



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

**EVALUACIÓN ECONÓMICA
TOTAL DE UN CINTURÓN VERDE
ALREDEDOR DE LA CIUDAD DE
QUEBEC, CANADÁ.**

DANIELA RUIZ SANDOVAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRIA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe L.A.E.T. Daniela Ruiz Sandoval, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. José Jaime Arana Coronado, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Evaluacion Economica Total de un Cinturon Verde Alrededor de la Ciudad de Quebec, Canadá.

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 03 de Noviembre de 2017



Firma del
Alumno (a)



Dr. José Jaime Arana Coronado
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **EVALUACIÓN ECONOMICA TOTAL DE UN CINTURON VERDE ALREDEDOR DE LA CIUDAD DE QUEBEC, CANADÁ**, realizada por la alumna: **DANIELA RUIZ SANDOVAL**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMIA

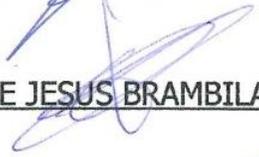
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JOSÉ JAIME ARANA CORONADO

ASESOR



JOSE DE JESUS BRAMBILA PAZ

ASESOR



STEPHANE GODBOUT

ASESOR



FABIOLA SANDOVAL SALAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2017

EVALUACIÓN ECONÓMICA TOTAL DE UN CINTURÓN VERDE ALREDEDOR DE LA CIUDAD DE QUEBEC, CANADÁ.

Daniela Ruiz Sandoval, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

Muchos componentes constituyen un cinturón verde, como bosques, parques y tierras agrícolas. Esta infraestructura verde brinda protección a muchos servicios eco-sistemáticos. El presente estudio proporciona un marco general de la valoración de tres servicios eco-sistemáticos del bosque de la ciudad de Quebec, antes del establecimiento de un cinturón verde. Pueden ser directamente aplicables a la mayoría de las valoraciones en todo el mundo: calidad y suministro de agua, calidad del aire y biodiversidad. Se utilizaron tres métodos diferentes para la valoración de los servicios ambientales, el costo-efectividad, el costo evitado y el precio de mercado. Los resultados revelaron un valor anual total de CAN\$11.602,29/ha para 2015. Un análisis del valor presente neto arroja un valor económico total de los tres servicios del ecosistema para el período de rotación de CAN\$140,882.73/ha.

Palabras clave: evaluación económica total, cinturón verde, métodos de valoración económica, Quebec, servicios eco-sistemáticos

TOTAL ECONOMIC EVALUATION OF A GREENBELT AROUND QUEBEC CITY, CANADA.

Daniela Ruiz Sandoval, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Many components constitute a greenbelt, such as forests, parks and agricultural lands. This green infrastructure brings many ecosystem services. The present study provides a general framework of the valuation of three ecosystem services of the Quebec City forest, before the establishment of a greenbelt. The ecosystem services values were estimated by three of the most important services provided by the forest. They are also directly applicable to most of the valuations worldwide: water quality and supply, air quality and biodiversity. Three different methods were used for the environmental services valuation, cost-effectiveness, avoided cost and market price. The results revealed a total annual value of CAN\$11,602.29/ha for 2015. An analysis of the net present value gives a total economic value of the three ecosystem services for the rotation period of \$140,882.73/ha.

Key words: total economic evaluation, greenbelt, economic valuation methods, Quebec, eco-systematic services.

AGRADECIMIENTOS A:

Maximiliano y Carmen por aguantar y acompañarme en este reto.

Lidia, Juan, Mónica, Juan José y Gerardo por el apoyo y cariño incondicional.

Fabiola y Carlos porque sin ustedes simplemente no habría sucedido.

Stéphane y Joahnn por todo el apoyo brindado.

CONACYT por la beca otorgada.

COLEGIO DE POSTGRADUADOS Campus Montecillo por permitirme formar académicamente.

CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Importancia del tema	1
1.2 Problema de Investigación	3
1.3 Objetivos de la investigación	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
1.4 Hipótesis.....	8
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1 Generalidades sobre las áreas verdes	9
2.2 Servicios y beneficios del bosque	9
2.3 Economía de la valorización.....	10
2.4 Valoración económica ambiental.....	11
2.5 Enfoques de la valoración económica	11
2.6 Métodos de valoración económica	14
2.6.1 Valoración directa.....	14
2.6.1.1 Métodos de valoración a Precios de mercado.....	15
2.6.1.2 Método de valoración de no mercado	17
2.7 Valoración Indirecta.....	18
2.8 Preferencias expresadas.....	19
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	20
3.1. Análisis de los cinturones verdes	20
3.1.1 Contexto histórico y definición del cinturón verde	20
3.2 Valoración económica de los servicios ambientales	23
3.2.1 Consideraciones.....	23
3.2.2 Definición y análisis de valor	24
3.2.3 Valoración de bienes y servicios ambientales	25
3.2.4. Valor Económico Total.	26
3.2.4.1 Valor de Uso Directo	28
3.2.4.2 Valor de Uso Indirecto	28
3.2.4.3 Valor de Opción.....	29

3.2.4.4 Valor de Existencia.....	29
3.3 Conclusiones sobre los métodos de Valoración.....	30
3.4 Calidad del Agua.....	32
3.5 Calidad del aire (Emisiones de Carbono).....	35
3.5.1 Evaluación del Carbono.....	36
3.6. Biodiversidad.....	38
CAPÍTULO IV. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO QUEBEC, CANADÁ.....	41
4.1 Características de la ciudad de Quebec.....	41
4.1.1 Localización del área de estudio.....	41
4.1.2 Clima.....	41
4.1.3 Vegetación.....	41
4.2 Características socioeconómicas de Quebec.....	42
4.2.1 Demografía.....	42
4.2.2 Empleo.....	42
4.2.3 Ingresos.....	43
4.2.4 Actividades económicas.....	43
4.3 Características de la cantidad y calidad de agua en Quebec.....	44
4.3.1 Cantidad y calidad de agua en Quebec.....	44
4.3.2 El mercado de carbono en Quebec.....	45
4.3.3 El bosque en Quebec.....	47
CAPÍTULO V.- METODOLOGÍA.....	50
5.1 Metodología General de la Investigación.....	50
5.2 Metodología de la valorización del agua.....	50
5.3 Metodología de la valorización del carbono.....	53
5.4 Metodología de la valorización de la biodiversidad.....	54
CAPÍTULO VI. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
6.1 Cálculo del Valor Económico del Agua.....	58
6.1.1 Costos de suministro, distribución, tratamiento y alcantarillado.....	58
6.1.2 Cálculo del Valor Económico por Control de Calidad de Agua.....	61
6.2 Calculo de Valor Económico del carbono.....	63

6.3 Cálculo del Valor Económico de la Biodiversidad	65
6.4 Valor Económico Total	66
CAPÍTULO VII.- CONCLUSIONES.....	69
7.1 Conclusiones.....	69
7.2 Retos posteriores	70
LITERATURA CITADA.....	71

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los elementos ambientales y sus características.	13
Cuadro 2. Funciones de los servicios hídricos, bienes y servicios y tipos de valor.	33
Cuadro 3. Unidades de inmuebles evaluadas.	40
Cuadro 4. Cargos antes de amortización.	58
Cuadro 5. Amortización.	59
Cuadro 6. Cargo.	59
Cuadro 7. Servicios Prestados.	59
Cuadro 8. Costo de servicios municipales.	60
Cuadro 9. Valor Total por Servicio.	60
Cuadro 10. Indicadores y valores económicos de los servicios hídricos.	62
Cuadro 11. Precios y Cantidades del mercado de carbono en Quebec.	63
Cuadro 12. Precios al año 2015.	64
Cuadro 13. Valores y unidades para el año 2015.	66
Cuadro 14. Valor Total del área destinada al Cinturón Verde.	66
Cuadro 15. Valor Económico y Valor Presente Neto de los servicios eco-sistemáticos.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cambios en los excedentes de productor y consumidor.	17
Figura 2. Clasificación del Valor Económico Total.	27
Figura 3. Guía Simplificada de Selección.	31
Figura 4. Servicios ambientales de los bosques.	39
Figura 5. Emisiones de Gases de efecto Invernadero en Quebec año 2014, por sector de actividad.	47
Figura 6. Zona forestal y urbana de Quebec.	56

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Importancia del tema

El crecimiento poblacional ha generado mayor demanda de espacio con fines urbanos: residencias, comercios, servicios e industrias, este espacio evidentemente es un recurso limitado que no pueden ser reproducido por lo que se toma el espacio existente y mediante un cambio en el uso de suelo se han reducido zonas naturales en todo el mundo (Barsky, 2005; Delgado, 2008).

No obstante, en los últimos años se ha generado una preocupación social respecto a la pérdida del patrimonio natural y la mala calidad del medio ambiente. La protección de las áreas naturales no solo genera beneficios económicos a través de la obtención de productos, sino también se reportan ganancias importantes en términos de valores de uso y no uso, derivados de los servicios eco-sistemáticos que el medio ambiente provee. Muchos de estos servicios no cumplen con las características propias en un mercado, por lo que su valoración es menos eficaz, derivando en un alto índice de degradación e incluso riesgo de desaparición de las zonas infravaloradas (Sanjurjo & Welsh, 2005).

La ausencia de un mercado en el que se desenvuelvan estos servicios ha generado que los especialistas desarrollen una herramienta denominada “valoración económica ambiental”, con el objetivo de asignar una cantidad que refleje la importancia que tiene un área natural por el simple hecho de existir. Estas valoraciones aplican la lógica del costo-beneficio; los beneficios sociales y ambientales que se generan por las áreas verdes son múltiples, pero la falta de información al respecto ha complicado la valorización real de los bienes ambientales (Cruz, 2005).

En Canadá, se han desarrollado algunas investigaciones respecto a la estimación de un valor económico que brindan algunas áreas naturales; sin embargo, la mayoría de ellas se han llevado a cabo en provincias diferentes a

Quebec. Otras valoraciones se han realizado en áreas en las que se evalúan zonas forestales a la par de áreas agrícolas; además, las pocas valoraciones se han realizado en relación con un cinturón verde han sido hechas posterior al establecimiento de dicha infraestructura ambiental (Foundation, 2008; Dupras *et al.*, 2015; Alam *et al.*, 2014).

Los cinturones verdes considerados como reservas de espacios abiertos alrededor de aglomeraciones (Gamez, 2002), urbanas con el fin de impedir la expansión urbana, y asegurar espacios naturales, en su mayoría han sido creados para contener las áreas urbanas, dado que con el crecimiento poblacional éstas han ido absorbiendo grandes porciones de áreas naturales consideradas de vital importancia para la conservación de la biodiversidad, para la aportación de belleza de paisajes rurales, así como para su uso en la producción agrícola (Alfie, 2011; Cai *et al.*, 2005; Dupras, *et al.*, 2015). El cinturón verde puede ser para la gran ciudad el eslabón que la lleve de vuelta a un hermoso paisaje agrícola, o boscoso, que además sea utilizado para la recreación y el suministro de alimentos (Kühun, 2003).

Hasta los años setentas aproximadamente un cinturón verde era visto como un controlador del crecimiento urbano, delimitando el espacio hasta el que la ciudad podía crecer. Detenía la fusión de una ciudad con alguna otra cercana y separaban las ciudades del campo. Actualmente con la relevancia que está tomando el ambientalismo y la preocupación por desarrollar ciudades más sustentables se le han imputado al cinturón verde argumentos ecológicos como la conservación de la naturaleza, regeneración de las ciudades y el desarrollo económico de las ciudades contaminadas (Lee y Linneman, 1998; Tzoulas *et al.*, 2007).

Estas características han generado que hoy en día los cinturones verdes sean identificados principalmente por su importancia en la planeación urbana ya que brinda seguridad alimentaria, conservando tierras para la agricultura, protegen la integridad ecológica, conservan la biodiversidad y los bosques, así como la cantidad y calidad de agua reteniendo los cuerpos de agua, y provee zonas de recreación en

espacios abiertos; con el beneficio de amortiguamiento a la expansión urbana (Alfie, 2011).

La presente investigación se desarrolla con el propósito de estimar el valor del área forestal de la ciudad de Quebec, para destacar la importancia económica que tendría protegerla a través del establecimiento de un cinturón verde.

1.2 Problema de Investigación

La presente investigación fundamenta su problemática en dos vertientes fundamentales: en primer lugar, la valorización de las áreas naturales, y en segundo lugar el establecimiento de un cinturón verde para la protección del área a valorizada.

Problema de Valorización.

Las valorizaciones de los ecosistemas y los servicios ambientales aún son vagas, y muchas veces insuficientes e incompletas. Valorar económica, social y ambientalmente los servicios que otorgan los ecosistemas bajo el criterio de la organización “Millennium Ecosystem Assessment” (2005) y valorar como los beneficios que la gente obtiene de la ecosfera y sus ecosistemas, puede convertirse en un reto ya que los servicios deben primero ser identificados y clasificados para posteriormente poder ser valorados (Kumar, 2010; MEA, 2005).

Aunado, al carecer de un método o sistema en particular definido lo que se tiene que hacer es expresar el valor en función de las externalidades, es decir, en función de los beneficios que genera o de los costos por daños a terceros. Por ejemplo, se puede tomar en cuenta el valor por recreación dentro de los parques, el daño a ecosistemas por obras (urbanización) o la valoración para fijar compensaciones económicas al entorno (Sanjurjo e Islas 2007; Jónsson y Davidsdóttir, 2016).

La mayoría de las investigaciones relacionadas con la valoración económica de las áreas naturales han coincidido en hacer dos grandes distinciones entre los valores de uso y de no uso para poder realizar una valoración más eficiente (Sanjurjo & Welsh, 2005; Barzev, 2002; Aznar & Estruch, 2015). La presente investigación considera los valores de uso de la zona forestal de Quebec tomando en cuenta los beneficios sociales, ambientales y económicos que ésta genera.

Establecimiento de un cinturón verde.

A partir del año 2008 la mayor parte de la población del planeta reside en las ciudades y se plantea que para el año 2030 la población “urbana” alcanzara los 5,000 millones de habitantes (UNFPA, 2004). Esta situación ha generado que las zonas periurbanas se agoten y que las manchas urbanas invadan espacios rurales o de bosques que se encuentran alrededor de las urbes.

El crecimiento de las ciudades provoca un mayor consumo energético y de recursos naturales como agua, aire, y otros problemas como la contaminación, la degradación de suelos y la pérdida de biodiversidad, que repercute directamente sobre los procesos de fotosíntesis, ciclos naturales y ciclos ecológicos (Hernández, 2008; Romero & Vásquez, 2005).

Aun cuando anteriormente los especialistas en planeación urbana ignoraron aspectos que parecían no tener relevancia ni causar impactos posteriores, actualmente se está considerando ser empático con la naturaleza y la agricultura, de tal modo que se están considerando estos conceptos, asignando áreas verdes, incluso dentro de los edificios dentro de las ciudades, como contraataque a los efectos del cambio climático, de la contaminación y de la escasez de agua, que son problemas a los que nos enfrentamos hoy en día (Alfie, 2011).

Un ejemplo de las acciones que se están llevando a cabo es el “Protocolo de Kioto”, el cual pretende que los países más industrializados reduzcan su

contaminación, a través de diferentes estrategias con las cuales reconvirtan sus fuentes de energía y los procesos de producción con la finalidad de reducir al máximo sus emisiones de Bióxido de carbono. Bajo esta premisa algunos países están construyendo las llamadas “Ciudades Ecológicas” o Eco-ciudades, que consideran aspectos como bio-climatismo, auto abastecimiento, sostenibilidad ambiental, ahorro energético, etc., ejemplo de estas ciudades son: Londres, Toronto y Melbourne, (Ahren, 1995; Richardson & Bae, 2005).

Otra política a la cual recurren los países preocupados por el ambiente es el establecimiento de cinturones verdes que ayudan a mantener un nexo entre la ciudad y lo natural, pero además ayudan a detener el crecimiento de las zonas urbanas, y a conservar la biodiversidad, generando una mejor calidad de la vida de los ciudadanos (Amati, 2008). Esto último es confirmado por Newman (2004) quien menciona que un cinturón verde además de detener el crecimiento de las ciudades ayuda a salvaguardar los valores fundamentales de la biodiversidad y a mejorar el ecosistema natural de la biorregión.

El crecimiento desmesurado de las urbes puede generar modificación en los ecosistemas, pues constantemente el desarrollo de las ciudades implica la destrucción de zonas forestales que son utilizadas para la recreación y la salud, y no hay una concientización o valoración de los costos que este crecimiento puedan generar en el presente y en un futuro (Rivas, 2005).

La presente investigación pretende generar conocimiento sobre los servicios eco-sistemáticos del bosque que formaría parte de un cinturón verde alrededor de la ciudad de Quebec, así como de estimar su valor por la importancia económica, social y ambiental que brindan actualmente. ***Con el análisis cualitativo y la valoración de estos servicios se podrá sustentar de una manera más completa el valor económico del bosque de la ciudad de Quebec.***

Aportes de la Investigación.

La mayor parte de los estudios que se han realizado con respecto a los cinturones verdes se ha concentrado en la planeación como parte de la urbanización de las ciudades, otros en los impactos y efectos del cinturón verde en términos del patrón de uso de suelo y la forma física de desarrollo de la ciudad, y las pocas valoraciones económicas que se tienen al respecto se realizaron una vez instaurado el cinturón verde (Sullivan, 2000; Brander y Koetse, 2011; Munton, 1983; Foundation, 2008; Dupras *et al.*, 2015).

Akimowicz *et al.*, (2016) y Bibby (2009) realizaron un estudio sobre cinturones verdes basándose principalmente en la producción agrícola, mientras que la Foundation David Suzuki (2008), mostró la importancia del capital natural y los beneficios de los servicios ecológicos que podría brindar el cinturón verde. Por otra parte, en Tennessee existe un reporte de la ley del Cinturón verde de esta ciudad el cual se limita al costo y cuestiones de equidad de impuestos relacionados con la valoración de la propiedad (Chervin, 2009).

Cada autor valora diferentes aspectos de un cinturón verde y desde diferentes perspectivas. Una forma es identificar los servicios eco-sistemáticos, más relevantes, es decir, los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas pueden obtener del buen funcionamiento de los ecosistemas antes de ser protegidos con la instauración de un cinturón verde (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010).

Dado lo anterior, el problema de investigación del presente estudio consiste en estimar el valor económico de la zona forestal de la ciudad de Quebec a través de destacar los beneficios que generan los servicios eco-sistemáticos que impactan en la localidad con la finalidad de detectar la mejor opción que justifique, a través de los costos de la conservación o pérdida de dichos servicios la instauración de un cinturón verde.

De esta manera, los resultados finales de la valoración independiente de cada servicio eco-sistemático no se interpretarán como bienes o servicios económicos privados independientes, ni serán comparados entre sí, sino serán valorizados como beneficios con propiedades aditivas para fortalecer su valor y proteger su interdependencia intrínseca.

1.3 Objetivos de la investigación

El presente proyecto de investigación contempla los siguientes objetivos.

Objetivo general

Estimar el valor económico de los servicios eco-sistemáticos más relevantes de la zona forestal del norte de la ciudad de Quebec, previa la delimitación de un Cinturón Verde.

Este objetivo podrá ser alcanzado a través de los siguientes:

Objetivos específicos

- a. Identificar las principales características de los cinturones verdes que se han establecido en el mundo.
- b. Determinar los servicios eco-sistemáticos más relevantes de la zona forestal de estudio.
- c. Valorar los servicios y emitir una propuesta de cinturón verde para la protección de dichos servicios.

1.4 Hipótesis

El crecimiento urbano, así como la pérdida de espacios verdes ha ido en aumento en los últimos años. Identificando las variables con las cuales valorar la eficiencia de la protección del área natural con enfoque económico, social y ambiental, se podrá obtener un valor económico total. Dicho valor reflejara que se obtienen mayores beneficios del área forestal al norte de la ciudad de Quebec, Canadá no solo en términos de producción sino también de servicios ecosistémicos, por lo que un cinturón verde para su protección podría ser la política propicia para la conservación del bien ambiental.

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Generalidades sobre las áreas verdes

El desarrollo sustentable, el uso de energías renovables entre otros son problemas ambientales resultado de la rápida urbanización del mundo en general. Las grandes urbes requieren mayor uso de energía y de recursos naturales (Vilches, *et al.*, 2014). La existencia de áreas verdes es decir espacios normalmente ocupados por árboles, plantas, etc., que pueden usarse de formas diversas, en comunidades urbanas es primordial para el bienestar ambiental, social y económico de la sociedad (CONAMA, 2002).

Las áreas verdes no solo implican vegetación y elementos de mobiliario y equipamiento, sino que son un satisfactor de múltiples necesidades, debido a que los servicios que ofrece son diversos y muchas veces su identificación es complicada pues no se pueden ver a simple vista como lo sería en el caso de un producto (Delgado, 2001).

2.2 Servicios y beneficios del bosque

Además de los bienes obtenidos del bosque como la madera, plantas y la recreación, existen otros beneficios ambientales, que muchas ocasiones no son contemplados; por ejemplo, la protección de cuencas, la belleza escénica, y otros como estabilizadores de clima o bancos de información genética son ignorados debido a que no participan en un mercado formal (Franquis & Infante, 2003).

Los bosques en particular proveen una gran cantidad de beneficios, los cuales pueden dividirse en tres grandes apartados (Pagiola, *et al.*, 2002):

1.- Protección de cuencas hidrográficas. Los bosques, sobre todo en el área de la ciudad de Quebec representan un papel importante en la regulación de los flujos hidrológicos y en la reducción de contaminantes y sedimentación (Pagiola , *et al.*, 2002).

2.- Conservación de la biodiversidad. Las áreas boscosas representan una proporción significativa de la diversidad mundial. Al perderse una porción o la totalidad de esta área implica la pérdida de hábitats y por consiguiente de especies (Pagiola , *et al.*, 2002).

3.- Secuestro de carbono. Un bosque maduro es un gran depósito de carbono y un bosque apenas en crecimiento secuestra carbono de la atmósfera. En promedio una planta absorbe una tasa anual de 6 a 10 toneladas de CO₂ por hectárea y genera de 12 a 20 toneladas de oxígeno por hectárea de masa vegetal (CONAMA, 2002; Pagiola , *et al.*, 2002).

2.3 Economía de la valorización

La economía neoclásica indica que cualquier elemento que satisfaga las necesidades de los individuos se conoce en general como un “bien”, entonces el valor económico se puede entender como la función económica de la capacidad que tiene el bien valorado para satisfacer una necesidad. Los bienes los genera la naturaleza, estos pueden o no ser transformados por los hombres, pero al final tendrán un uso determinado (Beder, 2001).

Los bienes tienen un valor y por lo tanto estos pueden ser comercializados en un mercado a través de transacciones que implican un intercambio de la propiedad del bien, sin embargo, cuando no se puede tener esta propiedad como es el caso de muchos de los bienes ambientales entonces existe un problema de asignación de recursos y por ello es necesario recurrir a la valoración a través de los costos y beneficios. Este valor se determina por el uso que reciben (Beder, 2001).

El valor económico de un bien puede interpretarse como la cantidad que los individuos están dispuestas a ceder por cierta cantidad de un bien o recurso. Teóricamente este valor económico de un ecosistema ambiental puede llegar a ser estimado por medio de metodologías económicas, pero cabe aclarar que no se están obteniendo valores intrínsecos, sino valores económicos (Franquis & Infante, 2003).

2.4 Valoración económica ambiental

Para poder valorar un ecosistema natural se deben identificar y clasificar los beneficios de acuerdo con si contribuyen directa o indirectamente a la comodidad de la sociedad.

La valoración económica del ambiente está relacionada con el uso de sus recursos. La característica de **agotable** hace necesaria la evaluación monetaria para darle un valor, que nos permita medir y comparar los beneficios que nos brindan estos servicios. Además, valorar el ambiente funciona como instrumento eficaz de facilitación y mejoramiento del uso racional, manejo y gestión de los servicios ambientales (Barbier *et al.*, 1997). La valoración económica representa una contribución en la búsqueda de un desarrollo sostenible (Tietenberg, 2009).

2.5 Enfoques de la valoración económica

A) Ambiental

El medio ambiente debe ser un componente clave de la estrategia de desarrollo económico de una región y no debe ser marginal a ella. Gibbs y Jonas (2001) desarrollaron esta idea al introducir la noción de un “arreglo de sostenibilidad urbana” para incorporar selectivamente los objetivos ecológicos en las estructuras territoriales locales durante una era de modernización ecológica.

Los indicadores relacionados con el ambiente pueden incluir: emisión de contaminantes (emisión de gases de efecto invernadero, emisión de sustancias debilitadoras de ozono, etc.) recursos utilizados (energía, materiales o consumo de agua), entre otros (UN Division for Sustainable Development, 2001).

Para la valoración ambiental la Millenium Ecosystem Assessment, (2005) hace una clasificación de los elementos ambientales y sus características en las que se destacan los servicios eco-sistemáticos, los bienes y servicios ambientales, así como los impactos:

Cuadro 1. Clasificación de los elementos ambientales y sus características.

ELEMENTO	CARACTERISTICAS
Servicios Eco-sistemáticos	<p>Agrupado en cuatro vertientes:</p> <p><i>Servicios de Provisión:</i> El consumidor lo recibe directamente de los ecosistemas; alimentos, agua, materias primas, recursos genéticos.</p> <p><i>Servicios de Regulación:</i> Se obtienen a través de procesos de los ecosistemas: regulación de calidad de aire, regulación de clima, erosión, etc.</p> <p><i>Servicios Culturales:</i> Recreación, belleza escénica, turismo, inspiración para cultura, arte y diseño.</p> <p><i>Servicios de Soporte:</i> Servicios necesarios para producir otros servicios: ciclo de nutrientes, formación de suelos, producción primaria</p>
Bienes Ambientales	Recursos utilizados como insumos en la producción o consumo final, que se gastan y transforman en el proceso.
Servicios Ambientales	No se gastan ni transforman, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema. Generan beneficios económicos.
Impactos Ambientales	Externalidades, resultado o efecto de la actividad económica de una sobre el bienestar de otra.

Fuente: Millenium Ecosystem Assessment (2005).

B) Económico

Cerda (2008) hace una reflexión acerca del concepto de valor económico “es importante destacar que no se está valorando el “ambiente” ni “la vida”, como muchos detractores de las metodologías de valoración asumen, sino que se valoran las preferencias de las personas ante cambios en las condiciones del ambiente y

sus preferencias con respecto a cambios en los niveles de riesgo que enfrentan” en este caso el cambio de uso de suelo de lo natural a lo urbano.

Desde el punto de vista de los indicadores económicos para el valor del producto/servicio se pueden tomar en cuenta los siguientes: “cantidad de bienes o servicios producidos o provistos al cliente, ventas netas, valor agregado de beneficio, costo asociado con carga ambiental (costo de la congestión de tráfico) (UN Division for Sustainable Development, 2001).

C) Social.

Con respecto a las afectaciones en el ámbito social, los cambios provocados por la urbanización pueden ir en varios sentidos, comenzando con el estrés que se acompaña de problemas de salud, problemas psicológicos y problemas en el estatus nutricional. Incluso alteraciones en los comportamientos de consumo y la naturaleza de lo consumido (Sepúlveda *et al.*, 2002).

La evaluación de un sistema ambiental puede desarrollarse de diversas maneras dependiendo del elemento que se esté evaluando, a continuación, se explica cuales son y qué características tienen cada valoración.

2.6 Métodos de valoración económica

2.6.1 Valoración directa

Se puede manejar de la siguientes maneras: Métodos de valoración a precios de mercado, incluyendo la estimación de beneficios de consumo de producción y de subsistencia; Métodos de mercados sustitutos, incluyendo el modelo de costo de viaje, modelo hedónico y modelos de bienes sustitutos; Método de la función de producción, los cuales se basan en relaciones biofísicas entre las funciones ambientales y las actividades de mercado; Métodos de preferencias expresadas, principalmente el método de valoración contingente y sus variantes; y los métodos

basados en costos, incluyendo el método de los costos de reposición y gastos defensivos (Herrador y Dimas, 2000)

2.6.1.1 Métodos de valoración a Precios de mercado

Es el más sencillos y eficientes, ya que se basan en precios de mercado disponibles. Muchos de los bienes y servicios que provee la agricultura son comercializados en mercados locales o internacionales. Los precios pueden ser utilizados para construir cuentas financieras o cubrir costos. Es importante determinar el mercado apropiado (Barzev 2002; Barrantes, 2016; Hernández *et al.*, 2013).

El mercado solo es capaz de valorar aquellos bienes que se transaccionan en él. Puede aplicarse a inventarios de activos naturales producidos y sus servicios ambientales cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o productividad.

En el caso de servicios ambientales no producidos, se podría calcular utilizando los datos referentes a los alquileres o rentas que se pagaron con el fin de obtener autorización para utilizar esos activos (Departamento de Medioambiente, 1994).

A) Cambio en productividad

Proyectos de desarrollo afectan la producción o productividad, los cambios pueden ser valorados usando precios económicos normales o corregidos, cuando existen distorsiones en los mercados.

B) Perdidas de ganancia (efectos en la salud)

Cambios en la productividad humana (pérdida de ganancias (salarios), gastos médicos, otros pagos) resultantes de efectos negativos sobre la salud por contaminación o degradación ambiental o cambios en la disponibilidad de recursos naturales.

C) Costo de oportunidad

Los costos de usar recursos que no tienen precios en el mercado o no son comercializados, pueden ser estimados a través del ingreso perdido por no usar el recurso de otras formas como variable proxy.

D) Costo- efectividad

Estima el costo de la protección ambiental en términos del costo alternativo de lograr determinado nivel, por ejemplo, estándares de calidad de agua o de aire. Evaluar ventajas o desventajas de los beneficios percibidos, pero no mesurables de una acción y los costos de ejecutar la acción.

E) Costos evitados

Estimación del valor de un daño ambiental a través de los costos evitados realizados por los individuos, firmas, gobiernos o comunidades, para prevenir o mitigar efectos ambientales indeseables o para revertir daños ocurridos.

Esta evaluación pretende reflejar que en el caso de que no se plantee una medida de protección ambiental el cambio en el bienestar de los individuos (medido a través de los excedentes del consumidor y del productor) será negativo.

El excedente del consumidor es el área que se encuentra entre la curva de demanda de un bien cualquiera y la línea del precio del mismo. La diferencia entre lo que se estaría dispuesto a pagar por cada cantidad consumida y lo que realmente se paga (Herruzo, 2002; Samuelson & William, 2002)

El excedente del productor es el área entre la curva de precio y la curva de la oferta. La diferencia entre lo que el productor está dispuesto a aceptar por cada unidad producida y lo que realmente recibe (Herruzo, 2002; Samuelson & William, 2002).

Permitir la urbanización de las áreas rurales implica: (Barzev, 2002)

- 1) Un decremento en la calidad ambiental propiciará una disminución en la calidad del bien, en este caso la calidad del agua disminuirá.
- 2) Decremento de la cantidad del bien- la curva de la oferta (costo marginal de producción) se desplazará a la izquierda en el gráfico. Implica menor cantidad del bien a mayor precio.
- 3) El decremento de la oferta generara menor consumo del bien.
- 4) Los beneficios sociales se reflejarán en la disminución de los excedentes del consumidor y del productor.

Estos cambios se pueden ver reflejados en el siguiente gráfico:

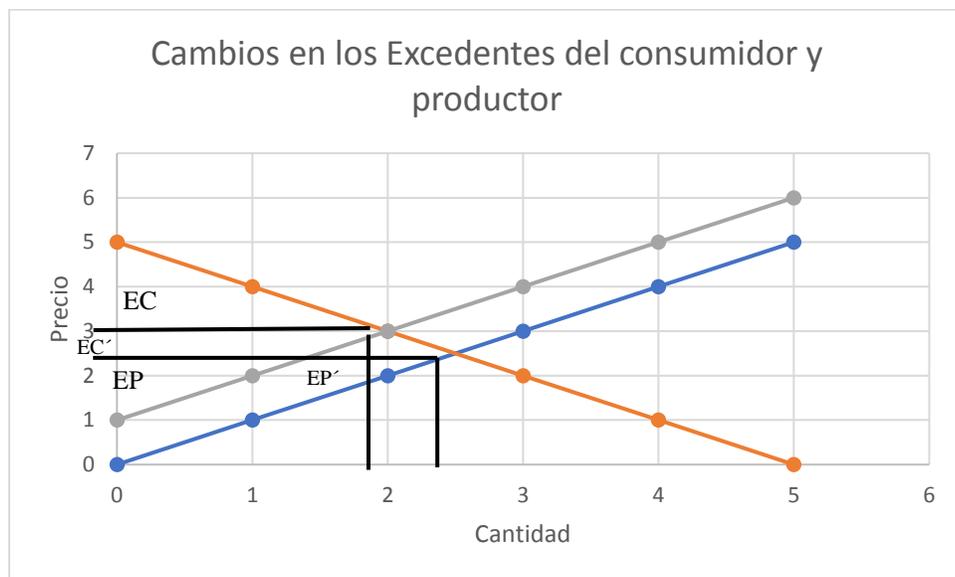


Figura 1. Cambios en los excedentes de productor y consumidor

Fuente: Elaboración propia con datos de Barzev, (2002).

2.6.1.2 Método de valoración de no mercado

Generalmente se utiliza la valoración contingente ya que el medio natural es aprovechado como un bien de consumo público. De esta manera se le puede dar un valor en el caso de una disminución en la calidad de cierto recurso y se puede

preguntar a cada persona el monto que estaría dispuesto a pagar para evitar el cambio en la calidad (Barrantes, 2016; Pearce & Turner, 1995).

Otra forma sería darle un valor a través de los gastos en que se incurren por la degradación del ecosistema y sus servicios o la restauración de los daños existentes.

Existe un complejo número de métodos desarrollados con la finalidad de realizar una valoración económica de los bienes, servicios e impactos ambientales, sin embargo, la diferencia entre estos tres apartados puede implicar el uso de diferentes metodologías para la valoración de cada uno.

2.7 Valoración Indirecta

La valoración indirecta se da debido a que algunos beneficios de los servicios ambientales pueden ser reflejados indirectamente tanto en el gasto del consumidor, en los precios de mercado de bienes y servicios o en el nivel de productividad de algunas actividades de mercado (Barzev, 2002; Barrantes, 2016; Hernández, et al, 2013).

A) Valores de la propiedad (precios hedónicos)

Fundamentado en la teoría neoclásica del consumidor, donde la utilidad de un bien está determinada por el conjunto de atributos que lo conforman. Determinar los precios implícitos de ciertas características de una propiedad que determina su valor. Entre otros factores se toma en cuenta la calidad del entorno, tamaño, tipo de construcción ubicación y arquitectura (Barzev 2002; Barrantes, 2016; Hernández, *et al*, 2013; Sarmiento, 2003).

B) Costo de viaje

Basado en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental no en menos que el costo de acceso al recurso, principalmente para valorar bienes

y servicios turísticos o recursos escénicos, incluye los costos directos del transporte, así como del costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio. A través de encuestas que permiten identificar características socioeconómicas se determina el precio implícito para el uso de un lugar.

2.8 Preferencias expresadas.

A) Valoración contingente

Usados cuando no existe información de mercado ni valores subrogados acerca de las preferencias de los individuos respecto de ciertos recursos naturales o servicios ambientales. La mayoría de estudios utilizan información de entrevistas realizadas a través de encuestas (Mitchell y Carson, 1990; Barzev, 2002; Barrantes, 2016; Hernández, et al, 2013).

Los valores estimados son derivados de una situación hipotética de la posible reacción a tal situación. Ésta técnica está adquiriendo popularidad para la valoración de bienes y servicios naturales y ambientales por su flexibilidad cuando no existe información al respecto.

B) Juegos de licitación

Estima la disposición a pagar por un bien ambiental. Basado en la creación hipotética de un mercado. Existen problemas de sesgo en la aplicación de este método. No es un problema en los países desarrollados debido a los ítems de validación (Barzev, 2002; Mitchell y Carson, 1990).

C) Tómalo o déjalo

Basado en la teoría de preferencias reveladas y la teoría de la demanda todo o nada. A través de una sola pregunta para determinar si están o no dispuestos a recibir una compensación a cambio de un daño o si están dispuestos a pagar a cambio de preservar un bien (Barzev, 2002).

D) Técnica Delphi

Se pregunta a expertos, los cuales responden con una óptica social respecto del valor de un bien o servicio de los recursos naturales.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1. Análisis de los cinturones verdes

3.1.1 Contexto histórico y definición del cinturón verde

Un cinturón verde es una estructura natural o “verde” que ayuda a detener el crecimiento de las zonas urbanas, conservar la biodiversidad, salvaguardar las tierras para la recreación, agricultura, silvicultura y mejorar la calidad de vida de la población. Además, colabora con la construcción de la planeación como una disciplina (Amati, 2008).

Durante los últimos años del siglo XIX, muchos movimientos alrededor del mundo surgieron sin propósitos de conservación biológica. Más bien como parte de reformas sanitarias que los gobiernos introdujeron como producto de enfermedades producidas por la industrialización y la rápida urbanización. Londres, vio nacer el concepto de cinturón verde gracias a Howard (1898) quien propuso en su libro titulado *Mañana: Un camino pacífico a la Real Reforma*, a la “Ciudad Jardín” como una comunidad planificada, autónoma, rodeada de cinturones verdes que contenían zonas cuidadosamente equilibradas de residencias, industrias y agricultura.

Sin embargo, en otras partes del mundo como por ejemplo Asia, fue hasta la década de 1920 cuando el cinturón verde comenzó como un movimiento, focalizado

en la conservación del ambiente y el desarrollo, con la plantación de árboles como principal actividad.

Años después en 1929, Raymond Urwin, se convirtió en el jefe de planeación del *Greater London Regional Planning Committee* y publicó su primer reporte donde propuso una faja verde, para compensar la necesidad de espacios abiertos. Sin embargo, fue hasta 1930, con la creación del Comité para la Conservación de la Inglaterra Rural (CPRE) que decidieron diseñar una campaña en contra del desarrollo de la mancha urbana. El primer cinturón verde propuesto para Londres fue consagrado en el Gran Londres en 1944 (Alfle, 2011).

Lewis Keeble (1961), presentó el cinturón verde como una disciplina, en su trabajo llamado *“Principios y prácticas de la planeación de pueblos y ciudades”*, donde dijo: *“Por lo tanto es deseable hacer grandes y persistentes esfuerzos para dar a conocer los logros de Planificación. Estos logros incluyen los siguientes: El establecimiento y mantenimiento de cinturones verdes alrededor de las grandes ciudades. El éxito general de estos es mucho mayor que los fallos locales que a veces se han producido”*

Los cinturones verdes cuentan con diferentes productos y beneficios que surgen de su función principal que es la de contener el urbanismo: entre ellas se puede destacar el evitar las deseconomías de escala del crecimiento urbano (control del crecimiento futuro de una gran área edificada), comodidad (estética) que genera un ambiente rural más agradable y mantiene el carácter de los pueblos y aldeas, impidiéndoles la fusión, producción agrícola, esta última no es una razón para crear un cinturón verde, sin embargo surge como un subproducto ya que de otra manera se podría construir sobre estas tierras (Brander & Koetse, 2011).

Algunos ejemplos de los cinturones que actualmente operan y cuáles son sus objetivos ambientales y agrícolas se presentan a continuación:

Después de realizar un estudio demográfico en el que se llegó a la predicción de un crecimiento poblacional de 4.4 millones de habitantes para 2036 en Ontario, el gobierno de Canadá decidió crear una iniciativa para originar el cinturón verde llamado Greater Golden Horseshoe (GGH) (Ontario Ministry of Finance, 2012). El cinturón abarca 728,000 hectáreas, y fue hecho con la finalidad de salvaguardar la tierra ambientalmente sensible, las cuencas y las tierras agrícolas que proveen servicios esenciales para tener una buena calidad de vida en Canadá (Foundation, David Suzuki, 2008).

En Londres se estableció en 1938 el cinturón verde del Londres Metropolitano, con una extensión de 484,173 hectáreas. Entre sus objetivos se encuentran: restringir las grandes áreas edificadas, evitar la fusión de las ciudades vecinas, proteger el campo de la invasión, preservar las ciudades históricas, proporciona acceso al campo abierto, promover los deportes al aire libre y recreaciones para las poblaciones urbanas y conserva la tierra en los usos agrícolas forestales y afines (Natural England, 2006).

Holanda cuenta con un Corazón Verde desde 1958 con una extensión de 160,000 hectáreas, con la visión de tener áreas para recreación cerca de las grandes ciudades, así como producción agrícola ya que el 80% del espacio total está determinado para actividades agrícolas.

El año 1947 vio nacer el Plan de Dedos de Copenhague con una extensión de 10,900 hectáreas, su objetivo central fue permitir a los residentes de la ciudad el acceso a espacios cercanos a sus viviendas y proteger el campo abierto de ser comido por la expansión urbana.

Hace apenas 25 años, en Frankfurt Alemania se creó un cinturón verde de 8,000 hectáreas para preservar un anillo de espacios abiertos alrededor del centro de la ciudad en respuesta al incremento de la demanda por el desarrollo. Estos espacios protegen la biodiversidad, promueven la agricultura (principalmente la producción

de manzana para la industria vinícola), silvicultura y recreación. También en Alemania se estableció en 1989 la Cortina de Hierro Alemana de 17,700 ha. con la finalidad de proteger los hábitats y la biodiversidad.

En Australia, en el año 1994 se establecieron 647,800 ha de cinturón verde para preservar la tierra para la agricultura, conservación, recreación, extracción mineral, e infraestructura especial.

América Latina no ha sido la excepción, un ejemplo de cinturones verdes es el ubicado en Sao Paulo desde 1994, con una extensión de 1,540,032 hectáreas como elemento para la protección de la biodiversidad, la producción orgánica de productos agrícolas y la agricultura periurbana (CIELP, 2010).

3.2 Valoración económica de los servicios ambientales

3.2.1 Consideraciones

El crecimiento poblacional, la extensión de las áreas urbanas y la industrialización provocan a su vez un aumento en la contaminación de los factores físico-naturales más importantes como lo son: el aire, el agua y el suelo. Problemas que son resultado de un desarrollo inadecuado, sin embargo, una de las soluciones radica en la planificación del crecimiento económico (Barzev, 2002).

La relación que existía entre economía (cuantifica, en términos monetarios, los flujos de insumos y servicios provenientes de éstos y los impactos llamados externalidades, tanto positivos como negativos) y ecología (estudia los ecosistemas y provee la información física cuantitativa y cualitativa) no ha sido equilibrada, por lo que es posible pensar que el crecimiento económico que los países desarrollados han tenido, se ha conseguido a costa del entorno ambiental; sin embargo, la inminente preocupación de la sociedad en general acerca de los problemas urbanísticos y ambientales actuales y futuros generan en la economía una

necesidad de considerar nuevas variables así como sus interacciones incluyendo las ambientales, sociales y económicas (Barzev, 2002; López, 2008; Hernández *et al.* 2013; Barrantes, 2016).

La asignación eficiente de recursos (cada vez más escasos), debería de ser uno de los objetivos principales de la economía. Sin embargo, la existencia de una amplia gama de competencia imperfecta y la intervención del gobierno dificultan el funcionamiento de la economía y su nexo con la ecología en el intento de que ambas permitan alcanzar un desarrollo sustentable (Hernández *et al.*, 2013; Barrantes, 2016; Diaz-Balteiro y Romero, 2004).

Además, existe una serie de elementos que carecen de un mercado; por lo tanto, también carecen de precio y son conocidas como externalidades. Es entonces que surge la necesidad de otorgarles un valor monetario a estos bienes y servicios. Dado lo anterior se hace necesario formular políticas de protección y conservación de recursos naturales como lo sería la creación de un cinturón verde (Hernández *et al.*, 2013; Barrantes, 2016).

La evaluación ambiental permite identificar y cuantificar los impactos de los proyectos y otros eventos naturales y suministrar la información necesaria para profundizar en el análisis económico.

3.2.2 Definición y análisis de valor

El diccionario de la Real Academia Española (2014), dice que, el acto de “valorar” supone un proceso mediante el cual se señala o se reconoce el valor de una cosa.

Si se considera el valor como una propiedad derivada de satisfacer necesidades o deseos, entonces el valor será una función de la capacidad de satisfacción (Seják, 2000).

Valor representa el precio más probable que compradores y vendedores establecerán para un bien o servicio que está disponible para su compra. El valor establece un precio hipotético o teórico, que será el que con mayor probabilidad establecerán los compradores y vendedores para el bien o servicio. De modo que el valor no es un hecho, sino una estimación del precio más probable que se pagará por un bien o servicio disponible para su compra en un momento determinado (Alcázar, 2003; Aznar y Guijarro, 2005; Caballer, 2011; Normas Internacionales de Valuación, 2005).

3.2.3 Valoración de bienes y servicios ambientales

Las metodologías desde el punto de vista económico-ecológicas para darle valor a los servicios y activos ambientales se han llevado a cabo con la finalidad de buscar procesos eficientes y productivos estas metodologías se pueden dividir básicamente en métodos directos e indirectos (Constanza *et al.*, 1997; Castro & Barrantes, 1998).

La valoración económica es importante por el papel que juega en la toma de decisiones concernientes al aprovechamiento de los servicios ambientales, ya que permite medir y comparar los distintos beneficios de tales servicios y por ende puede servir de instrumento eficaz de facilitación y mejoramiento del uso racional, manejo y gestión de los servicios ambientales y representa una contribución en la búsqueda de un desarrollo sostenible (Barbier *et al.*, 1997; Tietenberg, 2009).

Al considerar la valoración económica de bienes y servicios ambientales, se tiene que tomar en cuenta que se trata de activos naturales producidos y no producidos; por lo tanto, deben ser considerados como tales al asignarles su valor (Departamento de Medioambiente 1994; Hanna y Munasinghe 1995; Bowers, 1997).

La finalidad de la presente investigación es la valorización económica de los servicios eco-sistemáticos del bosque que formara parte del cinturón verde, es decir

obtener un valor económico y no un valor de mercado, ya que nadie lo va a vender ni comprar. Lo que se busca es obtener el bienestar o beneficio que proporcionara, a la población, y a este valor se le denomina Valor Económico Total (Aznar y Estruch, 2015).

3.2.4. Valor Económico Total.

El valor económico total de un espacio natural comprende beneficios comerciales, así como los ambientales ya sean directos o indirectos. Considera características como sistemas integrados: existencias de recursos o bienes, flujo de servicios ambientales y atributos del ecosistema como un todo (Emerton & Bos, 2004; Hernández *et al* 2013).

Los bienes ambientales otorgan beneficios a la sociedad. Para algunos existen mercados en los que existe un precio que refleja su valor, pero para otros no existen mercados. Los valores de un bien o recurso ambiental pueden clasificarse como de uso y de no uso (figura no.2) (Barrantes 2016; Barzev 2002).

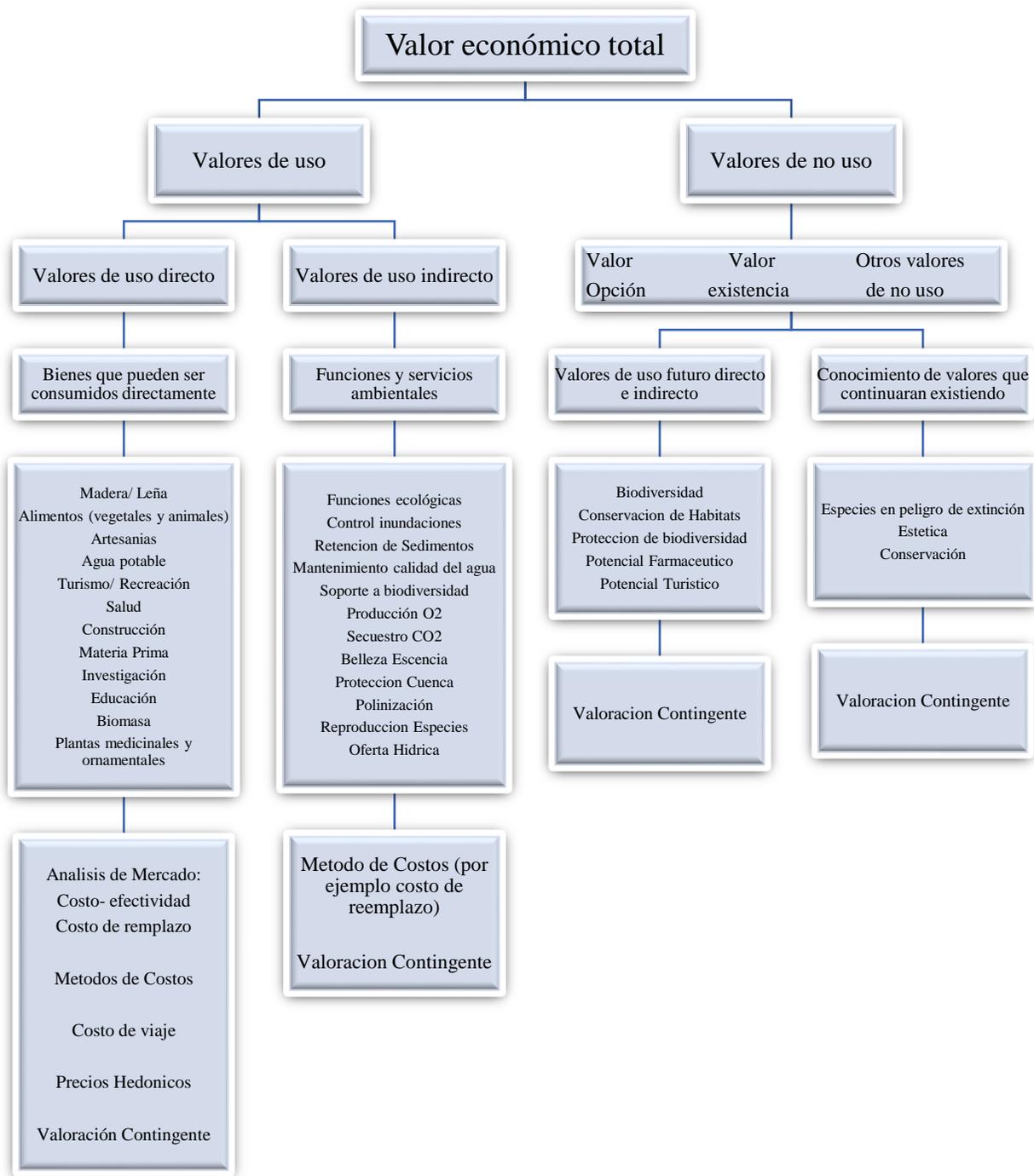


Figura 2. Clasificación del Valor Económico Total

Fuente: Adaptación de Barrantes 2016; Barzev 2002; y Lomas *et al.*, 2005

Dentro de la valoración económica total se tienen dos tipos de valores, los valores de uso que incluyen los valores de uso directo, es decir bienes que pueden consumirse directamente, así como los valores de uso indirecto que incluye

funciones y servicios ambientales, y por otra parte los valores de no uso, los cuales incluyen los valores de opción y los valores de existencia que son valores de uso futuro directo e indirecto respectivamente y otros valores de no uso, los cuales se centran en el conocimiento de valores que continuarán existiendo. (Barrantes 2016; Barzev 2002; Lomas *et al.*, 2005)

3.2.4.1 Valor de Uso Directo

El valor de uso directo (VUD) se refiere al ingreso por venta de los bienes y servicios ambientales que provee la explotación de la biodiversidad de un ecosistema, para la satisfacción de las necesidades humanas. La mayoría de estos bienes pueden valorarse a precios de mercado a través de métodos como cambio en productividad, pérdidas de ganancias, costos de oportunidad, costo-efectividad (Barzev, 2002), costos evitados (Herruzo, 2002; Samuelson & William, 2002) por su eficiencia (Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015).

De la misma manera puede aplicarse a inventarios de activos naturales producidos y sus servicios ambientales cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o productividad a través de los métodos ya mencionados (Barzev 2002; Barrantes, 2016; Hernández *et al.*, 2013; Departamento de Medioambiente, 1994).

Pero los bienes que no tienen precio de mercado pueden ser medidos a través de costo de viaje, precios hedónicos o valoración contingente como técnicas de valoración para producir un rango de beneficio, sin embargo, al basarse en preferencias los valores obtenidos podrían representar cierto sesgo (Dixon *et al.*, 1998).

3.2.4.2 Valor de Uso Indirecto

Es el valor que tienen los bienes y servicios ambientales que son difícilmente observables y cuantificables, por lo que, no pueden ser valorados directamente por

el mercado. La valoración se basa en el uso del costo evitado para estimar el costo del daño potencial medido a través de estimaciones *ex ante*, si el daño de la contaminación ocurriera de esta forma se valorarían los beneficios generados por el bien ambiental (Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015).

Este valor está constituido por una serie de funciones primordiales y de trascendencia económica pero que el mercado no detecta por ejemplo la protección de suelos, secuestro de carbono, valor del turismo, oferta y calidad de agua entre otras (Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015; Departamento de Medioambiente, 1994; Pearce y Turner, 1995). Este tipo de servicios ambientales pueden ser cuantificados mediante la valoración contingente.

3.2.4.3 Valor de Opción

El valor de opción puede referirse por una parte al valor que, para una persona tiene el garantizar que en un futuro podrá disponer de algún bien o servicio ambiental, aunque en el presente no esté disfrutando de éste. Se podría entender entonces como una garantía de asegurar la disponibilidad futura del flujo de servicio (Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015).

Por otro lado, es un valor generado por la incertidumbre del decisor al desconocer cuales son los posibles usos futuros con los que se podría beneficiar y que con los conocimientos actuales son difíciles de establecer y prever ya que la tecnología y ciencia actual no los detecta (Turner *et al.*, 2000)

3.2.4.4 Valor de Existencia

Es el valor que la sociedad le da a un servicio, por el hecho de ser un recurso esencial para la conservación y desarrollo del ecosistema, para el disfrute de las futuras generaciones (Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015; Jansson, 1994; Constanza *et al.*, 1998).

Este puede ser calculado con el uso de los métodos de valoración contingente, sobre todo en casos donde el activo tenga características únicas o significados culturales o religiosos importantes para la sociedad (Pearce y Turner 1995).

3.3 Conclusiones sobre los métodos de Valoración

Existen varios métodos para la valoración de activos y recursos naturales, los cuales representan una importante contribución de la economía al proceso de la toma de decisiones respecto a los recursos ambientales.

La figura 3 ilustra una guía para seleccionar el método apropiado dependiendo de la situación o elemento que se desea valorar. Comienza por la definición del impacto diferenciándolo entre un cambio medible por producción o un cambio ambiental. Y a continuación se presentan los posibles escenarios e impactos, presentando las técnicas más frecuentemente utilizadas para estimar los valores del impacto.

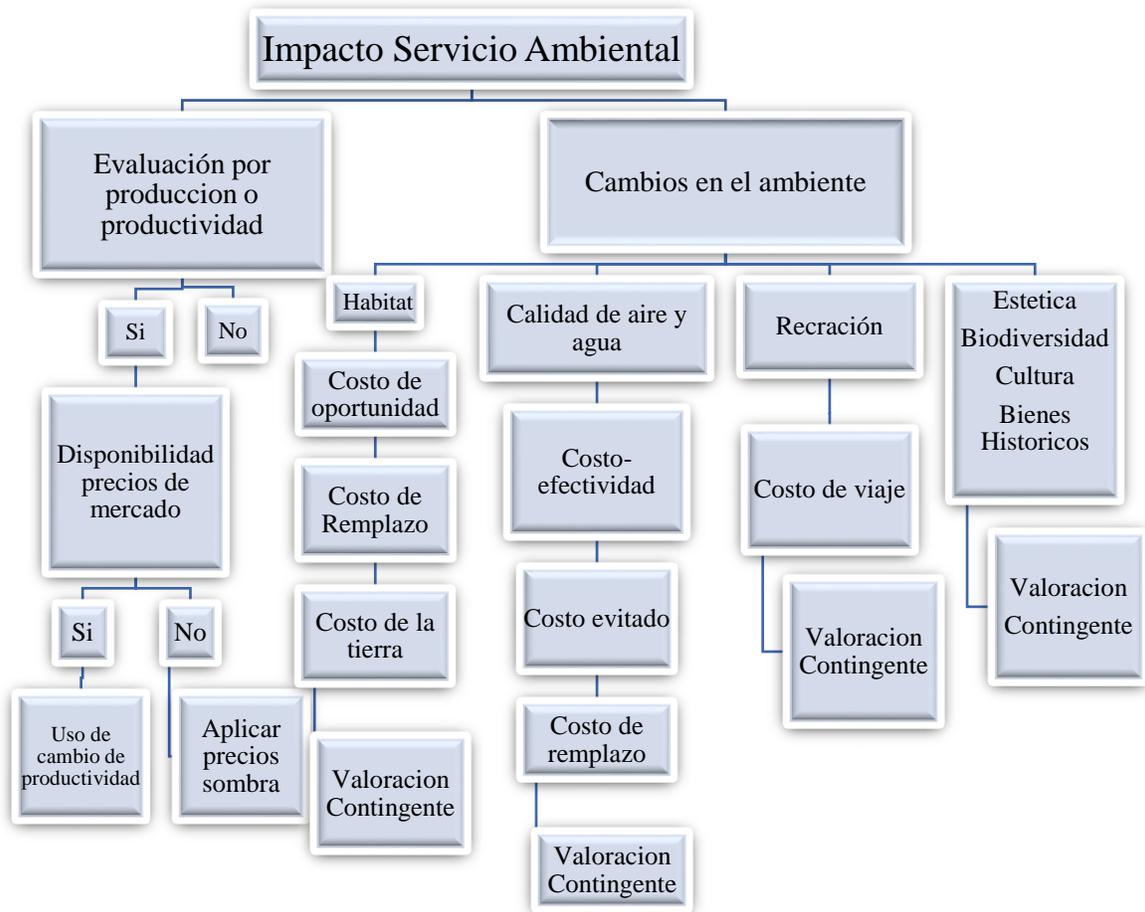


Figura 3. Guía Simplificada de Selección

Fuente: Adaptación de Dixon y Pagiola 1998

A continuación, se dará a conocer el soporte teórico sobre la valoración de tres servicios ambientales, que brinda un área natural, los cuales son considerados fundamentales para la valoración de un cinturón verde (Foundation, 2008, Alam *et al.*,2014)

3.4 Calidad del Agua

El porcentaje de agua en la tierra es muy grande aproximadamente el 70%, sin embargo, únicamente el 2.5% es dulce, es decir, que es útil para el consumo humano, así como de plantas y animales. Pero únicamente el 1% de esta agua está disponible, el resto se encuentra lejos de las urbes. Si a la escasez de agua le agregamos que mucha del agua disponible está contaminada, el panorama es todavía peor, aproximadamente entre 14 y 30 mil personas mueren a diario por enfermedades relacionadas con el agua (Gleick, 2003).

La escasez cada día empeorara si no se toman medidas en la racionalización del uso del vital líquido, así como protección y cuidado de los ecosistemas que lo generan (De Villiers, 2000).

Es por esta situación que la evaluación económica de un servicio ambiental es muy importante, puede ayudar a tomar una mejor decisión en cuanto a políticas relacionadas con el uso o desuso de los recursos ambientales La pérdida por degradación, extinción o bien por un cambio en el uso de estos recursos ambientales es un grave problema económico y del cual poco se ha evaluado, pero es necesario que todos los valores que sean ganados o perdidos sean tomados en cuenta incluyendo los valores perdidos que el recurso convertido ya no puede proporcionar (Barbier, 1997).

La evaluación puede proveernos de información, que puede ser utilizada para comparar los beneficios de las áreas naturales en este caso contra aquellos obtenidos de la urbanización, además de que da una visión económica en el uso racional y gestión de los recursos (Barbier, 1997).

Cuadro 2. Funciones de los servicios hídricos, bienes y servicios y tipos de valor.

Función ecológica	Bienes y Servicios	Tipo de valor
Flora y Fauna	Caza y pesca comercial y recreativa.	Uso Directo
Retención de Carbono	Reducción de calentamiento global	Uso directo
Control de inundaciones y amortiguación contra las tormentas	Protección	Uso directo
Retención de sedimentos	Depósitos de desechos	Uso indirecto
Carga y descarga de aguas subterráneas	Suministro de agua	Uso indirecto
Control de la calidad de agua	Mejora de calidad de agua	Uso indirecto
Retención de nutrientes	Depósito de desechos	Uso indirecto
Estabilización de microclima	Estabilización Climática	Uso indirecto
Diversidad biológica	Existencia de especies	Existencia
Soporte de entorno natural	Entretenimiento	Uso directo o indirecto
	Patrimonio cultural y de herencia	Existencia y legado

Fuente: Adaptación propia de Aznar y Estruch, 2015.

En el cuadro anterior se observan las funciones ambientales de los servicios hídricos, entre ellos uno de los más relevantes por su contribución al bienestar de la sociedad es el de la calidad del agua y el suministro (cantidad), los servicios eco-sistemáticos asociados con esta última se relacionan con el abastecimiento y uso de agua de los consumidores, llámese familias, productores o industria (De Groot *et al.* 2002), funciones que tiene un valor de uso indirecto (Pagiola, 2003). Además, según Brauman *et al.*, (2007) en el caso del agua al tratarse del aspecto ambiental los atributos más importantes a tomarse en cuenta para valorarse son la calidad y la cantidad.

Las cuencas boscosas son muy importantes para el suministro regular de agua potable limpia (Foundation, 2008). Espinoza (1999), menciona que los servicios ambientales relacionados con los recursos hídricos pueden ser valuados considerando: a) calidad de agua: los servicios a pagar podrían ser la reducción de niveles de erosión, sedimentación y flujo de nutrientes, y b) cantidad de agua, donde

se paga la normalización de flujos, protección contra inundaciones, regulación de rebalses y cauces y recarga de acuíferos.

Investigaciones como las de (Ataroff & Rada, 2000) realizaron la importancia de la permanencia de los bosques toda vez que la eliminación o el cambio de uso de suelo a otro como por ejemplo en una pradera, que se podría traducir en una disminución del rendimiento hídrico, por la menor captura de agua proveniente de las nubes.

Esta evaluación puede realizarse haciendo uso de los precios de mercado ya que Oyarzun *et al.*, (2005), sostienen que como agua potable es un bien de mercado con ciertos insumos entre ellos energía eléctrica, elementos para la potabilización, el alcantarillado, el agua proveniente de los bosques, que representa el servicio ecosistemático del bosque.

Los beneficiarios del servicio hídrico son diversos: productores, consumidores rurales y urbanos. Sin embargo, quien soporta el costo de su conservación es el gobierno, quien tiene que asignar recursos para el control, suministro y tratamiento (Castro, 2010). Por lo tanto, el valor económico obtenido de la evaluación podría interpretarse como el ahorro que la ciudad está teniendo por la infraestructura verde que el bosque le aporta a la región (Foundation, 2008).

Por otra parte, Alam *et al*, (2014) evalúan los servicios por calidad de agua en función de los costos de descontaminación, así como los costos por degrado de sedimentos.

En la presente investigación para la parte de servicios hídricos se valorará utilizando por una parte el método de costo evitado utilizando precios de mercado en función del ahorro que representa la conservación del bosque y el método de costo- efectividad para estimar el costo de la protección ambiental en términos del costo de formas alternativas de lograr un determinado nivel de calidad.

3.5 Calidad del aire (Emisiones de Carbono)

Uno de los principales causantes del cambio climático, son los gases de efecto invernadero (GEI), generados a partir de las actividades económicas del hombre que emiten contaminantes a una tasa mayor a la que la atmosfera puede naturalmente removerlos, entre los principales contribuyentes están la quema de combustibles fósiles (75% aproximadamente), seguido por la degradación y deforestación de los bosques (20%), uno de los gases más dañinos y con mayor producción es el dióxido de carbono (CO₂) (Franquis e Infante, 2003; Bautista-Hernandez & Torres-Pérez, 2003; Landell-Mills y Porras, 2002).

Todos estos gases contribuyen a la disminución de la calidad del aire, lo cual afecta de manera directa a la población, algunos efectos se reflejan de manera inmediata en la salud, e incluso a largo plazo en la expectativa de vida, causa daños en la estética visual, el rendimiento en las cosechas, entre otros que causan perdidas económicas. (Cifuentes *et al.*, 2004)

En 1992, la Cumbre para la Tierra dio lugar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con la finalidad de prevenir la interferencia humana “peligrosa” con el sistema climático. Y en 1997 en el Protocolo de Kioto se establecieron las metas vinculantes de reducción de gases para los países desarrollados (Herrán, 2012). Este permite a los países alcanzar sus metas ya sea a través del orden y control, limitando las emisiones en un tope y cobro de multas o impuestos por las sobre-emisiones u otorgar un precio a las emisiones de GEI como incentivo para que los actores públicos y privados, busquen alternativas más amigables con el medio ambiente, a través diferente mecanismos: comercio de emisiones, implementación conjunta o el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Landell-Mills y Porras, 2002). Es decir que al ser más caro contaminar las industrias y los estados contaminantes buscaran alternativas más económicas y poco contaminantes (Vargas, 2014)

En este sentido los sistemas forestales representan importantes herramientas para la reducción de las emisiones de GEI como fuente y como almacén (representan dos tercios del carbono terrestre), es por ello por lo que es uno de los servicios ambientales más importantes y con mayor valor económico; sin embargo, existe un problema con la información cuantificada, por lo que en la mayoría de las evaluaciones no se ha considerado (Foundation, 2008; Franquis e Infante, 2003; Taymer *et al.*, 2007).

3.5.1 Evaluación del Carbono

El valor económico del carbono almacenado por los bosques se puede calcular de distintas maneras, usando el costo evitado (Foundation, 2009), el beneficio-costos (Winans, 2015) o el costo social del carbono (costo evitado de daños) (Yohe *et al.*, 2007).

Algunos autores como Yohe *et al.*, (2007) y Alam (2014), han utilizado el costo social para estimar un valor de las emisiones de carbono, asignándole un valor de US\$43 con una desviación de US\$83, sin embargo, este valor se obtuvo como promedio de otras investigaciones en las que se estimó el Costo Social de Carbono, también conocido como costo de daños evitados, estimaciones que van de US\$1 por tonelada hasta US\$1,500 por tonelada de carbono, Dowing *et al.*, (2005) menciona que este rango refleja incertidumbre en el clima e impactos, sectores y variables de decisión, y concluyo que un punto de referencia inferior a US\$50 por tonelada de carbono es razonable.

La incertidumbre en el valor del CSC no solo se debe al valor “verdadero” de los impactos cubiertos por lo modelos, también a los impactos que aún no han sido cuantificados y valorados. Las estimaciones existentes de CSC son resultado de trabajos que abarcan solo un subconjunto de impactos para los cuales se puede calcular estimaciones completas (Watkiss *et al.*, 2005).

En la realidad los mercados están lejos de ser perfectos, las estimaciones del Costo Social de Carbono están lejos de estar completas y ambos toman diferentes regiones y tipos de impacto (Yohe *et al.*, 2007).

Sin embargo, al tratarse de un valor de uso indirecto se reflejará en los precios del servicio de secuestro de carbono que el bosque realiza a través de los precios de mercado, que es el instrumento de gestión de calidad del aire: puesto que indican cuánto cuesta emitir contaminantes a la atmosfera y quienes quieran contaminar deberán pagar su costo (Izko y Burneo, 2003; Cifuentes *et al.*, 2004).

Suarez (2002) cuantificó y valoró económicamente el servicio ambiental de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales, específicamente trabajo con sembradíos de café en Nicaragua, a través del método de valoración de costo de oportunidad, determinándolo al almacenar carbono en los sistemas agroforestales durante un año. Por otra parte, Castro (2010) valoró el servicio ambiental de almacenamiento de carbono, utilizando el método de costo de daño evitado a nivel global por la mitigación del cambio climático. Es decir, determinó el beneficio social global que origina mitigar el cambio climático.

Franquis e Infante, (2003) sostienen que el bosque es uno de los métodos más baratos de reducción de calentamiento global, por el servicio que brindan como sumideros de carbono, estos beneficios pueden ser valorados en términos de daños o costos evitados.

Hernández y Torres, (2003) valoraron el almacenamiento de carbono de un bosque tropical a través del método de costo de oportunidad del área y a través de un estudio de factibilidad considerando los costos de la salvaguarda y mantenimiento del bosque.

3.6. Biodiversidad

Un bosque y las plantaciones brindan diferentes servicios ambientales entre los que podemos destacar la protección de las cuencas hidrográficas, y de hábitats, la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono, el uso recreacional y belleza escénica y la producción entre lo que se puede enlistar esta, la madera, plantas comestibles y medicinales, etc. (Aznar y Estruch, 2015).

Actualmente las zonas naturales están bajo una fuerte amenaza en la mayor parte del mundo, aproximadamente 15 millones de hectáreas se perdieron anualmente durante la década de los noventa, con esta pérdida evidentemente los servicios que brindan estas zonas también se ven afectados (Franquis e Infante, 2003)

Por esta razón se ha vuelto tan importante reconocer la vasta gama de servicios que los bosques suministran y así poder determinar el valor económico de estos, de esta manera se incentiva la protección (Franquis e Infante, 2003; Aznar y Estruch, 2015).

Los principales servicios ambientales se presentan a continuación en un esquema:



Figura 4. Servicios ambientales de los bosques

Fuente: Elaboración propia adaptado de Fuentes, 2001

La biodiversidad incluye entre otros el brindar habitat para especies animales y plantas, el medio más eficaz para conservar dicha biodiversidad es la protección, eliminando el uso humano (Cabrera, 2007)

Sin embargo, la biodiversidad no se vende de forma directa, se venden usos de suelo específicos que protegen de alguna manera las especies, los ecosistemas, la diversidad genética y los hábitats (Cabrera, 2007).

Los efectos del cambio de uso de suelo serán el factor que tenga el impacto global más importante sobre la biodiversidad para el año 2100, por sus efectos en la disponibilidad de hábitat y la extinción de especies (Sala *et al.* 2000).

En Quebec se realiza una evaluación de los valores de las propiedades, que se utilizan entre otras cosas como base para fijar impuestos sobre la propiedad y comisiones escolares, esta se lleva a cabo por los municipios y el gobierno de Quebec (MAMOT, 2016).

Como resultado de dicha evaluación se puede observar en el cuadro 3 una reducción en las zonas agrícolas y una reducción todavía más significativa en las áreas forestales catalogadas dentro de otros inmuebles, esta situación se debe a un aumento en las residencias y no residencias (industrias, comercios y servicios), esto significa que la zona urbana aumentó, es por ello que la evaluación de los servicios eco-sistemáticos es vital para darle a las zonas naturales la importancia que merecen.

Cuadro 3. Unidades de inmuebles evaluadas.

Categorías de inmuebles	Número de unidades evaluadas. (2014)	Número de unidades evaluadas. (2015)
Residencial	2,436,500	2,468,607
Multi-residencial	50,550	50,791
Agrícola	112,218	111,753
No residencial (industrias, comercios y servicios)	227,705	231,944
Otros inmuebles	661,781	659,494

Fuente: Elaboración propia con información de Ministerio de Asuntos Municipales y de la Ocupación Territorial (2016).

Los patrones de uso de la tierra y el cambio en el uso de la misma se derivan de operaciones económicas. La demanda de la tierra para determinado uso es tal que los sitios potenciales pueden sustituirse en el área de la ciudad. Ya que la tierra no se puede producir, el suministro de esta para un uso particular no se puede fijar, más bien la tierra varía de un uso a otro (Duarte, et al., 2006).

Es razonable admitir que el valor de mercado de una propiedad juega un pequeño papel en el establecimiento de su valor final en el cinturón verde, sin embargo, no es aplicable. Para un cinturón verde es importante valorar el terreno en sí mismo, sin considerar el espacio influenciado por el desarrollo comercial, industrial, residencial o cualquier otro urbano (Chervin, 2009).

CAPÍTULO IV. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO QUEBEC, CANADÁ

4.1 Características de la ciudad de Quebec

4.1.1 Localización del área de estudio

La provincia de Quebec se ubica al este de la provincia de Ontario y de la bahía de Hudson, al sur del Nunavut y del estrecho de Davis, al oeste de las Provincias Marítimas y de Labrador y al norte de varios estados de los Estados Unidos (Nueva York, Vermont, Nuevo Hampshire y Maine). Más del 90% de la superficie de Quebec forma parte del llamado Escudo Canadiense.

La ciudad de Quebec está situada a orillas del río San Lorenzo y su territorio se extiende hasta la desembocadura del río San Carlos. La región está constituida por tierras bajas y planas. El valle del río tiene tierra fértil y cultivable, lo que hace de esta región la más fértil de la provincia.

4.1.2 CLIMA

Quebec se encuentra en la confluencia de varias regiones climáticas. Se clasifica como continental húmedo y se caracteriza por inviernos fríos y veranos cálidos. Tiene una media de 178 días lluviosos al año, 1207.7 mm de precipitación total, de la cual 337.0 mm son de nieve. La temperatura media anual es de 4.0°, siendo enero el mes más frío con temperaturas medias de -12.5°C (-7.7/-17.3°C) y julio el más cálido con temperaturas medias de 19.1°C (24.9/13.2°C) (Ministerio de Medio Ambiente Quebec, 2016).

4.1.3 VEGETACIÓN

La región es de tierras bajas y planas. El valle del río cuenta con tierra fértil y cultivable, lo que hace de esta región la más fértil de la provincia. Los montes

Laurentinos se encuentran al norte de la ciudad. Cuenta con una reserva amerindia de la comunidad hurona de Wendake.

4.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE QUEBEC

4.2.1 Demografía

La ciudad de Quebec contó con una población de 545,000 habitantes según el Instituto de Estadística de Canadá para el año 2014. Con una tasa de crecimiento para el periodo 2011-2015 del 1.35% (Instituto de Estadística de Quebec, 2014). Es la novena ciudad más grande del país y la segunda de la provincia del mismo nombre. De este total, el 48.2% eran hombres y el 51.8% mujeres. Es una metrópoli puramente francófona ya que el 96.4% de la población del área metropolitana de Quebec utiliza el idioma francés, frente a tan solo un 1.5% de población anglófona. Hay un mínimo de población bilingüe 0.4% y el resto pertenece a minorías lingüísticas que no llegan al 1% siendo la más numerosa la de habla hispana. La densidad de población promedio es de 228.6 habitantes por kilómetro cuadrado.

4.2.2 Empleo

La mayoría de los puestos de trabajo en la ciudad se concentra en la administración pública, defensa, servicios, comercio, transporte y turismo. El gobierno provincial es el mayor empleador de la ciudad, 27,900 personas a partir de 2007.

En 2008, la tasa de desempleo fue del 4.5%, muy por debajo de los promedios provinciales y nacionales (7.3% y 6.6%, respectivamente). En 2011 dicha tasa se situaba en 5.8%. a pesar del aumento de desempleo, Quebec era la cuarta ciudad con la tasa más baja de desempleo de Canadá (Canada, 2016).

4.2.3 Ingresos

La ciudad de Quebec y su área metropolitana ofrece una calidad de vida muy alta. Existen gastos vinculados al consumo corriente competitivos, cuotas escolares bajas y asistencia sanitaria gratuita. Además de un ingreso medio anual por pareja de \$63,100 dólares canadienses con impuestos deducidos, uno de los más altos de Canadá.

4.2.4 Actividades económicas

Quebec exporta el equivalente de 57% de toda su producción. Los Estados Unidos es el principal cliente de Quebec, país al que se exportan 84 centavos de cada dólar de las exportaciones totales de Quebec.

Las principales exportaciones quebequenses son:

- Aviones y piezas de avión
- Productos químicos
- Maquinas, herramientas y artículos y muebles de oficina
- Material de telecomunicaciones

Además de otros como:

- Productos del bosque como madera de construcción, papel para diarios, pastas de papel y papel en general.
- Productos del sector agroalimentario como el cerdo y alimentos con base en azúcar de arce.
- Metales como aluminio
- Electricidad (Finances Quebec, 2017)
-

4.3 Características de la cantidad y calidad de agua en Quebec

4.3.1 Cantidad y calidad de agua en Quebec

El río y lago St. Charles y el río Montmorency son fuentes de agua potable para la ciudad de Quebec y se encuentran en el corazón del bosque. Por lo tanto, la zona boscosa representa la cabecera de la cuenca que representan las fuentes de agua de la ciudad, tanto subterráneas como superficiales. La protección, conservación y mantenimiento del bosque es relevante para el suministro de agua potable a la mayoría de la población (Grantham, et al., 2005).

Tres son las principales características del servicio de agua potable en la ciudad de Quebec, estas incluyen suministro, el tratamiento y la distribución. Para el caso de las aguas residuales únicamente se llevan a cabo la recolección y el tratamiento de éstas. El servicio de agua está íntimamente ligado con las necesidades de la urbanización (Ministerio de Desarrollo Sustentable, 2017).

El agua debe ser tratada para cumplir con las normas de agua potable de Canadá, para posteriormente ser distribuida por medio de la red. Las redes, tanto la red para distribución de agua como la red para aguas residuales son propiedad del municipio (Ministerio de Desarrollo Sustentable, 2017).

El suministro de agua municipal de Quebec abastece a más de 545,000 demandantes (personas, industrias comercios e instituciones) con un consumo promedio aproximadamente 461 litros por persona por día. Esto pone a Quebec como uno de los mayores consumidores de agua a nivel mundial (Quebec, 2017)

Y durante el verano la demanda de agua aumenta hasta en un 40%, llevando la capacidad ciertas fuentes de suministro a su límite, disminuyendo la cantidad disponible de los depósitos. (Quebec, 2017)

Es por lo anterior que el agua se tomara en cuenta como parte de los servicios eco-sistemáticos a ser valorados en la presente investigación.

4.3.2 El mercado de carbono en Quebec

El carbono, medido como emisiones de Gas Efecto Invernadero (GEI) o GHG (por sus siglas en inglés Greenhouse Gas Emissions) es un concepto que tiene todo un mercado desarrollado y globalizado debido en gran medida a su importancia para el medio ambiente, debido a que una tonelada de carbono secuestrado (captado) tiene el mismo impacto en cualquier parte del mundo. En Quebec el 77.6 % de las emisiones corresponden a emisiones de GEI que de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente de Quebec. El bosque, compuesto principalmente por árboles, secuestra el carbono lo que hace que sea un satisfactor para cualquier país comprometido con las reducciones de GEI, por ejemplo, el CO₂ en Europa y Japón (Franquis & Infante, 2003).

El mercado de carbono es una herramienta fiscal “verde” que permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y desarrollar un sector estratégico para impulsar el desarrollo económico (Ministerio de Desarrollo Sustentable, 2017).

De acuerdo con la teoría económica, si los cálculos de costos sociales estuvieran completos y los mercados fueran perfectos, los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero continuarán mientras el costo marginal de los recortes sea menor que el costo social de los impactos que causan, este es el objetivo principal del sistema cap-and-trade para emisiones de gases de efecto invernadero del que Quebec forma parte (Yohe *et al.* 2007).

El ministerio de Desarrollo Sustentable de Quebec estableció un sistema de límites máximos y comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en 2013. En 2014 se vinculó al *Western Climate Initiative*, (WCI) creando así el mercado de carbono más grande del norte de América que representa el 50% de los GEI de Canadá, en el que se involucra el 79% de la población y el 76% del PIB

de éste país. El mercado de carbono de Quebec es el primero en ser diseñado y manejado por los gobiernos sub-nacionales en diferentes países (Ministerio de Desarrollo Sustentable, 2017; National Inventory Report 1990-2016, 2017).

Para la implementación del mercado de carbono, se han creado sistemas de registro de emisiones, instituciones para estandarizar las bases de los datos de los miembros, y mecanismos de reporte público para garantizar la transparencia (López-Vallejo, 2010). La WCI cubre varias fuentes de producción y consumo de energía, por ejemplo, la producción de electricidad, la producción de cemento, el sector transporte, gas natural, quema de carbón, emisiones residenciales e industriales (Flashland *et al.*, 2008).

Las características descritas en los párrafos anteriores forman parte de las razones por las cuales en la presente investigación se pretende evaluar el carbono para obtener un VET.

Las emisiones de Gas Efecto Invernadero (GEI) en Quebec provienen principalmente del transporte (41%), seguido de la industria (31.40%), residencial, comercial e institucional (10.40%), agricultura (9.49%), desechos (7.50%) y electricidad (0.30%)

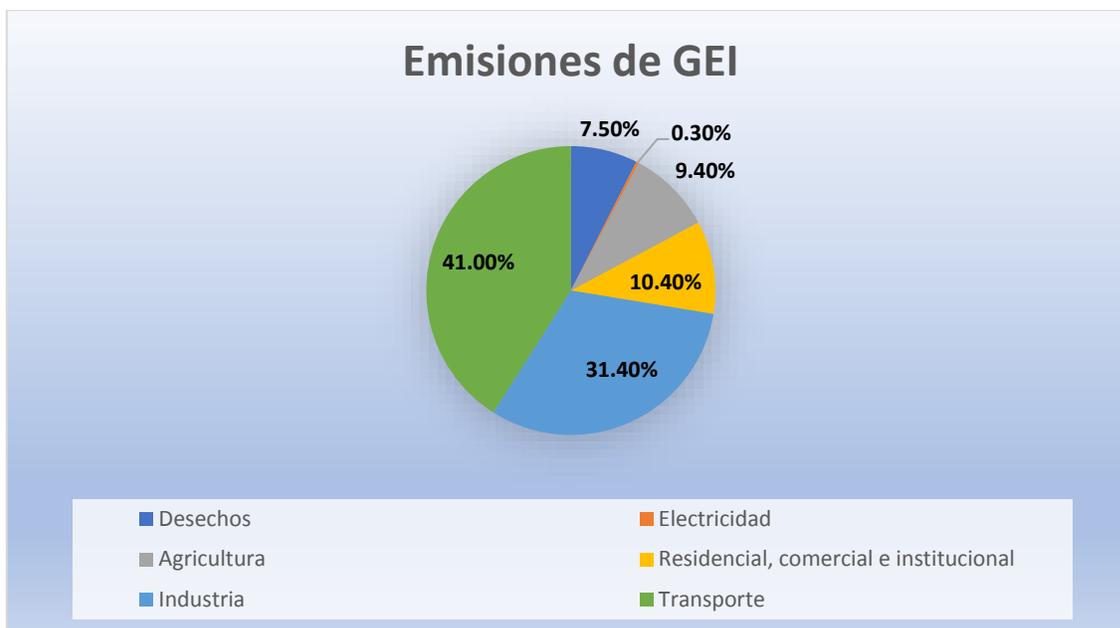


Figura 5. Emisiones de Gases de efecto Invernadero en Quebec año 2014, por sector de actividad.

Fuente: Elaboración propia con datos de National Inventory Report 2014

Con base en lo anterior, las emisiones de carbono efecto invernadero (GEI) y el mercado de carbono es otro servicio socio-demográfico considerado para su análisis en la presente investigación

4.3.3 El bosque en Quebec

Quebec tiene un inventario de más de 104,000 árboles dentro de su territorio, aproximadamente el 32% (índice dosel) dentro de la ciudad y 52% si se considera la corona de bosque. Éste bosque, ubicado principalmente al norte de la ciudad representa el 35% del territorio y abarca 15,998.96 hectáreas. El área de aprovechamiento forestal (que representa el componente espacial dominante del territorio de Quebec), así como la proximidad del bosque, son características distintivas de la ciudad de Quebec (Grantham *et al.*, 2005; Quebec, 2017).

Otro recurso son las parcelas urbanas, que son áreas boscosas delimitadas pero que no están vinculadas al dominio forestal y se encuentran rodeadas por

terrenos urbanizados, cuerpos de agua o campos agrícolas, y pueden o no formar parte de alguno de los bosques que existen en Quebec (Grantham *et al.*, 2005).

La biodiversidad tiene tres niveles: genético, especies y ecosistema, sin embargo, medirla no es fácil. Esta dificultad tiene implicaciones críticas para el desarrollo del mercado y el sistema de incentivos (Franquis & Infante, 2003).

La ausencia de unidades de diversidad biológica hace necesario encontrar alternativas para evaluarla, a través de atributos tangibles y medibles que reflejen la diversidad de especies y ecosistemas (Bishop & Landell- Mills, 2002).

Se estima que la superficie media de los lotes de bosque más de 4 hectáreas es de aproximadamente 13.50 hectáreas, mientras que los lotes que van de 1 a 4 el 87% de ellos tienen un área de menos de 1 hectárea (en promedio 0.22 hectáreas). El mayor propietario de bosques públicos es el Departamento de Defensa Nacional, quienes poseen más de 721 hectáreas en dos lotes (Quebec, 2017).

La cercanía entre un área natural y una urbe es uno de los retos más grandes en términos de protección y manejo forestal. Esta proximidad tiene potencial para el desarrollo, pero al mismo tiempo genera conflicto derivado de la no existencia de un mercado formal para los beneficios de los recursos naturales adyacentes, por ejemplo, la fauna, la estética del ambiente, el potencial recreativo o el suministro y calidad de servicios eco-sistemáticos (Grantham, *et al.*, 2005).

Evidencias demuestran que la demanda de biodiversidad se concentra en países relativamente ricos, donde existe la conciencia pública y preocupación por la conservación de la naturaleza además de mayor capacidad para pagarla, como en Canadá (Franquis & Infante, 2003).

Dados los beneficios explicados en este apartado, la biodiversidad será considerada como un tercer recurso eco-sistemático de importancia estudiado en la presente investigación

CAPÍTULO V.- METODOLOGÍA.

5.1 Metodología General de la Investigación

Los servicios ambientales, del cinturón verde sugerido para Quebec, que se van a valorar son 3: los servicios hídricos (calidad y suministro de agua), secuestro de carbono y biodiversidad del área forestal. El resultado de la valoración de estos tres servicios ambientales permitirá estimar un valor mínimo total del cinturón verde.

La hipótesis por probar es que el valor del cinturón verde (VT) en función de los servicios ambientales que puede ofrecer es mayor que el valor de la urbanización en función de su costo de la tierra. Para comprobar dicha hipótesis se aplicarán los siguientes tres métodos: el primero corresponde al método de costo evitado, el segundo al método de costo-efectividad y el tercero al método de precios de mercado.

$$VT=VEA+VEC+VEB \dots\dots\dots (Ecuación 1)$$

Dónde

VT: Valor económico total del cinturón verde, del bosque de Quebec (CAN\$/ha de bosque)

VEA: Valor económico del agua del bosque de Quebec (CAN\$/ha)

VEC: Valor económico del carbono del bosque de Quebec (CAN\$/ha)

VEB: Valor económico de la biodiversidad del bosque de Quebec (CAN\$/ha)

5.2 Metodología de la valorización del agua

El Valor Económico del Agua (VEA) se estimó a través de los costos del servicio del agua (distribución y tratamiento) (VCoA) y de calidad del agua (VCaA). (Ecuación 2)

$$VEA=VCoA+VCaA \dots \text{ (Ecuación 2)}$$

Dónde

VEA: Valor económico del agua (CAN\$/ha)

VCoA: Valor del costo de distribución y tratamiento del agua (CAN\$/ha)

VCaA. Valor de la calidad del agua: (CAN\$/ha)

El coso del agua se estimó a través del método denominado costo evitado, se basó en el estudio de los costos que genera el suministro de agua a los habitantes de la ciudad de Quebec, con datos de los años 2013-2015 que fueron obtenidos del Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial (MAMOT). Se consideraron los cargos por servicios de suministro, distribución, tratamiento y alcantarillado, posteriormente se les aumentara la amortización, para obtener el cargo total; a esto, se descontaron los servicios rentados, para obtener un costo total por servicios municipales. Los costos nominales se actualizaron en términos porcentuales del índice de precios al consumidor del Ministerio de Estadística de Canadá, de 2016 (Figueroa, 2010). (Ecuación 3) Todos los costos contemplan costos anuales por servicio de los cuales se obtuvo un promedio anual y los datos se muestran en dólares canadienses, reales del 2015.

$$X_t = \left(1 + \frac{IPC_t - IPC_{t-1}}{IPC_{t-1}}\right) X_{t-1} \dots \dots \dots \text{ (Ecuación 3)}$$

Dónde:

X_t : Valor del bien en el año t

IPC_t : Valor del índice de precio al consumidor del año t

IPC_{t-1} : Valor del índice de precio al consumidor del año $t-1$

Para obtener un costo marginal del área de estudio (\$/ha), que equivale al valor de costo del agua (VCoA) del bosque de Quebec, el costo real promedio anual

obtenido se dividió entre la cantidad de hectáreas de bosque de la ciudad de Quebec.

La superficie del bosque se obtuvo del programa I.G.O. de datos eco-forestales del gobierno de Quebec (<https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo/mffpecofor/>, 2017)

El valor de la calidad de agua (VCaA) se evaluó con el método de costo-efectividad utilizando los precios que cobra una planta de tratamiento de agua por el servicio de eliminación de Nitrógeno y Fósforo y la sedimentación de partículas suspendidas (Alam *et al*, 2014). (Ecuación 4)

$$V_{agua} = L_N \times C_{dN} + L_P \times C_{dP} + S \times C_{dred} \dots \dots \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

V_{agua} : Valor de la calidad de agua

L_N : Tasa de lixiviación reducida de Nitrógeno (N)

C_{dN} : Costo de descontaminación de N

L_P : Tasa de lixiviación de Fosforo (P)

C_{dP} : Costo de descontaminación de P

S: Tasa de sedimentación

C_{dred} : es el costo de degradación

Los valores nominales fueron actualizados al año 2015 utilizando el índice de precios de productos industriales del Ministerio de Estadística de Canadá (2016). (Ecuación 5) El costo nominal promedio anual del tratamiento de agua por hectárea de bosque se obtuvo dividiendo el costo real obtenido entre el número total de hectáreas del bosque de la ciudad de Quebec, de éste modo se obtuvo el valor de la calidad del agua.

$$X_t = \left(1 + \frac{IPPI_t - IPPI_{t-1}}{IPPI_{t-1}}\right) X_{t-1} \dots \dots \text{(Ecuación 5)}$$

Dónde:

X_t : representa el valor del bien en el año t

$IPPI_t$: Valor del índice de precios de los productos industriales del año t

$IPPI_{t-1}$: Valor del índice de precios de los productos industriales del año $t-1$

5.3 Metodología de la valorización del carbono

El Valor eco-sistemático de carbono del bosque de Quebec se evaluó a través de los precios del carbono (PC) vigentes en mercado de carbono de Quebec, considerando el potencial de secuestro de carbono estimado para el bosque de Quebec. (Ecuación 6)

$$VEC=PC \times QCha \dots\dots\dots \text{(Ecuación 6)}$$

Dónde

VEC: Valor económico del carbono (CAN\$/ha · Año)

PC: Precio del Carbono (CAN\$ /ton)

QCha: Cantidad de carbono que absorbe una hectárea de bosque (ton/ha)

El valor del carbono (VEC) del bosque de Quebec se estimó a través del método de costo evitado usando los precios de mercado (Barzev 2002; Barrantes, 2016; Hernández et al., 2013), debido a que sí existe un mercado formal del carbono en Quebec y a nivel mundial. Los datos se analizaron a través del método los costos evitados, ya que en realidad se evalúa el potencial de secuestro de carbono que lleva a cabo el bosque brindando un servicio como sumideros de carbono.

Se consideraron datos únicamente del año 2014 debido a que en éste año las empresas que participaron en el mercado de carbono fueron exclusivamente de Quebec. Para 2013 fué el año en el que comenzaba el mercado y no se tienen datos del año completo y para el año 2015 se trata de un mercado diferente ya que participaron en el mercado de carbono empresas de Quebec y de California.

Se tomó en cuenta el año corriente que implica el uso del certificado del mismo año de la compra del certificado, estos datos serán obtenidos de la Pagina del Ministerio de Desarrollo Sustentable de Quebec (2016). Los precios nominales del carbono se actualizaron a dólares de 2015 usando el índice de precios de los Gases Industriales del Índice de Precios de Productos Industriales por el Sistema Norteamericano de Clasificación de Productos (NAPCS), publicados por el Ministerio de Estadística de Canadá (2016). (Ecuación 7) Los precios del carbono anualizados deflactados a 2015 (PC) se multiplicaron por la cantidad de carbono que absorbe una hectárea de bosque (QCha), en Quebec se registra de 10.89 kg por m² de acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Sustentable, Medioambiente y Lucha contra el Cambio Climático de Quebec (Reporte final sobre el valor y la distribución del Stock de Carbono en Quebec (2016)).

$$X_t = \left(1 + \frac{IPGI_t - IPGI_{t-1}}{IPGI_{t-1}}\right) X_{t-1} \dots \text{ (Ecuación 7)}$$

Dónde:

X_t : Valor del bien en el año t

$IPGI_t$: Valor del índice de precios de gases industriales del año t

$IPGI_{t-1}$: Valor del índice de gases industriales del año $t-1$

Ésta estimación toma en consideración que se trata de un dato aproximado debido a que existe una variación en el potencial de secuestro de carbono del bosque de Quebec, en función de las condiciones de cultivo (tipo, tamaño y edades de los árboles o plantas), prácticas de manejo, entre otras (Winans, 2015).

5.4 Metodología de la valorización de la biodiversidad

El valor económico de la biodiversidad del bosque (VEB) se estimó a través de considerar que esta se puede valorizar a través del precio de la tierra, por lo tanto, son los datos que se utilizaron. (Ecuación 8)

$$VEB = \frac{SV}{hU} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 8)}$$

Dónde:

VEB: Valor económico de la biodiversidad (CAN\$/ha)

VE: Valor estándar por unidad de bosque (CAN\$)

hU: Hectáreas por unidad de bosque (ha)

El área de estudio de la evaluación abarca la ciudad de Quebec, es decir una superficie de 45,400 hectáreas, donde aproximadamente el 35.24% actualmente se trata de zona forestal y 38.94% de urbanización (Ville de Quebec, 2005)

Para esta investigación se extrajo los tipos de uso de suelo de la clasificación que realizó el Ministerio de Asuntos Municipales y de la Ocupación Territorial para el año 2014 y 2015 para determina los tipos básicos de uso de suelo, el número de unidades evaluadas y el valor estándar por unidad (MAMOT, 2016).

Los tipos de uso de suelo que se manejan son: Residenciales, casas con 5 unidades; Multiresidenciales, inmuebles de más de 5 unidades; Agrícolas, incluyendo cultivos, ganadería, horticultura y granjas experimentales; No residenciales, aquellos utilizados para fines de industria manufacturera, explotación minera, comercio, servicios y cultura, también se consideraron “otros inmuebles” que incluye todas las unidades para el propósito de explotación forestal, casas móviles, remolques, casas públicas, hoteles, parques de caravanas y casas móviles, inmuebles no explotados y cuerpos de agua, según las estadísticas anuales de evaluación de la propiedad municipal en Quebec (MAMOT, 2016).

Commission, 2008) el cual será utilizado en la presente investigación. Muchas evaluaciones sobre áreas verdes se consideran tasas de descuento entre el 2% y el 7% (Ecorys, 2008; Van Delft *et al.*, 2007; Alam *et al.*, 2014). Para la presente investigación se considera una tasa de descuento del 4%. (Ecuación 9)

$$VPN = \sum_0^T \frac{(b-c)_t}{(1+i)^t} \dots \dots \text{(Ecuación 9)}$$

Dónde:

B: Beneficios (CAN\$)

C: Costos (CAN\$)

T: Periodo Total de Tiempo Considerado (años)

t: Año en el que se produce algún costo o beneficio.

i: Tasa de descuento (refleja los valores de oportunidad y el Riesgo)

CAPÍTULO VI. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Cálculo del Valor Económico del Agua.

La valoración de los servicios ambientales que se realizó en la presente investigación se estimó por una parte en función de los servicios hídricos en este caso se consideró los costos de suministro, distribución, tratamiento y alcantarillado y el costo de la calidad de agua (Brazev, 2002).

6.1.1 Costos de suministro, distribución, tratamiento y alcantarillado

El proceso de valorización combina varios enfoques de mercado y no mercado. Dos valores principales fueron obtenidos y se sumaron para dar un valor económico.

Los costos por servicios de agua potable y tratamiento de aguas residuales se presentan a continuación.

Cuadro 4. Cargos antes de amortización CAD\$

Año	Suministro y Tratamiento	Red de distribución	Tratamiento de Agua Residual	Red de alcantarillado
2015	\$14,240,501	\$27,014,087	\$12,187,113	\$9,923,143
2014	\$14,185,142	\$24,580,839	\$12,022,723	\$9,749,314
2013	\$17,752,803	\$20,869,189	\$13,119,923	\$10,619,194

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial, 2016

A estas cantidades se les suma la amortización.

Cuadro 5. Amortización CAD\$

Año	Suministro y tratamiento de agua potable	Red de distribución	Tratamiento de Agua Residual	Red de Alcantarillado
2015	\$4,851,578	\$14,935,535	\$9,619,217	\$27,532,929
2014	\$4,849,658	\$14,772,530	\$9,577,541	\$27,425,159
2013	\$3,975,866	\$15,633,916	\$9,568,472	\$27,006,775

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial, 2016

De esta forma se obtiene una cantidad que en este caso se le denomina cargo.

Cuadro 6. Cargo CAD\$

Año	Suministro y tratamiento de agua potable	Red de distribución de agua potable	Tratamiento de agua residual	Red de alcantarillado
2015	\$19,092,079	\$41,949,622	\$21,806,330	\$37,456,072
2014	\$19,034,800	\$39,353,369	\$21,600,264	\$37,174,473
2013	\$21,728,669	\$36,503,105	\$22,688,395	\$37,625,969

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial, 2016

A este cargo se le restan los servicios rentados.

Cuadro 7. Servicios Prestados CAD\$

Año	Suministro y tratamiento de agua potable	Red de distribución de agua potable	Tratamiento de agua residual	Red de alcantarillado
2015	\$73,871	\$2,009,068	\$819,084	\$1,462,155
2014	\$97,921	\$1,708,344	\$827,539	\$1,412,466
2013	\$69,808	\$1,678,279	\$914,703	\$1,383,973

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial, 2016

Finalmente, se obtiene un costo de servicios municipales, en el cuadro 8 se puede apreciar que se obtiene una cantidad por servicio.

Cuadro 8. Costo de servicios municipales CAD\$

Año	Suministro y tratamiento de agua potable	Red de distribución de agua potable	Tratamiento de agua residual	Red de alcantarillado
2015	\$19,018,208	\$39,940,554	\$20,987,246	\$35,993,917
2014	\$18,936,879	\$37,645,025	\$20,772,725	\$35,762,007
2013	\$21,658,861	\$34,824,826	\$21,773,692	\$36,241,996

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Asuntos Municipales y Ocupación Territorial, 2016.

Una vez obtenido estos costos individuales por servicios municipales, se sumaron para poder obtener un valor total por servicio de agua (CAD\$).

Cuadro 9. Valor Total por Servicio CAN\$

AÑO	TOTAL, Corrientes	TOTAL (base 2015)
2015	\$115,939,925	\$115,939,925.0
2014	\$113,116,636	\$114,187,140.4
2013	\$114,499,375	\$116,811,264.6

Fuente: Elaboración propia con datos de investigación

Al final se obtiene un valor por costo evitado por año, es decir, el ahorro que los consumidores están teniendo, por los servicios de infraestructura y suministro que el bosque está realizando, por lo tanto, de no existir el bosque o reducir su tamaño los mantos acuíferos y el consumo de agua se vería afectado por la cantidad suministrada (US Departamento de agricultura, 2016; Foundation, 2008)

El valor del costo del agua finalmente se estimó en **\$115,646,110.00** valor total o de **\$7,228.35/ha**, considerando 15,998.96 ha de bosque. Dichos costos son absorbidos directamente por el gobierno de Quebec, y no se ven reflejados en el consumidor final ya que ellos no realizan pago alguno por el servicio de agua potable.

6.1.2 Cálculo del Valor Económico por Control de Calidad de Agua.

Se evaluó el control de la calidad del agua otro servicio hídrico atribuible a los bosques.

Las pérdidas de lixiviación de Nitrógeno (N) en un cultivo intercalado han sido estimadas aproximadamente en 11kg/ha N, equivalente al 50% del total de perdidas en un monocultivo (Alam, *et al.*, 2014). Por otra parte, MacDonald y Bennett (2009) estimaron la cantidad de Fosforo (P) en cuencas del sur de Quebec entre 15 y 22 kg/ha. Si se considera el mismo porcentaje de reducción que en el caso del N en un sistema intercalado de árboles, se tomaran en cuenta 7.5 kg/ha de P (Alam, *et al.*, 2014).

El costo de remoción de exceso de nutrientes en plantas de tratamiento de agua fue reportado en \$8.50/Kg de N (Olewiler, 2004) y \$61.20/kg de P (Jiang, *et al.*, 2005), el costo por retención de sedimentos es estimado en \$5.60/kg (Wilson, 2008).

De esta forma se llegó a los siguientes valores por control de calidad de agua: **\$11.02/kg** de N por hectárea por año y **\$74.17/kg** de P por hectárea por año, el costo por retención de sedimentos se estimó en **\$5.94** por hectárea por año. El valor total de la calidad de agua se estimó en CAN\$91.13/ha anualmente.

El valor eco-sistemático agua (VEA) del cinturón verde bosque de Quebec, conformado por servicio de suministro de agua y calidad de la misma se estimó \$7,911.78 dólares canadienses por hectárea de bosque (base 2015) (Cuadro 10)

Cuadro 10. Indicadores y valores económicos de los servicios hídricos. CAN\$

Método Utilizado	Servicio Eco- sistemático (Tipo)	Indicador en cantidad	Precio \$/kg/h	Valor Económico
	Descontaminación N	11 kg/ha	\$11.02	121.22\$/h
	Descontaminación P	7.5 kg/ha	\$74.17	556.27\$/h
Costo-efectividad	Degradación de Sedimentos	—	\$5.94	5.94\$/h
	Sub total calidad de agua			683.43\$/h
Costo evitado	Suministro y tratamiento agua	15998.96ha*	\$115,646,110.00	7,228.35\$/h
	Total, por servicio hídrico			7911.78\$/h

Fuente: Elaboración propia con resultados de investigación.

*Nota: Área aproximada de bosque de la ciudad de Quebec en hectáreas dato obtenido de Ville de Quebec, 2005.

No es fácil encontrar en la literatura estudios que reporten los valores económicos del servicio eco-sistemático hídrico considerando elementos como la calidad y suministro de agua, en su mayoría son investigaciones que valoran únicamente un factor y con valores por demás variados que van desde los US\$19 hasta los \$42,294 por servicio de abastecimiento de agua. Por ejemplo, Torras (2000) estimó el valor del servicio eco-sistemático de regulación hídrica de los bosques tropicales en Brasil un valor anual de US\$19/ha, Hernández *et al.* (2002) obtuvieron valores anuales de US\$202/ha para el mismo servicio, pero en bosques tropicales de Guatemala, Barzev (2000) valoró la oferta y demanda de agua de un bosque en Nicaragua en US\$42,294. Estudios los cuales consideran ecosistemas forestales con mayor similitud a la presente investigación indican lo siguiente.

La Foundation Suzuki en Toronto calculó por un lado el servicio de control de escorrentía de agua a través del valor de reemplazo en US\$1,523/ha, y por otra parte el servicio por filtración de agua fue calculado basado en estadísticas de correlación encontradas en un estudio realizado en Estados Unidos y se atribuyeron US\$473.98 al bosque, lo que resulta en un valor total de \$1996.98. Alam *et al.*, (2014) con base en un estudio realizado en Quebec estimo el valor de los servicios

eco-sistemáticos proporcionados por un bosque intercalado por calidad de agua en CAN\$558 anuales.

Al comparar con otras investigaciones los resultados que se presentan son muy variados aun cuando se trata de la evaluación de la misma zona, y del mismo servicio hídrico, ya que no se consideran las mismas características ambientales, ni el mismo método. Sin embargo, con las dos que se tienen una mayor similitud por ser de la misma región y tratarse de un cinturón verde son con la evaluación realizada por la Foundation Suzuki quienes valoran el bosque que forma parte del cinturón verde por servicios hídricos en Toronto Canadá en un total de US\$1996.98/ha la diferencia se debe al método que se utilizó para su valoración, por otra parte se estimó la remoción de fosforo y nitrógeno en USD\$58/ha para el año 2008, finalmente se presenta una similitud en servicios evaluados y en región con la investigación realizada por Alam et al., (2014) quien arroja un dato estimado en \$558, para el año 2014.

6.2 Calculo de Valor Económico del carbono

En el caso del carbono se consideraron los precios de mercado a través del método de costo evitado para la valoración. Adicionalmente, para determinar el valor económico por el secuestro de carbono (VC) se asumió la cantidad de carbono que puede ser absorbida por una hectárea del bosque antes citado.

Cuadro 11. Precios y Cantidades del mercado de carbono en Quebec. CAN\$

Subastas Quebec	Años Corrientes		Ingresos Pagados a Green Fund
	U. ventas	Precio	
Marzo, 2014	1,035,000	\$11.39	\$11,788,650.00
Mayo, 2014	1,049,111	\$11.39	\$11,949,374.29
Agosto, 2014	694,000	\$11.39	\$7,904,660.00
Noviembre, 2014	1,049,114	\$13.68	\$14,351,879.52
Total 2014	3,827,225	\$11.96	\$45,773,611.00

Fuente: Ministerio de Desarrollo Sustentable de Quebec, 2016

Los datos obtenidos de esta operación se actualizaron con año base 2015 y los resultados se presentan a continuación: (Cuadro 12)

Cuadro 12. Precios al año 2015 CAN\$

Subastas Quebec	Total		Ingresos Pagados a Green Fund
	U. vendidas ton	Precio nominal	
Total 2014	3,827,225	\$11.20	\$42,894,767.54

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Desarrollo
Sustentable de Quebec (2016).

Considerando que la cantidad de carbono absorbida por una hectárea de bosque en Quebec, se estima en 10.89 kg de Carbono por metro cuadrado de bosque, es decir **108.9** ton/ha, a un precio de **\$11.20/ton** para el año 2014, se obtiene un valor de **\$1219.68/ha**, si este dato se multiplica por el área total de bosque alrededor de la ciudad de Quebec que es de 15998.96ha (Ville de Quebec, 2005) resulta en un valor total por secuestro de carbono de **\$19,513,611.53**.

Estudios que evalúan el carbono difícilmente utilizan los precios de mercado como datos, debido que los países en los que se realiza la valoración no forman parte de un mercado de carbono (Vargas, 2014) o porque durante las investigaciones aun no existían los datos; sin embargo, según la literatura revisada esta es la forma más eficiente de evaluar un servicio eco-sistemático. (Barzev, 2006, Barrantes, 2016; Aznar y Estruch, 2015)

Algunas investigaciones realizan la valoración a través del método de valoración de beneficio costo, análisis marginal del valor económico y otros lo evalúan a través de la absorción de carbono, por ejemplo Barzev (2002) obtuvo un valor de USD\$14,358,369 en la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano en Honduras, mientras que en Chile Suárez , (2002) estimo un óptimo económico de carbono en plantaciones de chayote en US\$2,236/ha por otro lado Bautista-Hernandez & Torres-Pérez, (2003) realizaron la investigación en un bosque tropical y valoraron el carbono en \$35,334.4/ha anual, en Cuba Taymer *et al* (2007)

estimaron el valor de secuestro de carbono de forma directa partir de los precios de mercado disponibles por tonelada de carbono para un sistema silvopastoril de USD\$1266.2/ha y para un sistema de pasto natural de USD\$325/ha, en Ecuador Castro (2010) valoro el almacenamiento de carbono en Bofedales en US\$13340.62/ha.

Investigaciones con ecosistemas similares a la presente investigación, tales como la de la Foundation David Suzuki (2008) en Ontario valoró el secuestro de carbono del bosque que forma parte del Cinturón Verde de Toronto en US\$919/ha por año, Alam et al., (2014) en Quebec, al evaluar la regulación del clima de un sistema agroforestal a través del secuestro de carbono basado en el costo social, obtuvieron un valor de USD\$356/ha, mientras que Winans, *et al.*, (2015) también en Quebec realizó evaluaciones para diferentes sistemas agroforestales y obtuvo dos resultados, uno de ellos en el que estima un valor de US\$1,507 en una plantación de maíz y álamos, mientras que en una de maíz con heno de álamo el valor fue de US\$543. Al respecto, los valores obtenidos en dichos estudios fueron superiores e inferiores a los obtenidos en la presente investigación, dichas diferencias pueden ser atribuibles al método que se utilizó para valorarlas.

6.3 Cálculo del Valor Económico de la Biodiversidad

Como se ha especificado en capítulos anteriores, algunas características ecológicas no se pueden valorar directamente, pero si a través de los usos de suelo específicos que por ejemplo protegen de alguna manera las especies, los hábitats y la diversidad genética.

Los resultados presentados en la presente investigación respecto al valor de la tierra representan la media estadística para cada tipo de uso de suelo, obteniendo así los siguientes valores.

Cuadro 13. Valores y unidades para el año 2015.

Categorías de inmuebles	Valor CAN\$	Número de unidades evaluadas.
Residencial	655.2	2,468,607
Multi-residencial	60.5	50,791
Agrícola	29.8	111,753
No residencial (urbano)	230.8	231,944
Otros inmuebles	59.3	659,494

Fuente: Elaboración propia con datos de Estadísticas Quebec, 2016

Bajo el supuesto de que cada unidad evaluada mide aproximadamente 0.024 hectáreas, considerando la totalidad de hectáreas del bosque de la ciudad de Quebec que se ha manejado en todo el documento de 15,998.96, se concluye que el valor estandarizado por 0.024 hectáreas es de CAN\$59.3, por lo tanto, cada hectárea tiene un valor de CAN\$2,470.83 anual.

6.4 Valor Económico Total

Una vez realizada la valoración individual de los tres servicios eco-sistemáticos, los resultados se sumaron para obtener así un Valor Económico Total anual de \$11,602.29/ha anual, si se consideran las 15998.96 hectáreas de área de bosque con las que cuenta la ciudad de Quebec entonces estamos hablando de un valor estimado de **\$185,624,626.94**.

Cuadro 14. Valor Total del área destinada al Cinturón Verde CAN\$

Servicio Eco- sistemático	Valor Total Real*
Calidad de agua	683.43\$/h
Suministro y tratamiento agua	7,228.35\$/h
Secuestro de Carbono	1,219.68\$/h
Costo de la Tierra	2,470.83\$/h
Valor total (\$/anual)	11,602.29\$

*Estimados con base en datos deflactados base año 2015

Fuente: Elaboración propia con resultados finales de la investigación.

Como se puede observar el valor más alto es atribuido al suministro y tratamiento de agua, pero en general el bosque tiene un alto valor por su importancia para servicios hídricos, como almacén de carbono y su valor de la tierra que por sí mismo implica servicios como hábitat.

Los datos obtenidos como resultados de valor económico se estimaron por hectárea. Los valores se pueden traducir en pérdidas económicas como resultado de un cambio en el uso de suelo en el bosque de Quebec, cuando una hectárea de bosque es transformada en otro uso que limita cualquiera de los servicios eco-sistemáticos evaluados (Oyarzun, *et al.*, 2005).

Ahora que los costos y beneficios fueron obtenidos y se obtuvo un Valor Económico Total, se estimara el Valor Presente Neto. El cual depende del horizonte de tiempo (T) y de la tasa de descuento (i) (Vandermeulen, *et al.*, 2011). El beneficio marginal muestra cual es el valor económico anual de los servicios por el área mientras que el Valor Presente Neto (VPN) nos dará una visión de cómo será el beneficio a largo plazo (Alam *et al.*, 2014). (Cuadro 15)

Cuadro 15. Valor Económico y Valor Presente Neto de los servicios eco-sistemáticos. (CAN\$)

Servicio Eco- sistemático	Valor Económico	Valor Presente Neto
Calidad de agua	683.43\$/h	9,971.47\$/h
Suministro y tratamiento agua	7,228.35\$/h	105,463.99\$/h
Secuestro de Carbono	1,219.68\$/h	17,795.53\$/h
Costo de la Tierra	2,470.83\$/h	26,070.47\$/h
Valor total (\$/anual)	11,602.29\$	159,301.46\$/h

El valor total anual potencial de las 15998.86 hectáreas del bosque de Quebec, para ser utilizado como cinturón verde se estimó en CAN\$185,624,626.94, estos valores traducidos en hectáreas representan un valor de CAN\$11,602.29/ha anual. Es difícil comparar este valor con el obtenido de alguna otra investigación por

tratarse de ecosistemas diferentes, los cuales brindan servicios diferentes, sin embargo, una de las investigaciones más cercanas es la de Alam *et al.* (2014), quienes estimaron el valor de un bosque intercalado en Quebec en \$5 mil millones de dólares, otra evaluación realizada en el mismo país pero en Ontario fue la realizada por la Foundation Suzuki (2008), quienes determinaron el valor total anual de los servicios eco-sistemáticos del cinturón verde en \$2.6 mil millones, una evaluación más reciente en Montreal, que forma parte de la misma provincia de Quebec, estimo el valor del capital natural de aproximadamente 1.7 millones de hectáreas en \$3 mil millones anuales (Dupras *et al.*, 2015)

CAPÍTULO VII.- CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones

Los resultados globales permiten demostrar que los tres servicios eco-sistemáticos del bosque de Quebec se calcularon en CAN\$11,602.29/ha anuales, que es mucho mayor a cualquier valor de la urbanización.

Los antecedentes revisados en una fase inicial de la presente investigación nos permiten destacar la importancia de la protección de las zonas naturales, y el plantear la idea de un cinturón verde como propuesta de la planificación territorial y ambiental que permita esa protección.

El crecimiento de la población de las ciudades, incluida la Ciudad de Quebec, provocan la demanda de espacio para construir casas, industrias, y otros servicios característicos de las urbes, la única forma en que esto se puede llevar a cabo es a través del cambio de uso de suelo. Sin embargo, los resultados de la presente investigación muestran de manera contundente el valor a nivel económico, social y ambiental que tiene las áreas naturales, en este caso en particular, el área de bosque al norte de la ciudad de Quebec. Este bosque por solo tres servicios eco-sistemáticos tiene un valor por arriba de los CAN\$11,000/ha el cual es mayor que por unidad de urbanización ya sea residencial o industrial, sin embargo, el bosque provee más productos y servicios eco-sistemáticos que aportan mayores beneficios económicos, sociales y ambientales. Los servicios con mayor importancia por los beneficios económicos, sociales y ambientales que brindan fueron la calidad y suministro de agua, el secuestro de carbono y la biodiversidad. Conservar el bosque a través de un cinturón verde que evite la invasión por parte de la zona urbana, tan solo para generar servicios hídricos representa más de CAN\$7,000/ ha anuales, el almacén de carbono un valor aproximado de CAN\$2,000/ ha anuales y de biodiversidad por un valor de poco más de CAN\$2,000/ha, es decir, el bosque en su totalidad, es decir, por las 15998.96 ha únicamente por tres servicios eco-sistemáticos está generando más de \$185 millones de dólares canadienses al año

en comparación con el precio por unidad de la tierra que es de menos de CAN\$700 en cualquiera de los casos (residencial o industrial).

7.2 Retos posteriores

Con la finalidad de definir valores más exactos sería necesaria emprender una valoración económica total más extensa, considerando mayores servicios ecosistémicos e incluso productos comerciables. Dicha valoración podría ser la base para hacer una transferencia de beneficios más exacta del bosque e incluso de la zona agrícola para la ciudad de Quebec, Canadá.

LITERATURA CITADA

- Ahren, J. (1995) Greenways as a planning strategy. Landscape and urban planning, 33(1-3), pp. 131-155.
- Akimowicz M, H. Cummings, K. Landman. (2016) Green lights in the Greenbelt? A qualitative analysis of farm investment decision-making in peri-urban Southern Ontario. Land Use Policy. 22, pp.24-36
- Alam M., A. Olivvier, A. Paquette, J. Dupras, J.P. Revéret, C. Messier, (2014), A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems, Agroforest Syst, v.88 pp. 679-691.
- Alcazar M.G. (2003) Valoración inmobiliaria. Montecorvo. Madrid
- Alfie, M. C. (2011) Planeación urbana y medio ambiente: los cinturones verdes. Especialidades 1, pp.72-100.
- Amati, M. (2008) Urban Greenbelts in the Twenty-first Century. Burlington, Ashgate.
- Ataroff, M. & Rada, F. (2000) Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. Ambio, Volumen 29, pp. 440-444.
- Aznar Bellver, J. & Estruch Guitart, A. V. (2015) Valoración de activos ambientales, teoría y casos. 2 ed. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Aznar J. y F. Guijarro. (2005) Nuevos métodos de valoración; modelos multicriterio.
- Barbier E., M. Acreman, K. Duncan. (1997) Valoración Económica de los humedales: guía para decisores y planificadores. Suiza: Oficina de la Convención de Ramsar, 1997 Disponible en http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_valuation_e.pdf [Último acceso: 15 02 2016].
- Barrantes G. (2016) Economía de los Recursos Naturales y Valoración Económica Instituto de Políticas para la Sostenibilidad, Costa Rica.
- Barsky, A. (2005) El periurbano productivo, un espacio en constante transformación, introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, 9(194), pp. 1-16.
- Barzev. R. (2002) Guía Metodológica de Valoración Económica de bienes, servicios e impactos ambientales Corredor Biológico Mesoamericano. CCAD. Serie Técnica 04.
- Bautista-Hernandez, J. & Torres-Pérez, J. (2003) Economic valuation of carbon storage by the tropical forest of the ejido Noh Bec, Quintana Roo, Mexico. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 1(9), pp. 69-75.
- Beder, S. (2001) Valuing the Environment. [En línea] Disponible en: <https://www.uow.edu.au/~sharonb/STS300/valuing/index.html> [Último acceso: 02 09 2017].
- Bibby P. (2009) Land use change in Britain. Land Use Policy. 265, pp. 52-513
- Bishop & Landell-Mills. (2002). Forest Environmental Services: An overview, s.l.: s.n.
- Bowers, J. (1997) Sustainability and environmental economics: an alternative text. 1 ed. Harlow, UK: Addison Wesley Longman Ltd.

- Brander L. M. y Koetse M. J. (2011) The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. Journal of Environmental Management 92.
- Brauman K.A., Daily G.C., Duarte T.K., Mooney H.A. (2007) The nature and value of ecosystem services highlighting hydrologic services. Annu. Environ. Resour. 32, pp. 67-98
- Caballer, V. (2011) Valoración agraria; teoría y práctica. Ed Mundi-Prensa, México.
- Cabrera, J. (2007) El pago por servicios ambientales, conceptos y mercados INFOR. 12, 1, pp. 177-187
- Cai, J., Hu, T. & Xie, L., (2005) Desarrollo de la silvicultura urbana en Beijing: Una perspectiva histórica. Agricultura Urbana, pp. 27-30.
- Campos P. P. y A. G. Caparrós. (2009) La integración del valor de cambio de los servicios ambientales en las cuentas verdes de las áreas naturales. Economía y Medio Ambiente ICE Marzo-Abril 847
- MEC Ministerio de Estadística Canadá. (2016) Statics Canada. [En línea] Disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l01/cst01/cpis01a-eng.htm> [Último acceso: 03 03 2017].
- Castro, E. & Barrantes, G. (1998) Valoración económico ecológico del recurso hídrico en la cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso, Heredia: Área de Conservación Arenal-Ministerio de Ambiente y Energía.
- Castro M. (2010) Valoración Económica del Almacenamiento de Agua y Carbono en Bofedales Paramunos Ecuatorianos, experiencia en dos sitios piloto: Oña- Nabón-Saraguro-Yacuambi y del Frente Sur Occidental de Tungurahua. Eco Ciencia / Wetlands International /UTPL / MAE Quito, Ecuador.
- Cerda A. (2008) Valoración económica del medio ambiente Colombia Sliders A presentados no II Curso Instrumentos de Mercado y Fuentes de Financiamiento para el desarrollo sostenible. [En línea] Disponible en <http://www.undp.org/cu/eventos/aprotegidas/Teoria%20Valoracion.pdf>. [Último acceso: 04 03 2017]
- CIELP Canadian Institute for Environmental Law and Policy. (2010). Ontario's Greenbelt in an International Context. Friends of the Greenbelt Foundation. Ontario, pp.116
- Cifuentes A.L., L. Rizzi, H. Jorquera. (2004) Valoración económica y ambiental aplicada a casos del manejo de la Calidad del Aire y Control de la Contaminación Informe para el Dialogo Regional de Política del Banco Interamericano de Desarrollo., 76.
- Chervin S. (2009) Greenbelt Revisited. Tennessee: The Tennessee Advisory Commission on Intergovernmental Relations. 41
- CONAMA Comisión Nacional del Medioambiente. (2002) Áreas Verdes en el Gran Santiago, Chile: Gobierno de Chile.
- Constanza, R. et al., (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics, 25(1), pp. 3-15.
- Cruz, G. (2005) Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales. 1 ed. Caldas: Universidad de Caldas.
- De Groot, R., M. Wilson y R. Boumans (2002) A typology for the classification, descriptions and valuation of ecosystems functions, goods and services. Ecological Economics 41, pp. 394-408
- Delgado, C. (2008) Urbanización sin fronteras. El acoso urbanístico a los espacios naturales protegidos. Boletín de la A.G.E.N., 47, pp. 271-310.

Delgado, D. (2001) Análisis del rol de las áreas verdes como islas de frío en la ciudad de Santiago, Chile: Facultad de ciencias Forestales. Universidad de Chile.

DM Departamento de Medioambiente (1994). Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Washington, D.C., World Bank pp. 252

De Villiers, M. (2000). Water the fate of our most precious resource. Houghton Mifflin Company. Boston MA. EUA. 352.

Díaz-Balteiro L. y C. Romero. (2004) Vínculos entre sostenibilidad, ecología y economía de los sistemas forestales: una reflexión. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, España, v. 13 n. 1 pp. 213-222

Dixon J. y S. Pagiola. (1998) Análisis Económico y Evaluación Ambiental Environment Department the World Bank, n. 23

Downing, T., D.Anthoff, R. Butterfield, M. Ceronsky, M. Grubb, J. Guo, C. Hepburn, C. Hope and Co-authors. (2005) Social cost of carbon: a closer look at uncertainty. Final Report, Defra, 95.

Duarte, M. et al. (2006) Cambio global, Impacto de la actividad humana sobre la tierra. 1 ed. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Dupras J., Ch. Drouin, P. André y A. Gonzalez. (2015) Towards the Establishment of a Green Infrastructure in the Region of Montreal Quebec, Canada. Planning Practice & Research, 21

Ecorys, 2008. Guide for cost-benefit analyses in the social demand, Rotterdam: Ecorys.

Emerton, I. & Bos, E. (2004) Valor: considerar a los ecosistemas como un componente económico de la infraestructura hídrica. 1 ed. Costa Rica: UICN.

Espinoza N., J. Gatica, J. Smyle (1999) El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural RUTA

European Commission (2008) Guide to cost benefit analysis of investment projects, s.l.: European Union-Regional Policy.

Figueroa E. B. (2010) Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile Proyecto GEF-MMA-PNUD, Chile, pp. 233.

FQ Finances Québec, 2017. Ministry des Finances Québec. [En línea] Disponible en: http://www.finances.gouv.qc.ca/index_en.asp [Último acceso: 18 04 2017].

Flashland Ch. et al. (2008) Developing International Carbon Market-Linking Options for the EU ETS Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Strategies, pp. 65-73

Foundation, D. S., 2008. Ontario's wealth Canada's future appreciating the value of the greenbelt's eco-services, Ontario: s.n.

Franquis, F. y A. M. Infante (2003) Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales Revista Forestal Latinoamericana V.34, pp. 17-30

Fuentes A. (2001) Por un Progreso Consciente. Chile forestal. Marzo-abril, n. 284. CONAF.

Gámez, V. (2002) La idea de cinturón verde en el planteamiento urbano territorial Santiago: Universidad Central de Chile, Centro de Estudios CEAUP, Santiago.

Gibbs, D. y A. E. G. Jonas. (2001) Rescaling and regional governance: The English Regional Development Agencies and the environment. Environmental and Planning C: Government and Policy, pp. 269-288

Gleick, P.H. (2003) Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. Science 302 (5650), pp.1524-1528.

Gomez-Baggethun E.; De Groot R.; Lomas P. L. y Montes C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payments schemes. Ecological Economics, 69, pp.1209-1218

Grantham, J. et al. (2005) Plan director de medios naturales y del bosque urbano, Quebec: s.n.

Hanna S. and Mohan Munasinghe. (1995) Property rights and the environment: Social and ecological issues.

Hernández A. A. (2008). Exposición del Doctor Arquitecto, en el seminario: "Desarrollo ciudad y sostenibilidad". Universidad de la Serena.

Hernández, O., Cobos, C. & Ortiz, A. (2002) Valoración ambiental del servicio ambiental de regulación hídrica. [En línea] Disponible en: <http://www.congresocuenca.org.pe/pdf/> [Último acceso: 08 04 2017].

Hernández S. A. M. Casas V., M. A. León S., R. Caballero F. y V. E. Pérez L. (2013) La ciencia económica y el medio ambiente: un aporte desde la valoración económica ambiental Revista Paranaense de desenvolvimiento, V. 34, N.125, pp. 25-38

Herrador D. y L. Dimas. (2000) Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales. Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente, (PRISMA)

Herrán, C. (2012) El cambio climático y sus consecuencias para América Latina. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario, pp. 6-10.

Herruzo, D. (2002) Introducción a la ingeniería química. [En línea] Disponible en: www.ujaen.es/centros/eupl/pdf/prgSondeos.pdf [Último acceso: 2017 04 20].

Howard, E. (1898). To-morrow: a peaceful path to real reform. London, England, Swan Sonnenschein, pp.198.

Instituto de Estadística de Quebec. (2014). Quebec Handy Numbers, pp. 73.

Izko X. y Burneo, D. (2003). Herramientas para la valoración y gestión forestal sostenible de los bosques sudamericanos. Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional para Sudamérica (UICN-Sur). Imprenta Mariscal. Quito, Ecuador.

Jansson, A. (1994) Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability. 1 ed. Stockholm: Island Press.

Jiang F., M.B. Beck, R.G. Cummings, K. Rowles y D. Russell. (2005) Estimation of Costs of Phosphorous Removal in Wastewater Treatment Facilities: Adaptation of Existing Facilities Water Policy Working Paper n.011, v.45.

Jónsson, J. & Davídsdóttir, B. (2016) Classification and valuation of soil ecosystem services. Agricultural systems, V. 145, pp. 24-38.

- Keeble, L. (1961) Town planning at the crossroads, Estates Gazette, Londres.
- Kühun, M. (2003) Greenbelt and Green Heat: separating and integrating landscapes in European city regions. Landscape and Urban Planning v.64, n.1-2, pp.19-27
- Kumar P. (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations Taylor & Francis
- Landell-Mills y I. T. Porras. (2002) Silver bullet or fools' gold. A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. International Institute for Environment and Development (IIED), Londres, pp. 272
- Lee Chang Moo y P. Linneman. (1998) Dynamics of the Greenbelt Amenity Effect on the Land Market- The Case of Seoul's Greenbelt. Real Estate Economics, pp.23.
- Lomas, P. et al. (2005) Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. 1 ed. Madrid: Publicaciones de la Foundation Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.
- Lopez F. F. (2008) Tendencias actuales en el estudio de problemas ambientales. Encuentros en la Biología, Málaga: Universidad de Málaga N. 100 enero [En línea] Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1090175> [Último acceso: 08 04 2017]
- López-Vallejo O. M. (2010) Cambio Climático y la Convergencia Transregional de los Mercados de Carbón en América del Norte Perspectivas Colombo-Canadienses V. 3, pp. 41-66
- MacDonald GK, Bennett E.M. (2009) Phosphorus accumulation in the Saint Lawrence River watershed: a century-long perspective. Ecosystems v.12, pp. 621-635
- MEA Millennium Ecosystem Assessment. (2005) Ecosystem and Human Well-being: A Framework for Assessment Island Press. Washington D.C.
- MAMOT Ministerio de Asuntos Municipales y de Ocupación Territorial (2016) Estadísticas anuales de evaluación de la propiedad municipal en Quebec. [En línea] Disponible en www.mamot.gouv.qc.ca. [Último acceso: 21 07 2017]
- MDSMALCCCQ Ministerio de Desarrollo Sustentable, M. A. y. L. C. e. C. C. (2017) Ministerio de Desarrollo Sustentable, Medio Ambiente y Lucha Contra el Cambio Climático, Quebec. [En línea] Disponible en: <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/consultation-en/themes3.htm> [Último acceso: 30 08 2017].
- MDSMALCCCQ Ministerio de Desarrollo Sustentable, M. A. y. L. C. e. C. C. (2016) Ministerio de Desarrollo Sustentable, Medio Ambiente y Lucha Contra el Cambio Climático, Quebec. [En línea] Disponible en: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/index_en.asp [Último acceso: 30 08 2017].
- Mitchell Robert y Richard Carson. (1990). Using Surveys to value Public Goods: The Contingent Valuation Method.
- Munton R.J.C. (1983) London's Green Belt: Containment in Practice. Allen & Unwin, London.
- National Inventory Report 1990-2006 Gatineau. (2017) Government of Canada, [En línea] Disponible en: www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=En&xml=A17AECDC-E1DC-4A81-8D63-01219B2EA617 [Último acceso: 18 03 2017].
- Normas Internacionales de Valuación (2005), Edición en español realizada por la Asociación Profesional de Valoración de España y Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación.

Natural England. (2006) Green Belts: a greener future, A report by Natural England and the Campaign to Protect Rural England pp. 44

Newman, P. (2004), New land release areas and sustainability criteria”, Letter from the NSW Sustainability Commissioner to DIPNR, [En línea] Disponible en: www.metrostrategy.nsw.gov.au/dev/digitalAssets/844_1102557381520_Sustainability%20Commissioner%20on%20Land%20Release.pdf

Olewiler, N. (2004) The value of natural capital in settled areas of Canada, British Columbia: Ducks Unlimited Canada and the Nature Conservancy of Canada.

Ontario Ministry of Finance. (2012) Ontario Population Projections Update, 2011-2036. Queen’s Printer for Ontario, Toronto.

Oyarzún E.C., L. Nahuelhual y D. Nuñez (2005) Los servicios eco-sistematicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA 20 Santiago de Chile, pp. 88-95

Pagiola S. (2003) Estado del arte de los servicios ambientales con énfasis en estudios de casos. Seminario Taller Redes Institucionales para una Construcción Colectiva en el Ámbito de los Servicios Ambientales. INFOR, UACH.

Pagiola, S. Landerll-Mills. Bishop, J. (2002) Market-Based mechanisms for forest conservation and development. World Bank Insistute. New York. Earthscan Publications Ltd.

Pearce, D. & Turner, R. (1990) Economics of natural resources and the environment. [En línea] Disponible en: <http://www.les1.man.ac.UK/ses/Courses/3252.pdf>. [Último acceso: 13 08 2017].

Pearce, D. & Turner, R. (1995) Economía de los recursos naturales y el medio ambiente. 1 ed. Madrid: Colegio de Economistas de Madrid.

Quebec, C. d. (2017) Ciudad de Quebec, el acento de América. [En línea] Disponible en: https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/info_eau/eau_potable_distribution.aspx [Último acceso: 30 08 2017].

Richardson, H. & Bae, C.-H. (2005) Urban sprawl in western Europe and the United States. England: Ashgate

Rivas T. D. (2005) Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México.

Romero, H. & Vásquez, A. (2005) Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. EURE, v.31, n.94, pp. 97-118.

Sala, O.E., Chapin, I.F.S., Armesto J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.H., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Leroy Poff, N., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100 Sience v.287 n.5459, pp. 1770-1774.

Samuelson, A. & William, D. (2002) Economía. 1 ed. Madrid: Mc Graw-Hill.

Sanjurjo E. e I. Islas. (2007) Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. Instituto Nacional de Ecología. V.14.

Sanjurjo, E. & Welsh, S. (2005) Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales presentados por los manglares. [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907405> [Último acceso: 10 03 2017].

Sarmiento M. A. (2003). Desarrollo de un Nuevo método de valoración medioambiental. Tesis (Doctorado en Ciencias)- Departamento de Ingeniería Forestal, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid pp.224.

Seják, J. (2000) The natural capital of central and eastern European countries. The role and valuation of natural assets in central and eastern Europe, s.l.: Rec. Paper Series.

Sepulveda O.R., et al. (2009) Bicentenary: an opportunity to rethink urban housing policies in Chile Revista INV, v. 24 n. 7, pp. 21-67.

Suárez, D. A. (2002) Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la comarca Yassica Sur, Matagalpa, Nicaragua. Turrialba: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Sullivan E. J. (2000) The Rise of Reason in Planning Law: Daniel R. Mandelker and the Relationship of the Comprehensive Plan in Land Use Regulation 3 WASH. U.J.L. & POL'Y, pp.323

Taymer, M., Machado, R., Machado, H. & Duquesne, P. (2007) Carbon sequestered in Cuban livestock production ecosystems and its economic assessment. Case study. Pastos y Forrajes, v.30 n.4, pp. 483-491.

Tietenberg T. (2009) Environmental and natural resource economics. 8ed Boston: Parson Addison Wesley

Torras, M. (2000) The total economic value of Amazonian deforestation. *Ecological Economics*, V. 33, pp. 283-297.

Turner, K. et al. (2000) Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics*, v.35, n.1, pp. 7-23.

Tzoulas Konstantinos, et al. (2007) Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban Planning*, pp.167-178

UN United Nations, Division for Sustainable Development. (2001) Environmental Management Accounting- Procedures and Principles. Economic and Social Affairs.

UNFPA Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2005) Fondo de Población de las Naciones Unidas Departamento de Medioambiente [En línea] Disponible en: <http://www.unfpa.org/es/node/5969> [último acceso: 5 12 2016]

US Departamento de agricultura. (2016) Ecosystem Valuation. [En línea] Disponible en: www.ecosystemvaluation.org [Último acceso: 20 06 2017].

Vandermulen, V., et al. (2011) The use of economic valuation to create public support for green infrastructure investments in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, v.103, pp. 198-206.

Van Delft, et al. (2007) Cost benefit analysis of green-blue streams. End report, Rotterdam: Ecorys.

Vargas A.H. (2014) El problema de los precios en los Mercados de Carbono. Entre el éxito económico y el fracaso climático. Trabajos y Ensayos Departamento de Derecho Internacional Público, Relaciones Internacionales e Historia del Derecho n. 18, pp.24.

Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J. & Macías, O. (2014) Urbanización y sostenibilidad. [En línea] Disponible en: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=15> [Último acceso: 05 12 2017].

Ville de Quebec. (2005) La nouvelle Ville, constats et enjeux, Québec, Portrait du territoire.

Watkiss, P., D. Anthoff, T. Downing, C. Hepburn, C. Hope, A. Hunt and R. Tol. (2005) The social costs of carbon (SCC) review: methodological approaches for using SCC estimates in policy assessment. Final Report, Defra, UK, pp.124.

Wilson SJ., 2008. Ontario's wealth, Canada's future: Appreciating the value of the greenbelt's eco-services, Vancouver: David Suzuki Foundation.

Winans, K., Tardif, A.-S., Lteif, A. & Whalen, J., 2015. Carbon sequestration potential and cost-benefit analysis of hybrid poplar, grain corn and hay cultivation in southern Quebec, Canada. *Agroforest Syst*, v.89, pp. 421-433

Yohe, G.W., R. D. Lasco, Q.K. Ahmad, N.W. Arnell, S.J. Cohen, C. Hope, A.C. Janetos y R.T. Perez. (2007) Perspectives on climate change and sustainability. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 811-841,