido a que aparentemente son propiedad de todos. La ausencia de los derechos de propiedad bien establecidos sobre los recursos imposibilita la asignación adecuada de un precio para el bien

ambiental que haga que los recursos naturales y ambientales sean usados óptimamente (Menger, 2003).

En este punto, la Economía del Bienestar entra a jugar un importante papel en el análisis y determinación de los precios que no se pueden determinar dentro del mercado. Conceptualmente, el criterio del excedente del consumidor intenta medir la ganancia o pérdida de bienestar experimentado efectivamente por un individuo cuya situación se ve modificada por algún evento económico, como es el caso de un cambio en el precio o un cambio en la cantidad (Boadway; 1984). En caso de ser válida tal medida, se daría la posibilidad de sumar todas las ganancias y restar todas las pérdidas de cualquier cambio económico dando lugar a obtener una medida que represente el valor social neto, producto de ese cambio económico.

La Economía del Bienestar trata de evaluar lo que sería una determinación óptima de la economía en términos de precios y cantidades de productos e insumos (Just, Hueth and Schmitz; 1982). Para entender todo el problema ambiental desde el punto de vista económico es importante tener presente algunos de los conceptos más importantes propuestos por la economía del bienestar. Un primer concepto y quizás uno de los más importantes planteados por la economía del bienestar es el excedente del consumidor. El excedente del consumidor (*EC*) trata de medir la ganancia o pérdida de bienestar experimentadas efectivamente por un individuo cuya situación se ve modificada por algún evento económico, como es el caso de un cambio en el precio o un cambio en la cantidad.

Con la agregación de los excedentes se plantea un problema de política económica, porque las medidas implantadas mejoran la posición de algunas personas y empeoran la posición de otras. Toda medida de política económica implicará beneficios para algunos y costos para otros. De esta manera, la aprobación de políticas que mejoren la

posición de todos sin empeorar la posición de nadie sería una regla excelente pero imposible de ejecutar (Just, Hueth and Schmitz; Op. Cit).

Una modificación de la anterior propuesta, que considera siempre la existencia de perdedores, es la compensación, que propone la comparación de los excedentes para los ganadores y para los perdedores (Menger, Op. Cit).

A partir de esta comparación surgen tres situaciones: i) La suma de los excedentes del consumidor de los ganadores supera la suma de excedentes del consumidor de los perdedores. Si esto ocurre, los ganadores podrían transferir dinero a los perdedores de tal modo que los perdedores no queden en peor situación que antes. En la literatura sobre economía del bienestar esto es llamado una mejora en el sentido de Pareto. ii) La suma del excedente del consumidor de los ganadores sea menor que la suma del excedente del consumidor de los perdedores. Este caso es exactamente lo contrario al anterior, de darse esta situación se presentaría entonces, un desmejoramiento en el sentido de Pareto. iii) La suma del excedente del consumidor de los ganadores sea exactamente igual a la suma del EC de los perdedores. Esta situación implica que una política no ofrece mejoramiento ni empeoramiento de la situación inicial. Para efectos de nuestro interés, la economía de bienestar asienta que los valores económicos se expresen en términos de disposición a pagar de los individuos (DAP), y la disposición a aceptar compensaciones (DAC). (Just, Hueth and Schmitz; Op. Cit.).

Ahora bien, respecto al problema del Comercio internacional de Emisiones, García (2003) señala que el impacto negativo en el medio ambiente que se traduce en los desechos que produce el aparato económico productivo cualquiera en su entorno, y que la escasez en términos de la economía debe referirse a la imposibilidad de poder utilizar más de una vez un recurso con baja entropía, es decir, la diferencia entre la

degradación del entorno natural por sí sólo y la producida por el proceso económico es que la primera es automática y sigue por sí misma, mientras que la degradación a causa de la actividad económica es selectiva y variable (Chavarro, Op. Cit).

La acción de la competencia, desde los teoremas del bienestar, genera una situación de equilibrio. A pesar de las virtudes del modelo de competencia, algunas situaciones, como la emisión de gases a escala global, generan choques o externalidades que no es posible visualizar a escala local, dificultando los efectos que puede traer esta situación sobre el mercado global. En tales casos los mercados no serán competitivos y es necesario que un regulador fije precios, que limiten el poder de mercado de las empresas dominantes (Chavarro, Op Cit).

Menger (Op. Cit) propone como solución al problema de valoración asignar un precio a los recursos naturales, considerando sus características posibles y capacidad de generación. Al buscar la eficiencia económica entre varias alternativas se pueden determinar políticas y estrategias con mayor conocimiento de causa sobre la importancia de la conservación de los recursos.

En este sentido, bienestar social podemos definirlo como aquello que los miembros de una sociedad consideran que contribuye a aumentar su calidad de vida, individual y colectivamente. Desde la economía, el bienestar se explica desde las preferencias humanas (Herruzo; Op. Cit.).

En la misma línea, la microeconomía asume que las personas eligen aquellos objetos o experiencias que mejor satisfacen sus preferencias, lo que presupone que los sujetos son quienes pueden juzgar de una mejor manera su nivel de bienestar en cada situación, y que ellos maximizan la satisfacción de sus preferencias. En lo anterior, el

análisis económico propone utilizar la observación de conductas sociales para extraer consecuencias sobre los cambios en el nivel de bienestar de las personas, y a partir de allí, desarrollar medidas apropiadas para evaluar los cambios en el bienestar social. En este sentido, el valor económico se desarrolla como una construcción teórica que refleja el bienestar de las personas. Podemos decir, entonces, que una experiencia tendrá valor económico si aumenta el bienestar de quien lo consume o lo disfruta (Prada, González, Polomé; 2001)

1. Estado y economía: un ciclo a través de la historia.

La concepción del Estado moderno, desde el punto de vista económico, se vinculó a la aparición de un Estado liberal. Gran parte de las discusiones que se gestaron a partir de la conceptualización y funcionamiento de un Estado no intervencionista presentaron un panorama reducido para la participación del Estado en la economía, mostrando su función como garante y protectora de las reglas de juego del libre mercado. Tal como lo señala Polanyi (1997) la autorregulación del mercado se convierte en el centro de gravitación de las decisiones económicas a partir del siglo XIX.

No obstante, las necesidades económicas y las presiones políticas y sociales provocaron cambios en las funciones que venían caracterizando al Estado. Este cada vez asumirá una actitud más activa y de mayor intervención, buscando corregir los problemas surgidos del capitalismo que repercutieron de manera negativa sobre la población. Luego de la primera y segunda guerra mundial, el paradigma del Estado-nación inicia su proceso mas alto de aceptabilidad global, adquiriendo una forma política particular, conocido como Estado de Bienestar (Musgrave, 1992). Bajo este contexto de cambios políticos, económicos y sociales, en 1936 aparece la obra de

Keynes, Teoría General del interés, la ocupación y el dinero, obra en la que el autor presenta la justificación teórica para la intervención del gobierno y que introduciría nuevas reflexiones y debates sobre la forma de entender la economía y el papel del Estado⁴.

En los setenta el Estado de Bienestar entra en crisis, afectándose su rol como promotor y garante del bienestar social y económico. La crisis se sustenta en la pérdida de capacidad de los Estados para planificar el desarrollo por la poca probabilidad de prever las condiciones del contexto económico. A partir de aquellos momentos se instrumentan las políticas de desregulación y desreglamentación inspiradas por los círculos neoliberales, así como las políticas de privatización y de reducción del gasto público. El Estado se dedicó entonces a producir no sólo una gran eclosión de leyes que permitieron la abolición de reglamentos restrictivos y proteccionistas; sino también de un crecimiento de las funciones administrativas del Estado, el cual estaba dotado de una burocracia central capaz de desarrollar las tareas fijadas por los portavoces del liberalismo, en especial para Colombia después de la Constitución de 1991 (Trujillo, 2008).

Sin embargo, contrario a lo supuesto bajo un liberalismo económico, la introducción de mercados libres no condujo a la supresión de normativas, regulaciones e intervenciones del Estado; por el contrario, potenció su alcance, dado que los administradores del Estado tuvieron que estar en guardia para asegurar el libre funcionamiento del sistema. De esta manera, se posiciona la idea de que la economía del librecambio constituye un producto de la acción estratégica del Estado, y la política pública constituye su eje central.

⁴ Existe una amplia discusión entre la economía y la ciencia política en lo que refiere al concepto de Estado de Bienestar. En este documento propongo dejar este debate a un lado, y dedicarme al problema exclusivo de la intervención del Estado en la economía.

2. Fallas de mercado: Una aproximación económica de la política pública.

Buena parte de la literatura económica evalúa el problema de las fallas de mercado como una de las características del Estado en su intervención. El delineamiento de objetivos por parte del ente gubernamental, desde el estricto análisis económico, debe valorar una serie de situaciones que requieren de comprensión y claridad conceptual para avanzar en nuestro documento, debido a que buena parte de los teóricos inician sus discusiones a partir de la justificación de intervención del Estado en la economía.

La primera justificación de intervención del Estado en la economía es en los denominados bienes públicos. Además de su indivisibilidad, este tipo de bienes posee dos características fundamentales: no rivalidad, es decir, solo puede ser producida para todos los individuos; y la no exclusión, esto es, una vez producidos nadie puede quedar por fuera de su consumo. Estas características hacen que los individuos, al contrario como sucede con los bienes privados, no revelan sus preferencias. Ante esta situación, habrá individuos que no están dispuestos a pagar por el disfrute del bien bajo condiciones de competencia (free riders), y productores que tampoco estén dispuestos a asumir las pérdidas que se generarían (Ortegón, 2008). En ambos casos, el Estado a través de sus políticas públicas debe intervenir para alcanzar una situación óptima.

Desde este punto de vista económico, lo relevante sería establecer la cantidad óptima del bien público. Ante este planteamiento, la teoría neoclásica basada en el principio del beneficio (cada contribuyente debería pagar por cada unidad suministrada del bien público, un impuesto igual a su valoración marginal), trata de resolver los problemas de optimización; sin embargo, como lo resalta Samuelson (1970), dados los supuestos de la revelación de preferencias y el conocimiento de información que asume la teoría, resulta imposible el cumplimiento de estos por tratarse de bienes públicos, haciendo que la solución óptima no sea alcanzable.

Buscando entender los procesos de asignación que realiza el Estado, la teoría de la *Escogencia Pública* (public choice) intenta dar una respuesta bajo la perspectiva institucional. Plantea que los procesos de escogencia que realizan las personas cuando no seleccionan alternativas sólo para si mismos, para su consumo o producción privada, sino para la comunidad a la que representan, son denominadas de escogencia pública. Asume que los individuos que realizan este tipo de escogencias (representando al Estado) se comportan guiados por la misma racionalidad que lo hacen cuando escogen como consumidores en el ámbito privado, tratando de maximizar sus beneficios y minimizar sus costos (Buchanan, J; Tullock, G, 1962) (Sabino, 1991). Esta visión microeconómica del comportamiento racional de los políticos y de burócratas reduce el comportamiento del Estado únicamente a un problema de conducta, obviando la complejidad de la estructura del Estado.

Ahora bien, existen conductas de agentes económicos que afectan la situación de bienestar de otros individuos, sin que quien la produzca se vea afectado, a lo que se le denomina *externalidad*. Esto ocasiona que el beneficio o costo marginal social sea diferente al beneficio o costo marginal privado. El problema de las externalidades se encuentra en que dan incentivos erróneos desde el punto de vista social.

En el caso de las externalidades positivas como la tecnología, estas se consumirán o producirán en una cantidad inferior a la socialmente óptima. Cosa distinta ocurre con las externalidades negativas como la contaminación, donde se consumirán o producirán en una cantidad mayor a la socialmente óptima. Esta divergencia entre los beneficios y los costos que conduce a asignaciones ineficientes dan sustento a la intervención del Estado. En referencia a este tema, Coase (1981) estableció que cuando los derechos de propiedad están bien definidos y no existen costos de transacción, la presencia de externalidades no tendría que conducir a asignaciones ineficientes de recursos debido a

que los agentes que son generadores y receptores de la externalidad estarían de acuerdo a llegar a un acuerdo para internalizar el efecto externo.

Otro escenario que justifica la intervención del Estado es la presencia de mercados incompletos. Se presenta cuando el mercado no proporciona necesariamente todos los bienes para los cuales hay demanda, aunque el costo de producirlos sea menor al precio de la demanda, como el caso de la investigación o el crédito para la educación superior o formación de científicos. En la mayoría de los casos quedan por fuera no por falta de rentabilidad, sino por falta de información que segrega a un tipo de demanda, generalmente por insuficiencia de ingresos o de liquidez. Este tipo de imperfección nos conecta al de las fallas de información, que lleva a una provisión socialmente inadecuada de los bienes o servicios. Con escasez de información los individuos no producen o consumen lo deseable, generando transacciones desiguales (Ortegón; Op. cit.).

Existen algunos bienes denominados de mérito (o necesidades preferentes) como la educación, salud y la ciencia, que por ser intrínsecamente deseables deberían ser provistos por el Estado para que se consumieran en cantidades mayores a las que los individuos elegirían por sí mismos. Lo mismo ocurre con las necesidades indeseables (como el crimen, la inseguridad, el alcoholismo, etc.), el mercado da respuesta contradictoria con respecto al óptimo social, por lo que se hace necesaria la intervención del Estado mediante políticas públicas. Lo anterior se sustenta en la posibilidad del Estado de poseer más y una mayor cantidad de información, y mejor criterio que los individuos para tomar decisiones, evaluando los riesgos de mejor manera que el mercado (Musgrave, Op. Cit).

De igual manera, el mercado no responde satisfactoriamente, o es lento en provocar efectos sobre los productores en situación de riesgo, incertidumbre o de elevada urgencia, como desastres naturales o convulsión social, y mediante la implementación

de políticas de Estado se pueden corregir estas situaciones. Por último, también se presentan fallas de mercado debido a la forma como se distribuye la riqueza, y la imposición y composición de los impuestos refleja la intervención del Estado (Dornbusch, 2008).

No obstante lo anterior, como lo señala Alberto Venegas (1997), muchos de los bienes clasificados como públicos son producidos por el sector privado y muchos de los clasificados como bienes privados son producidos por el gobierno⁵, por lo que sería imposible destacar el papel del Estado en la asignación de recursos bajo el solo concepto de bienes públicos. De igual manera, las valorizaciones subjetivas y cambiantes no permiten aplicar a casos concretos las categorías de bienes públicos y privados, lo cual incluye la imposibilidad de determinar directamente cuándo una externalidad es o no deseada⁶, lo que nos obliga a tener cuidado con el tratamiento riguroso de bienes públicos a través de los criterios exclusivos de no rivalidad y no exclusión.

3. Bienes Ambientales; una aproximación económica.

La Economía del Bienestar trata de evaluar lo que sería una determinación óptima de la economía en términos de precios y cantidades de productos e insumos. Para entender todo el problema ambiental desde el punto de vista económico, es importante tener presente algunos de los conceptos más importantes propuestos por la economía del bienestar. Un primer concepto y quizás uno de los más importantes planteados por la economía del bienestar es el excedente del consumidor. El excedente del consumidor (*EC*) trata de medir la ganancia o pérdida de bienestar experimentadas efectivamente

⁵ Op. Cit. Venegas. Página 12.

⁶ Op. Cit. Venegas. Página 13.

por un individuo cuya situación se ve modificada por algún evento económico, como es el caso de un cambio en el precio o un cambio en la cantidad.

Con la agregación de los excedentes se plantea un problema de política pública, porque las medidas implantadas mejoran la posición de algunas personas y empeoran la posición de otras. Toda medida de política implicará beneficios para algunos y costos para otros. De esta manera, la aprobación de políticas que mejoren la posición de todos sin empeorar la posición de nadie sería una regla ideal pero imposible de alcanzar (Just, Hueth y Schmitz, Op. cit).

Con respecto a la valoración de los bienes con contenido ambiental, Menger (1995) propone como solución al problema de valoración asignar un precio a los recursos naturales, considerando sus características posibles y capacidad de generación. Al buscar la eficiencia económica entre varias alternativas se pueden determinar políticas y estrategias con mayor conocimiento de causa sobre la importancia de la conservación de los recursos.

En la misma línea, la microeconomía asume que las personas eligen aquellos objetos o experiencias que mejor satisfacen sus preferencias, lo que presupone que los sujetos son quienes pueden juzgar de una mejor manera su nivel de bienestar en cada situación, y que ellos maximizan la satisfacción de sus preferencias. En lo anterior, el análisis económico propone utilizar la observación de conductas sociales para extraer consecuencias sobre los cambios en el nivel de bienestar de las personas, y a partir de allí, desarrollar medidas apropiadas para evaluar los cambios en el bienestar social. En este sentido, el valor económico se desarrolla como una construcción teórica que refleja el bienestar de las personas.

4. Conceptualización de la política pública.

La conceptualización de la política pública resulta clave para el proceso de formulación, implementación y evaluación dentro del Estado, para la definición de estrategias gubernamentales en la resolución de problemáticas sociales, económicas, políticas y culturales; y para la comunicación entre los actores estatales y sociales. Conviene delimitar su campo de acción en el entendido que la propuesta aquí descrita parte de una aproximación interdisciplinar de las ciencias sociales.

El espacio de la política pública en los países de habla hispana posee problemas en su acepción debido a la confusión general que existe sobre el término “política”. El inglés hace énfasis en la separación de “política” en tres términos diferenciados: *polity*, *politics* y *policy*. Como lo sostiene Roth (2009) *polity* se refiere a la esfera política en general, *politics* hace alusión a las actividades realizadas para lograr el control del poder político (campañas, debates, juego electoral); y *policy* corresponde a las actividades resultantes de la *politics*. Esta última, *policy*, es la que referimos como política pública, es decir, el proceso de elaboración y puesta en marcha por autoridades políticas de programas de acción pública.

La definición de política pública es bien compleja por su amplitud, por su restricción con otros campos de acción del Estado, y por la comprensión y abordaje que de ella hacen las diferentes disciplinas de las ciencias sociales y humanas. Tomaremos la que señala que “es un conjunto conformado por uno o varios objetivos colectivos considerados necesarios o deseables y por medios y acciones que son tratados, por lo menos parcialmente, por una institución u organización gubernamental con la finalidad de orientar el comportamiento de actores individuales o colectivos para modificar una situación percibida como insatisfactoria o problemática.” (Roth, 2002).

El interés en la comprensión se encuentra en que permite encadenar la producción normativa de las instituciones públicas (leyes, decretos, acuerdos, fallos, actos administrativos, etc.) con las actividades políticas y administrativas realizadas por las autoridades públicas. Se trata entonces de entender el Estado en acción, y más específicamente, en la generación de bienestar a través de las emisiones de carbono. Luego de revisar el marco conceptual del documento, reviste gran importancia la metodología para la estructuración de una propuesta de cálculo de bienestar para Colombia.

III. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.

1. Cálculo del bienestar.

Los países y las instituciones internacionales debe proveer incentivos y estímulos para lograr la cooperación eficiente de los individuos en el proceso de producción dentro del mercado, y la dinámica distributiva de las emisiones se convierte en un intercambio entre equidad e incentivos o equidad y eficiencia.

Bajo el esquema de los *bonos de carbono*, la progresividad del sistema debe articularse con elementos como la rivalidad y exclusión. Poder articular estos elementos es bastante complejo, y depende de la información que se cuente sobre las condiciones reales, excluyendo asimetrías, a favor de los hogares (equidad) y equilibrios de las empresas emisoras (eficiencia).

La homogeneidad de la función de utilidad de los individuos, y la exogeneidad de los ingresos han sido objeto de crítica y han permitido la modificación del contenido teórico. La función de utilidad descrita adopta la forma:

$$u(x, y) \quad (1)$$

Donde x es el consumo y y el tiempo laborado.

Si se acepta que la productividad varía entre los individuos y empresas, entonces n corresponde a la cantidad de emisiones que ofrece cada uno por unidad de tiempo. Si alguien emite, su cantidad total sería $n y = z$. El número de actores con un parámetro n

es $F(n)$. Función que es diferenciable y denota la densidad por habilidad ($f(n) = F'(n)$). De allí, que la cesta elegida por un agente dependa del grado de habilidades productivas que posea.

La elección de emisión del país n -ésimo se denota por (x, y) . Entonces la cantidad total de emisión disponible en una economía es:

$$X = \int_0^{\infty} X_n f(n) dn \quad (2)$$

Y la demanda agregada para el consumo de bienes es:

$$X = \int_0^{\infty} Z_n f(n) dn \quad (3)$$

Si se adopta alguna medida como un límite de emisión, puede disponer de una oferta de emisiones z que podría realizar no más de $c(z)$ después de la prohibición. La empresa y el país puede escoger la función c de forma arbitraria pero está restringido a hacer que la medida sea lo más benéfica posible, esto hace que sea una función semi-continua. Los individuos tienen disponibles unas opciones que maximizan su utilidad, sujeta a una restricción presupuestal.

$$(X_n, Y_n) \text{ maximiza } u(x, y) \text{ sujeto a } x \leq c(ny)$$

El país y la empresa escogen la función c que maximice la función de bienestar:

$$W'(p) = \int_p^{\infty} G(U_n) f(n)dn \quad (4)$$

Donde G es la función de utilidad de cada individuo obtenida por la combinación específica de x e y. La maximización de la función está restringida por las posibilidades de producción a las que se enfrenta el país H (Z). La restricción es:

$$X \geq H(Z) \quad (5)$$

Si la utilidad se expresa en función de la emisión de la forma $u[c(ny), y]$, el criterio para restringir la función objetivo estará determinado por los argumentos de primer y segundo orden de la utilidad (u_1 y u_2). Esta adopta la forma:

$$U_1 nc'(ny) + U_2 = 0 \quad \text{donde} \quad \frac{du_n}{dn} = U_1 y C' = -\frac{y U_2}{n} \quad (6)$$

El problema está en maximizar el bienestar, después de deducirle el consumo agregado y adicionarle el valor de la cantidad de trabajo:

$$W - pX + wZ = \int (G(U_n) - px_n + wy_n n) f(n)dn \quad (7)$$

Si se determinan los parámetros (u_n, x_n, y_n) se podrá determinar el programa óptimo de gravamen o transferencia a fijar. El monto del gravamen o del aporte se establece de acuerdo con:

$$wz - c(z) \quad (8)$$

Finalmente, es importante reconocer que los problemas relacionados con las emisiones deben ser resueltos para la demanda como para la oferta, buscando la eficiencia del mercado y la eficiencia en los programas diseñados para el cobro y asignación de los recursos. Los incentivos constituyen la solución a los inconvenientes en el diseño de la política, de esta forma los agentes percibirán los beneficios reales de los programas redistributivos y valorarán las acciones de las instituciones responsables de ello.

2. Estructuración del modelo de bienestar.

Ya sea que el país o empresa emita gases que ocasionan el calentamiento global o venda su derecho a emisión, la fijación de emisión óptima debe resolverse con criterios que incrementen el bienestar social sin afectar la sostenibilidad económica de las empresas o países. Si el sistema está en condiciones de lograr una asignación óptima, la presencia de las emisiones reguladas por la autoridad competente implica que las tasas marginales de sustitución no sean iguales a las tasas marginales de transformación como se operaría en los esquemas de producción neoclásicos. Visto desde el enfoque del productor –o emisor- y bajo unas posibilidades restringidas, las alternativas para tasar deben permitir a los agentes maximizar sus utilidades. Para la función de bienestar debemos abordar los agentes que intervienen en su definición.

2.1 Receptores de emisión.

En general, en las estructuras económicas se supone que los precios determinan las elecciones del individuo, y por tanto, la función de utilidad para cada agente puede depender del nivel de precios al que se enfrente. En el caso especial en que las preferencias sociales coincidan con las preferencias individuales, la función de utilidad $v(q)$, servirá como medida de bienestar si supone un número de personas suficientemente grande o infinito. Para el caso de Colombia, se asimilan todos los habitantes recibiendo una emisión definida por un mercado competitivo. En el caso más convencional, muchos receptores y muchos emisores, la función se denotaría como:

$$v(q) = u(x(q)) \quad (9)$$

Donde q es un vector de precios y x el vector de cantidades emitidas. En el caso de los bonos de emisión de carbono de los países desarrollados, de manera análoga se puede asumir que estos están constituidos por un conjunto limitado de emisiones, el cual a través de la tasa diferenciada en los países o empresas garantiza el criterio de progresividad, y a partir de dos exogenidades se ajusta el nivel de transferencia hacia el ideal de la calidad de vida digna y los demás mandatos constitucionales. Para el caso convencional o de mercados perfectos o con asimetrías de información pero dentro de funciones continuas, si $V_k = \partial v / \partial q_k$ y $U_i = \partial u / \partial X_i$ tenemos que:

$$V_k = \sum U_i \frac{\partial X_i}{\partial q_k} = -\alpha X_k \quad (10)$$

La anterior ecuación se maximiza de acuerdo con la restricción:

$$\sum q_i x_i = 0 \quad (11)$$

Que al derivar respecto a q_k arroja:

$$x_i + \sum q_i \frac{\partial x_i}{\partial q_i} \quad (12)$$

Dado que las cantidades del bien k se reemplazan con los cambios del bien i en razón a la variación de los precios en el supuesto de existir elasticidad de sustitución. Pero en el caso de los bonos de emisión de carbono, al no cumplirse esta restricción, se requiere de un tratamiento especial para el receptor, como ocurriría en caso de pérdidas de bienestar.

2.2 Producción.

Para el caso de las emisiones de carbono, el vector de las tasas deseadas puede denotarse como $p = (p_1, \dots, p_n)$. Es a partir de esta información que se resuelve para las empresas o el país el óptimo social, en donde este difiere del precio para las personas receptoras de la emisión en el monto de la contribución aportada o recibida que tiene forma de tasa impositiva. Así, $q_i = p_i + t_i$ supone que los países emisores tendrán un pago superior al valor emitido, que debe ser asignado como pérdida de bienestar a los países receptores, entonces en este caso $q_i = p_i - t_i$.

Si $y = (y_1, \dots, y_n)$, es el vector de la generación de carbono, y si esto ingresa al receptor en forma de insumo, su registro puede llevarse de tal forma que aparezca de forma negativa. De esta forma la restricción de las emisiones es:

$$y = f(y_1, \dots, y_n) \quad (13)$$

Donde la función debe ser derivable, y si $Y_i \neq 0$ ($i = 1, \dots, n$) La maximización de beneficios de los países o empresas bajo la simulación de un mercado competitivo, se da en relación con el precio, es decir, la tarifa, de tal forma que:

$$P_i = -P_i f_i (y_2, \dots, y_n) ; (i = 2, \dots, n) \quad (14)$$

Allí f_i denota la derivada de la emisión respecto a y_i . Al existir una emisión donde participen las empresas y países, los receptores serán el resultado de la emisión disponible en el caso de que el mercado se vacíe. La emisión se describirá como:

$$z = f(z_1, \dots, z_n) \quad (15)$$

Entonces, la condición de equilibrio que relaciona la emisión y la recepción de carbono, bajo las restricciones tarifarias y las exogeneidades presentadas es:

$$x(q) = y + z \quad (16)$$

Si se asume que las empresas y países operan bajo rendimientos constantes a escala, la función de beneficios de estas se puede maximizar y los resultados de su equilibrio serán iguales a cero y se expresa como:

$$\sum p_i y_i = 0 \quad (17)$$

Esta será la restricción presupuestal a la que se enfrenta la empresa maximizadora de beneficios. Al sustituir la condición de equilibrio la función resultante será:

$$\sum (q_i - p_i)x_i + \sum p_i z_i = 0 = \sum t_i x_i + \sum p_i z_i \quad (18)$$

Si el país encuentra un nivel de sostenibilidad de emisión y recepción adecuado (beneficios dentro de un mercado competitivo iguales a cero), el valor transferido dependerá del resultado de $(q_i - p_i)$ que corresponde a t_i .

2.3 Función de Bienestar.

La determinación de la función del receptor y la función de costos nos lleva a definir que el Bienestar total (W) viene dado por la siguiente función:

$$W = \int_0^y p(y) \partial y - C(Y(q), q) \quad (19)$$

3. Modelización Econométrica.

Ahora bien, para la definición del modelo econométrico, se sigue la estructura de cálculo del bienestar presentado por Hanemann (1984), en el que valora cambios de bienestar en afectaciones por contaminación, seguido igualmente por Caicedo (2008) en la aplicación de valoración ambiental.

Es importante anotar que la estructura de dicho modelo de cálculo de bienestar es pertinente en este caso, ya que las funciones de utilidad tienen componentes que son desconocidos o no observables, lo que hace de la estructura de la función de utilidad estocástica en donde los individuos deben elegir una mejora en la calidad del aire para

obtener un mayor bienestar por el cual deben pagar una cantidad correspondiente. Ahora bien, teniendo en cuenta que el aire es un bien ambiental que no tiene ningún precio de mercado es necesario valorarlo económicamente para determinar el cambio en el bienestar en este caso de los habitantes de Colombia.

Para estimar las funciones de emisión y de recepción en el mercado de emisión de carbono, desarrollando la parte teórica en la que se presenta que si la regulación está bien diseñada actuará como si el principal comprara la mercancía al vendedor y se la entregara al comprador, en los términos en que la oferta y la demanda pudiesen maximizar sus beneficios, se presenta una forma funcional general de cada emisión:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (20)$$

Donde, Y_t es el nivel de emisión de carbono.

De manera particular, se definen las ecuaciones para cada uno de los actores:

CUADRO 1. Planteamiento Modelaje econométrico.

	BONOS DE CARBONO
País/Empresa Emisor	$B1 = \alpha_o + \alpha_1 EC1_{t-1} + \mu_t \quad (25)$
País Receptor D.	$B2 = \alpha_o + \alpha_1 EC_{t-1} + \mu_t \quad (26)$
País Receptor Subd	$B3 = \alpha_o + \alpha_1 EC_{t-1} + \mu_t \quad (27)$

Donde, B: Bienestar, EC: Emisión de carbono de países desarrollados ($\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$): Parámetros de la función. D: Desarrollado. Subd: En desarrollo.

Los datos de emisión de países desarrollados se obtuvieron del Fondo Mexicano del Carbono (FOMECAR), quienes monitorean las transacciones de bonos de emisión de carbono, y fueron utilizados con datos trimestrales en el periodo 2004-2009, es decir, 24 trimestres. Para los datos de emisión de Colombia, se utilizaron las series construidas por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UMPE), quienes miden los niveles de carbono emitidos por el país en el periodo 2004-2009, es decir, 24 trimestres.

4. Resultados del modelo.

En el modelaje econométrico planteado para la solución del bienestar en Colombia con la existencia del mercado de bonos de emisión de carbono, en el periodo 2004-2009, se utilizaron los datos trimestrales de las emisiones de los países desarrollados y de Colombia.

De acuerdo con las pruebas Dickey-Fuller, mostradas en el cuadro 2, se hallaron los parámetros de cada función mediante un modelo ARIMA, debido a que las series no son estacionarias en niveles, requiriendo una diferenciación para lograr la condición de estacionariedad.

CUADRO 2. Pruebas de Raíz unitaria (Dickey-Fuller).

Variable	Test	Valor Crítico (1.0%)	Ljung- Box
País/Empresa Emisor	T=-3,858	-4,029	0,87
País Receptor D.	T=-1,390	-3,489	0,9
País Receptor Subd	T= -1,452	-4,314	0,74

Como lo muestra el cuadro 3, el modelo resulta significativo al 5% luego de estimarlos mediante un modelo de serie de tiempo diferenciado ARIMA. Los resultados muestran que la existencia de bonos de emisión de carbono para el caso colombiano, definido por la sumatoria de las pendientes (parámetros estimados) concede restricciones de no negatividad, esto es, maneja pérdidas de bienestar a lo largo de la función estimada para Colombia, de la misma manera resulta poco probable que los agentes directamente interesados en ocultar información en relación con los reportes sobre la emisión y recepción salgan al mercado de su rango de ejecución; si lo hacen para el caso del modelo estimado, encontrarían una situación subóptima.

CUADRO 3. Resultados econométricos EMISIÓN-RECEPCIÓN.

MODELOS AUTOREGRESIVOS DEL MODELO EMISIÓN- RECEPCIÓN DE CARBONO PARA COLOMBIA			
	Emisor	Receptor D.	Receptor Subd.
D(B1(-1))	-0,4236		
	(2,98764)		
D(B2(-1))		-0.765409	
		(0,008)	
D(B3(-1))			-0,98764
			(1,87674)
Constante	4,567E+14	-0,9E+9	(-1,6754)
	(8,87655)	(0,0034)	(0,2345)
Durbin Watson	1,65663	2,3432	2,0982
Coefficiente de Determinación	0,4566	0,6546	0,6543

IV. CONCLUSIONES.

El análisis de los elementos que constituyen la posibilidad de relación entre el Bienestar de Colombia y la eficiencia de las empresas y países que utilizan y comercian los bonos de emisión de carbono, descrito a través de las ecuaciones formuladas y sus análisis estadísticos para Colombia presenta resultados interesantes.

Por una parte la estructura de las restricciones, a partir de las formas funcionales (Cuadro 3) de los resultados para los países emisores y el país receptor (Colombia), definido por la sumatoria de las pendientes, concede restricciones de no negatividad, esto es, el bienestar social para Colombia que se obtiene a través de la existencia de los bonos de emisión de carbono se encuentra fuera del área esperada –en la que existe ganancias en el bienestar-, por lo que resulta poco probable que los agentes directamente interesados en ocultar información en relación con los reportes sobre la emisión, salgan al mercado de su rango de ejecución, en dirección a buscar una mayor elasticidad, lo que genera una acomodación óptima de los agentes en este mercado, pero afectando el bienestar del país receptor Colombia.

De la misma manera, se muestra que el programa establecido en el Protocolo de Kioto, evaluado para Colombia, sería convexo, es decir, que los incrementos de la función de la empresa/país son finitos, dando lugar a que prefiera los puntos intermedios e involucrando mayores valores de emisión para los habitantes de Colombia.

Igualmente, los resultados de las variables no cumplen restricciones positivas y negativas en dependencia, queriendo denotar que las políticas establecidas desde los organismos de control, a través de una relación Principal-Agente, parecen incumplir con los criterios técnicos planteados, rompiendo con la teoría que simula un mercado competitivo.

Por otro lado, a través del resultado del modelo planteado, se puede asegurar que el supuesto de no exclusión se cumple para el caso de los bonos de emisión de carbono, y que la formulación de políticas sobre la regulación en su conjunto, muestra un desequilibrio entre empresas/país emisor y receptor.

Con lo anterior, es factible establecer que existe una ganancia en términos monetarios para los agentes involucrados directamente en el comercio de bonos de carbono pero en general esto repercute en una pérdida de bienestar para los habitantes de Colombia, por lo que resulta indispensable replantear la posición del país respecto este tipo de comercio de emisiones.

BIBLIOGRAFÍA.

- **Barry, C** (1996). *Economía y medio ambiente*. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá
- **Broadway, R.** (1984). *Welfare Economics*. Basil Blackwell. Oxford.
- **Buchanan, J; Tullock, G** (1962). *Los cálculos del consenso: Fundación lógica de la democracia constitucional*. University of Michigan Press.
- **CAEMA** (2006). *Emisiones y comercio internacional*. Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente.
- **Caicedo, Juan** (2008). *Análisis económico de impactos ambientales*. Universidad de Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 6, No.2.
- **Chavarro, Andrés** (2005). *Economía Ambiental y Economía Ecológica: Hacia una visión unificada de la sostenibilidad*. Revista Ideas Ambientales, 2 (1)
- **Coase, R.H** (1981). *El problema del coste social*. Hacienda Pública Española. No. 68.
- **Culfura, Enrique** (2008). *Permisos Transables de Emisión en Chile. Lecciones, desafíos y oportunidades para países en desarrollo*. Universidad Católica de Chile. IEUC. 347.
- **Del Río, Pablo y Labandeira, Xavier** (2008). *El Sistema Europeo de Comercio de Emisiones: Diseño, Funcionamiento y Perspectivas*. Colección Estudios Económicos. Fedea-Iberdrola.
- **Hanemann, W.** (1984). Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. J. of Agr. Econ. 66(1).
- **Herruzo, Casimiro** (2002). *Fundamentos y métodos para la valoración de bienes ambientales*. Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Just, R., Hueth, D. y Schmidt, A.** (1982), *Applied Welfare Economics*, Prentice-Hall, New York.
- **León, Rosario** (2008). *El comercio de emisión de gases propuesto por el Protocolo de Kioto: perspectiva internacional y europea*. Universidad de Barcelona. España.

- **Menger**, Carl (2003). *Economía y bienestar económico*. Ediciones Orbis, Barcelona, España.
- **Musgrave**, M (1992). *Hacienda Pública. Teoría y aplicada*. Mc Graw Hill. México D.F.
- **Ortegón**, Edgar (2008). *Guía sobre diseño y gestión de la política pública*. Convenio Andrés Bello-Colciencias. CAB.
- **Polanyi**, Kart (1997). *La gran transformación. Crítica al liberalismo económico*. Madrid, Ed. La Piqueta.
- **Posada**, Luís Guillermo (1997). *Desarrollo económico sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos minero-energéticos en Colombia*. Facultad Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.
- **Prada**, A; **González**, M; **Polomé**, P (2001). *Valoración económica del patrimonio natural*. Instituto de Estudios Económicos. Fundación Pedro de la Maza.
- **Roth**, André (2009). *Análisis y evaluación de políticas públicas: Debates y experiencias en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- **Roth**, André (2002). *Políticas públicas: Formulación, implementación y evaluación*. Ediciones Aurora. Bogotá, Colombia.
- **Samuelson**, Paul (1970). *La teoría pura del gasto público*. Hacienda Pública Española. No. 5.
- **Torregosa**, María (2007). *El modelo socioeconómico de gestión de los recursos hídricos en la comarca de la Marina Baja (Alicante), un enfoque de gestión integrada de recursos hídricos*. Universidad de Alicante. Tesis doctoral.
- **Trincado**, Estrella (2008). *Economía de Desarrollo vs. Economía de Bienestar: distintas filosofías de vida*. Universidad Complutense de Madrid. Revista de Economía Mundial, 18.
- **Trujillo**, Hernán (2008). *Los costos económicos de la justicia en Colombia*. Econotas No. 3. Universidad de la Salle.
- **Vanegas**, Alberto (1997). Bienes públicos, externalidades y los free riders: el argumento reconsiderado. Revista Estudios Públicos (71), Buenos Aires, Argentina

ANEXOS.

ANEXO 1. Tabla de emisiones de carbono en toneladas métricas.

Emisiones (Toneladas métricas per cápita)	Colombia	Países industrializados
2004-1	0,32	1,52
2004-2	0,34	1,54
2004-3	0,3	1,62
2004-4	0,37	1,54
2005-1	0,35	1,55
2005-2	0,32	1,49
2005-3	0,36	1,60
2005-4	0,38	1,56
2006-1	0,3	1,57
2006-2	0,31	1,48
2006-3	0,31	1,48
2006-4	0,34	1,40
2007-1	0,35	1,41
2007-2	0,32	1,47
2007-3	0,34	1,48
2007-4	0,37	1,42
2008-1	0,32	1,36
2008-2	0,34	1,49
2008-3	0,35	1,40
2008-4	0,4	1,37
2009-1	0,34	1,37
2009-2	0,4	1,39
2009-3	0,41	1,40
2009-4	0,37	1,26

Fuente. Banco Mundial.

ANEXO 2. Comercio de emisión de bonos europeos.

Emisiones (Toneladas métricas per cápita)	Volumen de transacciones de bonos (MilesTon)	Precios (Euros)
2004-1	8140	8,00
2004-2	8150	8,00
2004-3	8230	8,00
2004-4	8309	9,00
2005-1	8354	8,00
2005-2	8413	9,00
2005-3	8471	8,00
2005-4	8530	11,00
2006-1	8589	10,00
2006-2	8648	10,19
2006-3	8706	10,48
2006-4	8765	10,76
2007-1	8824	11,04
2007-2	8882	11,33
2007-3	8941	11,61
2007-4	9000	11,89
2008-1	9058	12,18
2008-2	9117	12,46
2008-3	9176	12,74
2008-4	9235	13,03
2009-1	9293	13,31
2009-2	9352	13,59
2009-3	9411	13,88
2009-4	9469	14,16

Fuente : Point Carbon