



**VIABILIDAD DE LA TRANSFERENCIA DE VALORES ECONÓMICOS PARA LA
ESTIMACIÓN DE IMPACTOS SOBRE COBERTURA BOSCOA EN PROYECTOS
HIDROELÉCTRICOS PARA EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

BERNARDO ANDRÉS PATIÑO VALENCIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ECONÓMICAS
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2017

**VIABILIDAD DE LA TRANSFERENCIA DE VALORES ECONÓMICOS PARA LA
ESTIMACIÓN DE IMPACTOS SOBRE COBERTURA BOSCOsa EN PROYECTOS
HIDROELÉCTRICOS PARA EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

BERNARDO ANDRÉS PATIÑO VALENCIA

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAGISTER EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

DIRECTOR

PH. D. CARLOS ADRIÁN SALDARRIAGA ISAZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ECONOMÍA DE LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS NATURALES

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ECONÓMICAS
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2017

A mi madre Hilda Valencia Mira (Q.E.P.D)
A mi padre Bernardo Patiño Alzate (Q.E.P.D)
En mi corazón hoy y siempre.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento al Ph.D. Carlos Adrián Saldarriaga Isaza cuya experiencia, paciencia, tranquilidad y disposición fueron indispensables para llevar a cabo este proyecto.

Igualmente deseo manifestar mi gratitud con la Universidad Nacional de Colombia y la Facultad de Ciencias Humanas y Económicas que apoyaron el desarrollo del presente proyecto y permitieron mediante recursos económicos la realización del proceso de recolección de información primaria. A todos los profesores que en el proceso de formación de la maestría en Ciencias Económicas, generaron nuevos conocimientos y reforzaron los existentes, en particular al Ph.D Sergio Alonso Orrego Suaza y a la Ph.D. Clara Inés Villegas Palacio.

A mi familia, Lester Francer Patiño Valencia y Kathy Porras Eslava, además a mi amiga, Carolina Carreño Campo, quienes han mantenido su apoyo incondicional en los tiempos de adversidad.

RESUMEN

El presente documento evalúa la viabilidad del método de transferencia de beneficios, para la valoración económica de impacto sobre la cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos desarrollados en el departamento de Antioquia. Se aplica la transferencia de medidas de tendencia central para estimar el valor económico de la pérdida de paisaje del bosque a partir de la intervención de infraestructura hidroeléctrica, donde el sitio de política abarca tres municipios del Departamento de Antioquia, San Carlos, San Luis y Puerto Nare, los cuales constituyen la zona de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II. Mediante el método en mención, se obtienen el valor económico de la pérdida de paisaje: en Col\$ 12.700 pesos mensuales por hogar y 13.885 Col\$ pesos mensuales por hogar.

Adicionalmente, se aplica la metodología de valoración contingente bajo el formato “One and one half bond”, con una encuesta (cara a cara) llevada a cabo en 2015, en la que se obtuvieron 568 observaciones. Bajo este método, la media estimada de la DAP por hogar al mes de la pérdida de paisaje asociada al bosque es Col \$ 10.511. Finalmente, se aplica un test de viabilidad que emplea los valores determinados a partir de las dos herramientas de valoración económica en mención, donde el error de transferencia se estima en un 21% para el primer valor de transferencia mencionado y 32% con respecto al segundo.

Se concluye que el presente estudio no encuentra elementos de prueba que refuten la validez del uso del método de transferencia de beneficios para la valoración económica de impactos sobre la cobertura boscosa en proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico. Constituye un primer ejercicio de contraste para Colombia, alrededor del análisis de la viabilidad del método.

Palabras clave: Transferencia de beneficios, test de validez, pérdida de paisaje, valoración contingente, infraestructura hidroeléctrica.

CONTENIDO

RESUMEN	7
1. Introducción.....	13
2. Planteamiento del problema	18
3. Justificación	23
4. Marco Teórico	28
4.1. La teoría del valor económico total y la cuantificación de daños ambientales.....	28
4.2. Valoración económica del bosque y sus servicios asociados.	32
4.3. Valoración económica de bienes ambientales y la transferencia de beneficios.....	34
4.4. Transferencia de beneficios	36
4.4.1.Pasos para la transferencia de beneficios.....	37
4.4.2.Transferencia de valores de tendencia central.....	39
4.4.3.Transferencia de funciones	41
4.4.4.Meta-regresión ó meta-análisis.....	42
4.5. Comparación de la transferencia de valores y la transferencia de funciones	44
4.6. Test de viabilidad para transferencia de beneficios	45
5. Aplicación transferencia de beneficios	50
5.1. Selección de estudios para la transferencia de beneficios.....	52
5.2. Ajuste de diferencias en DAP por PPA e inflación	55
5.3. Estimación de medidas de tendencia central e intervalo de confianza ..	58
6. Aplicación del método de valoración contingente a la valoración económica del bosque	61
6.1. Estudio de valoración económica	63
6.1.1.Diseño del estudio.....	63
6.1.2.Instrumento de recolección de información.....	67
6.1.3.Modelo econométrico	69
6.1.4.Aplicación empírica.....	73
6.1.5.Resultados	77
7. Estimación del error de transferencia y test de validez/viabilidad.....	80
8. Estimación del valor económico de pérdida de paisaje	86
9. Conclusiones.....	89
10. Bibliografía	92

Anexo 1. Encuesta de valoración económica.....	111
Anexo 2. Cálculo de tamaño de muestra	115
Anexo 3. Libro de códigos de las variables empleadas en los modelos econométricos	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor económico total en el contexto del bosque.....	31
Tabla 2. Uso de los métodos de valoración económica.....	32
Tabla 3. Pasos para la transferencia de valores unitarios o de tendencia central.....	41
Tabla 4. Estudios que estiman error de transferencia o test de viabilidad.....	47
Tabla 5. Estudios seleccionados para la transferencia de valores económicos.....	53
Tabla 6. DAP estimada por estudios seleccionados.....	54
Tabla 7. Datos requeridos para el ajuste por PPA e inflación.....	56
Tabla 8. Valores económicos, ajustados por PPA e inflación.....	56
Tabla 9. Datos requeridos para el ajuste por inflación e ingresos.....	57
Tabla 10. Valores económicos de estudios seleccionados, ajustados.....	58
Tabla 11. Valores económicos ajustados método 1(MA 1) y método 2 (MA 2).....	59
Tabla 12. Medidas de tendencia central estimadas.....	59
Tabla 13. Intervalos de confianza estimados (pesos colombianos).....	59
Tabla 14. Intervalo de confianza a partir de encuestas piloto (DAP media).....	66
Tabla 15. Vector de precios empleados en la encuesta.....	67
Tabla 16. Ingresos de los hogares (ing).....	74
Tabla 17. Distribución poblacional por género.....	74
Tabla 18. Nivel educativo de la población (edu).....	74
Tabla 19. Actividad del jefe de hogar.....	75
Tabla 20. Distribución de la muestra por lugar de nacimiento (lnaci).....	75
Tabla 21. Percepción de la cercanía a zonas boscosas (cercabo).....	76
Tabla 22. Importancia servicios del bosque.....	76
Tabla 23. Modelos estimados.....	78
Tabla 24. Resultados estimados sobre la diferencia de valores de DAP media entre estudios y la transferencia (MA 1).....	80
Tabla 25. Resultados estimados sobre la diferencia de valores de DAP media entre estudios y la transferencia (MA 2).....	81
Tabla 26. Test de validez/viabilidad (MA 1).....	83
Tabla 27. Test de validez/viabilidad (MA 2).....	83
Tabla 28. Total, hogares en el área de influencia del proyecto Porvenir II.....	86
Tabla 29. Valor económico anual, agregado.....	87
Tabla 30. Valor presente neto (VPN) estimado para paisaje.....	87
Tabla 31. Tamaño de muestra con un nivel de confianza del 95% y un error esperado de 7%.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de zona de influencia, proyecto aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II.....	51
--	----

1. Introducción

La riqueza ambiental de un territorio constituye la base del desarrollo social y económico de un país. Ésta brinda cierto flujo de bienes y servicios ambientales que dependen del estado de los recursos naturales y del medio ambiente. Así el bienestar de la sociedad depende no sólo de los bienes y servicios generados por la actividad económica sino también de la calidad del medio ambiente.

El crecimiento de las actividades económicas regionales genera una demanda constante de recursos naturales, asociadas a sus necesidades de ampliación de infraestructuras, utilización de materias primas y expansión en general. En Colombia, la industria energética ha mantenido un crecimiento promedio superior al 4% en los últimos 5 años, y es de menor volatilidad con respecto a sectores como el minero y el agropecuario (UPME, 2015). Dicho crecimiento ha sido sostenido para el sector, así como sus proyecciones alrededor del 3,8% anual hacia 2020, lo que permiten asociar a futuro un crecimiento de la infraestructura requerida en la producción de energía.

Cabe resaltar que la generación de energía hidroeléctrica se ha constituido en una fuerte alternativa de consumo y producción de energía, dado su origen de una fuente renovable, de generación masiva y aprovechable con altos niveles de eficiencia, utilización versátil y de bajo costo (MinMinas,2015). Actualmente, la energía generada por medios hidráulicos tiene una alta participación en el suministro de energía, no solo a nivel mundial sino también en el entorno latinoamericano y nacional. Para Colombia, la generación de energía eléctrica es básicamente dominada por la generación de energía hidráulica con una participación del 64% de la producción total, mientras el proceso de generación más cercano lo alcanza la termogeneración eléctrica con el 33% de participación en el mercado (MinMinas, 2015).

En Colombia, particularmente en Antioquia, el aprovechamiento de las condiciones topográficas con las que cuenta el territorio permite el establecimiento de un sector

energético soportado en la generación de energía hidráulica. De las 30 centrales hidroeléctricas en operación en Colombia a 2014, 11 operan en territorio antioqueño, lo que ubica al departamento de Antioquia con aproximadamente el 36% de las centrales hidroeléctricas del país (MinMinas,2015). En virtud de lo anterior, se evidencia una relación entre la producción de energía hidroeléctrica y la conservación de los ecosistemas, ya que la demanda de recursos energéticos genera presiones sobre los recursos naturales disponible, y acentúa en *trade-off* entre desarrollo económico y conservación (Guo et al., 2013).

Ante este panorama, es importante considerar no solo las implicaciones positivas del incremento de la oferta de energía en el país, sino las implicaciones ambientales del crecimiento de éstas infraestructuras sobre la provisión de bienes y servicios naturales, ya que, a mayor proporción de infraestructura, menor disponibilidad de recursos naturales sin intervención. Esto plantea una afectación de las condiciones de calidad y cantidad de los recursos naturales presentes en las zonas de intervención de los proyectos de generación de energía, lo que muy posiblemente produce reducciones en la calidad de vida de la sociedad por la disminución de los bienes y los servicios provistos por los ecosistemas intervenidos (Hoffmann, 1996).

En este sentido, el análisis económico del sector energético debe reconocer los beneficios asociados al crecimiento del mismo, de igual modo, debe reconocer y evaluar las implicaciones ambientales sujetas al crecimiento del sector. El análisis de las problemáticas ambientales desde el punto de vista económico es un reto latente dentro del desarrollo de la teoría económica por su complejidad e importancia en el momento de tomar decisiones de uso de los recursos naturales (Azqueta, 2002).

Entre las herramientas empleadas para el análisis comparativo entre beneficios y costos de los proyectos privados, como es el caso de un proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, el análisis costo beneficio (ACB) y análisis costo beneficio ambiental (ACBamb) o extendido, se consideran unas de las más populares, no obstante, son metodologías exigentes en términos de la información requerida para su

implementación. Para el caso del análisis de proyectos hidroeléctricos, es necesario considerar no sólo sus beneficios y costos financieros, sino también sus beneficios y costos económicos y ambientales, lo que contribuye a tener una visión sobre la viabilidad social del proyecto (Hoffmann, 1996).

Para la obtención de la información financiera, se recurre al conocimiento técnico y la identificación de los costos de construcción y operación de las estructuras de aprovechamiento hidroeléctrico, a sus costos de mantenimiento y administración, entre otros costos plenamente identificables, similar situación al considerar los beneficios operacionales del proyecto hidroeléctrico. Sin embargo, el análisis de los costos y beneficios ambientales imputables a un proyecto hidroeléctrico, no son tan “simples” de incluir en el análisis económico.

Para esto se requiere la identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto sobre los ecosistemas intervenidos, la medición física y estimación de la magnitud de dichos impactos, y la valoración económica de los impactos económicamente relevantes; esto por mencionar de manera sintética el proceso a considerar. Si se dispone de una identificación y priorización adecuada de los impactos ambientales, y de la medición física de los mismos, el proceso de valoración económica implica la utilización de metodologías que permitan estimar el valor económico de los impactos imputables al proyecto. Así, es pertinente identificar el valor económico de los recursos naturales y los ecosistemas, su contribución al progreso, su importancia en relación con el capital físico y humano, el grado de su agotamiento y deterioro, y los efectos de ese deterioro en el bienestar de las personas (Mendieta, 1999).

En este marco, cabe resaltar la importancia del desarrollo de ejercicios de análisis económico de los impactos generados por el sector eléctrico y más puntualmente del sector hidroeléctrico, sobre las dimensiones ambientales y sociales del territorio.

El presente documento constituye el resultado final de la investigación desarrollada en el marco la tesis de maestría, cuyo objetivo fue evaluar la viabilidad de aplicación de la transferencia de valores económicos, para la estimación de impactos sobre la cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos desarrollados en el departamento de Antioquia. Está compuesto por diez secciones: i) introducción, en la cual se mencionan algunas generalidades alrededor de las temáticas a tratar, y se especifica la estructura del documento, ii) planteamiento del problema, donde se describen las motivaciones que impulsan el desarrollo del proyecto, así como la pregunta de investigación y los objetivos del estudio, iii) justificación, sección en la cual se especifican los antecedentes del proyecto y se menciona el aporte alrededor de la discusión sobre las temáticas de valoración económica de bienes y servicios ambientales, iv) se plantea el marco teórico, donde se realizan precisiones alrededor del concepto de valor económico total y la cuantificación de los daños ambientales, se define el valor económico del bosque y se describen los servicios que este provee, luego se hace referencia a las metodologías y técnicas de valoración económica de bienes y servicios ambientales, en particular sobre la transferencia de valores económicos o transferencia de beneficios, además se describen las particularidades teóricas y empíricas de la aplicación de test de viabilidad de transferencia de valores económicos.

Por su parte, la sección v) presenta los detalles de la aplicación del método de transferencia de beneficios, desde la selección de estudios, ajuste de los valores observados de DAP a partir de dos métodos de ajuste, mediante paridad de poder adquisitivo e inflación (método de ajuste 1), diferencia de ingreso e inflación (método de ajuste 2) y estimación de las medidas de tendencia central e intervalos de confianza para los resultados de cada uno de los métodos, vi) en esta sección se desarrolla la aplicación de valoración contingente (VC), se especifican los detalles de la aplicación y diseño, el instrumento de recolección de información, se detalla el modelo econométrico y resultados de las estimaciones econométricas y medidas de bienestar calculadas, viii) se calcula el error de transferencia de beneficios, empleando información de los estudios seleccionados para tal transferencia y el valor estimado

mediante el modelo de preferencias declaradas, viii) muestra las estimaciones del valor económico de la pérdida de paisaje, mediante la agregación de la medida de bienestar por la población del área de influencia del proyecto hidroeléctrico Porvenir II y el VPN del flujo generado a partir de los valores económicos estimados, xi) en esta sección se presentan las principales conclusiones del estudio, alrededor de los resultados de la transferencia de beneficios, el ejercicio de VC y la estimación del error de transferencia. Finalmente, la sección, ix) presenta la bibliografía que sirve como soporte para el proyecto. El documento termina con la presentación de tres anexos, donde se incluyen la encuesta de valoración empleada en el ejercicio de VC (Anexo 1), el cálculo del tamaño de muestra para el estudio (Anexo 2) y el libro de códigos donde se explican las variables empleadas en el modelo econométrico desarrollado (Anexo 3).

2. Planteamiento del problema

La información de los costos sociales asumidos al modificar la calidad y cantidad de los recursos provistos por los ecosistemas, no está disponible para la sociedad de manera ex ante a las intervenciones en los recursos naturales, lo que dificulta realizar un adecuado análisis de las implicaciones en términos de producción, salud o bienestar perdido. Por ende, se dificulta la asignación adecuada de los bienes y servicios ambientales en la sociedad (Osorio & Correa, 1999). Así, el análisis de los diferentes usos alternativos de los recursos, mediante la comparación entre los costos y beneficios sociales (análisis costo-beneficio (ACB)) obtenidos de la implementación de cada alternativa, política o acción a emprender constituyen una herramienta útil para mejorar el análisis de proyectos y políticas (Pearce, Atkinson & Mourato, 2006).

En este sentido, la economía ambiental se ha desarrollado como una disciplina que, mediante la combinación de principios ecológicos y económicos, ha permitido abordar de manera frontal la problemática relacionada con la racionalidad de las decisiones de uso de los recursos naturales y emplear conclusiones derivadas de los análisis económicos como importante insumo en el diseño de políticas ambientales y la gestión de los recursos naturales (Hanley, Shogren & White, 1997). Específicamente, la valoración de la calidad ambiental permite obtener indicadores, en unidades monetarias, de la importancia que un cambio en la calidad, cantidad o atributo de un sistema físico-biótico tiene en el bienestar de la sociedad, esto como insumo para la aplicación de un adecuado ACB.

La primera necesidad en la implementación de un ACB de una acción que genera cambios en la calidad ambiental, parte de la identificación y cuantificación de los impactos generados por la intervención. Es decir, es necesario hacer una identificación y evaluación del impacto ambiental a valorar, conocer su naturaleza, su magnitud y sus efectos. La valoración económica cobra sentido una vez los cambios sobre la calidad ambiental han sido identificados y medidos. Igualmente, deben

identificarse los grupos humanos cuya dinámica va a ser modificada positiva o negativamente por el impacto ambiental (Pearce, Atkinson & Mourato, 2006; Uddin & Keinosuke, 2005).

En Colombia, tanto las autoridades ambientales como el sector privado –generadores de proyectos de desarrollo- se apoyan de los procesos de valoración económica de bienes y servicios ambientales, para llevar a cabo ACB, con el objetivo de tomar decisiones de uso, asignación y disposición de los activos ambientales entre alternativas habitualmente excluyentes como la conservación ambiental y realización de proyectos de infraestructura.

Para asumir la baja disponibilidad de información sobre los costos y beneficios de las diferentes intervenciones, los agentes interesados, desarrollan actividades como la construcción de inventarios de los bienes ambientales asociados a las áreas de influencia de los proyectos de desarrollo, contenido en el denominado “Diagnóstico Ambiental de Alternativas y Estudios de Impacto Ambiental” (EIA) que permiten aproximarse al acervo de capital natural vinculados a estas zonas de política, mediante una caracterización del área de influencia del proyecto para los medios biótico, abiótico y social (ANLA, 2010). La elaboración de un EIA exige la estimación de valores económicos para los bienes ambientales potencialmente impactados por la generación del proyecto de infraestructura, donde se consideran una serie de metodologías económicas para la estimación de estos valores asociados a los bienes y servicios ambientales (MAVDT, 2010).

Entre las metodologías económicas disponibles para la valoración de impactos ambientales y valores económicos de los bienes y servicios, se mencionan dos grupos, las basadas en precios de mercado, gastos actuales y potenciales, denominadas de preferencias reveladas (Precios hedónicos (PH), costo de viaje (CV)) y las basadas en preferencias declaradas (Método de Valoración contingente (VC) y Elección discreta (ED)). Adicionalmente, consideran herramientas alternativas como la transferencia de beneficios (Bennett, 2011).

Esta última, la transferencia de beneficios, consiste en la utilización de los valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto determinado, para aproximarse a los beneficios de un bien similar y/o bajo distinto contexto, del cual se desconoce su valor (Desvougues et al., 1992). Lo anterior permite la utilización de resultados previos de otras investigaciones desarrolladas en situaciones similares, convirtiéndose así en una atractiva de generación de información alrededor de los valores económicos de los bienes y los servicios ambientales, sin la necesidad de recolección de información primaria sobre el sitio de política. Lo anterior, representa menores esfuerzos económicos y reducción en los tiempos requeridos para la estimación de los valores económicos de los recursos naturales o los impactos generados sobre estos.

Esta propuesta de trabajo se soporta en la necesidad de disponer de alternativas de análisis económico adecuadas para el desarrollo de investigaciones que implique menor utilización de recursos y menor tiempo de obtención de resultados, para de esta manera, acelerar la obtención de criterios e indicadores adecuadamente estimados para la toma de decisiones de aprovechamiento del capital natural existente y la valoración económica de las externalidades asociadas, en particular, a la implementación de proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico.

Dicho lo anterior, la realización de estudios técnicos para apoyar la toma de decisiones de aprovechamiento de recursos naturales, necesita de metodologías, instrumentos, herramientas, métodos o técnicas eficientes y robustas, que: a disposición de las autoridades ambientales y agentes privados, permitan el desarrollo de acciones de política con resultados costo-eficientes en términos privados y sociales (Pearce & Turner, 1990).

En este contexto, la transferencia de beneficios tiene una particular importancia: i) en el desarrollo de estimaciones de valores económicos y ii) el análisis económico de

impactos ambientales, en el entorno económico regional y nacional, de creciente demanda por desarrollos de infraestructura, proyectos y políticas que implican la asignación de los recursos ambientales disponibles.

La pregunta de investigación que motiva este trabajo gira en torno a la viabilidad de la implementación de la transferencia de beneficios en la estimación de valores económicos de impactos ambientales asociados al desarrollo de proyectos de infraestructura. En particular, se consideran los proyectos de generación de hidroelectricidad como generadores de impactos ambientales importantes en los sistemas físico-bióticos o ecosistemas en Antioquia (Colombia), asumiendo el impacto sobre la cobertura boscosa como de interés para el presente estudio, por la connotación que tiene el recurso bosque como un importante componente del capital natural de los ecosistemas en Antioquia. En torno a lo anterior, se entiende capital natural como el conjunto de activos en la naturaleza, que produce flujos de bienes y servicios de utilidad para el ser humano (Daly, 1997).

Así, la pregunta se plantea de la siguiente manera: **¿La transferencia de beneficios constituye una herramienta de análisis económico viable para la estimación de impactos sobre cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos en el Departamento de Antioquia?**

Para responder a la pregunta de investigación, se plantea que el objetivo general del estudio es evaluar la viabilidad de aplicación de la transferencia de beneficios, para la estimación de impactos sobre la cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos desarrollados en el Departamento de Antioquia. Objetivo que está apalancado en los siguientes objetivos específicos: i) Analizar los diferentes enfoques de la transferencia de valores económicos o transferencia de beneficios, para la valoración de bienes y servicios ambientales, ii) Examinar la disponibilidad de literatura sobre impactos ambientales en la cobertura boscosa, a partir de la construcción de infraestructura de aprovechamiento hidroeléctrico, a nivel mundial, nacional y regional, iii) Evaluar la disponibilidad de estudios empíricos de transferencia de valores económicos para la

valoración de impactos ambientales sobre la cobertura boscosa, generados por infraestructura de aprovechamiento hidroeléctrica, iv) Elegir un enfoque de transferencia de valores económicos apropiado para la valoración de impactos sobre la cobertura boscosa, sujeto a la disponibilidad de estudios alrededor de la temática específica, v) Realizar la estimación económica de impactos ambientales sobre la cobertura boscosa, generados por infraestructura de aprovechamiento hidroeléctrico y vi) Medir el error asociado con la transferencia de valores económicos de un sitio de estudio a un sitio de política, mediante la aplicación de un test de viabilidad.

3. Justificación

En las últimas décadas la transformación de los ecosistemas ha sido acelerada, como resultado principalmente de la intervención humana y la apropiación que se ha tenido de la naturaleza (Hoffmann, 1996).

Se reconoce de forma explícita que el bienestar de los grupos humanos depende en gran medida de los flujos de bienes y servicios provistos por los ecosistemas (MEA, 2005). Ocasionalmente, la protección y conservación de los sistemas físico-biótico inherentes a los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales a la sociedad, compiten con usos alternativos que implican la explotación o modificación de los mismos, de donde se derivan otros tipos de beneficios de dichos usos alternativos. Así, el desarrollo de proyectos de infraestructura, su construcción y operación, alteran la capacidad de los ecosistemas para proveer ciertos bienes y servicios a grupos humanos específicos (Foley et al., 2005; Ellis & Ramankutty, 2008; Ellis, 2011).

Como se mencionó anteriormente, cuando se requiere tomar decisiones sobre la viabilidad del desarrollo de un proyecto y el uso de los recursos naturales, la sociedad debería considerar, entre otros criterios de decisión, la comparación entre los beneficios sociales que se obtienen con la implementación de proyecto, con los beneficios a los cuales renuncia la sociedad con la modificación de los ecosistemas (costos ambientales). Este tipo de decisiones sociales debe soportarse en el uso de los Análisis Costo-Beneficio (ACB) para activos ambientales, lo que incrementa la necesidad de disponibilidad de información de valores económicos de bienes ambientales (Pearce & Turner, 1990).

No obstante, en ocasiones las restricciones temporales y de disponibilidad de recursos, limitan el desarrollo de nuevos estudios de valoración económica necesarios para generar indicadores monetarios de los recursos objeto de análisis. En este sentido, los tomadores de decisiones pueden recurrir a transferir estimaciones

económicas de estudios previos, obtenidos en *sitios de estudio* de similares características en la calidad ambiental de los recursos, para valorar los cambios ambientales en un *sitio de política*. Este procedimiento se conoce como **transferencia de beneficios**, pero además puede ser **transferencia de costos estimados**; en términos más generales, suele hablarse de transferencia de valores económicos (Desvousges, Johnson & Banzhaf, 1998).

Es la ausencia de información disponible o las restricciones de tipo temporal y de recursos para el desarrollo de nuevos estudios, lo que justifica la utilización de la transferencia de valores económicos para la estimación de valores en sitios de política (Loomis, 1992; Rosemberg & Lommis, 2003). La transferencia de valores es un método empleado en economía ambiental, ampliamente discutido y aplicado con más frecuencia en países anglosajones. Alrededor de éste se han realizado discusiones sobre la viabilidad de su aplicación, es decir, sobre el error relativo de la transferencia del sitio de estudio al sitio de política. Sin embargo, el desarrollo de contrastaciones empíricas sobre su confiabilidad, entendida ésta no sólo como la validez de la transferencia sino de otra serie requerimientos de la metodología que deben cumplirse, aún sigue siendo reducida (Loomis, 1992; Rosemberger & Lommis, 2003; Mogas & Riera, 2003; Figueroa & Pasten, 2010; Johnston et al., 2015).

En la literatura se encuentran dos tipos de contraste para determinar la viabilidad o validez¹ de la transferencia de valores económicos: i) Entre diferentes sitios (Loomis, 1992; Loomis et al., 1995, Barton, 1999); (ii) entre diferentes poblaciones (Parsons & Kealy, 1994, Swallow et al., 1994). No obstante, es reducida la prueba de transferencia de valores de un bien a otro cuando sus atributos varían, por lo que sigue existiendo campo de investigación sobre la viabilidad de las estimaciones basadas en transferencia de valores ambientales. Aún más, es sabido que la transferencia de beneficios comporta riesgos importantes de obtener resultados sesgados, por las dificultades de encontrar las medidas de bienestar estimadas en las mismas unidades,

¹ En este trabajo, los términos viabilidad y validez son usados indistintamente. En la literatura anglosajona, el término usual para este tipo de análisis es *validity*.

y las diferencias entre los individuos en el sitio de estudio y el sitio de política (Navrud & Ready, 2007). La anterior premisa sobre la aún limitada disponibilidad de estudios alrededor de la validez del uso de la transferencia de valores ambientales (*transferencia de beneficios*), constituye una razón adicional para la realización de esta tesis.

Como ya se mencionó, la puesta en marcha de proyectos de desarrollo genera cambios en la cantidad y calidad del capital natural presente en la zona de influencia de los mismos. Es el caso de proyectos del sector energía, se interviene áreas considerables de territorios y por lo tanto, se impacta de forma directa la provisión de bienes y servicios ambientales. En la literatura se encuentran diferentes estudios que han evaluado los efectos de la realización de proyectos de generación de energía hidráulica, entre los que se mencionan los siguientes: pérdida de valores directos e indirectos de los recursos naturales en particular de las coberturas vegetales y bosque (Muramira, 2001; Panwar et al., 2010; Balakrishnan & Abraham, 1988; Lovett et al., 1997; Gou et al., 2007 y Barrow, 1988), afectación en los caudales (Loomis & Feldman, 1995; Jäger & Smith, 2008), impacto en el paisaje (Ponce et al., 2011) y efectos generales sobre los ecosistemas (Wang et al., 2009). Estos estudios permiten concluir que el desarrollo de proyectos hidroeléctricos genera alteraciones en el bienestar de poblaciones cercanas a las zonas de influencia de los diferentes proyectos, a partir de los cambios en las provisiones de bienes ambientales asociados a las obras de los respectivos proyectos. Dichos impactos sobre la cobertura boscosa, son, particularmente catalogados como irreversible, pues no es posible restituir las características de la cobertura, además de su efecto sobre las especies de fauna vinculada a las especies existentes de bosque (CEPAL, 2001).

La dinámica creciente en el desarrollo de proyectos de generación de energía hidráulica en Antioquia y Colombia, permite afirmar que la sociedad está expuesta a efectos adversos sobre la provisión de sus bienes y servicios ambientales. En este sentido, debe tomar decisiones de aprovechamiento de recursos naturales, entre la generación de energía eléctrica y otros usos alternativos (por ejemplo, la protección y

conservación de bosques y ecosistemas), lo que implicaría la realización de ACB. Así, investigar la incidencia económica y por tanto el impacto en el bienestar, desde el punto de vista económico de los impactos asociados a la generación de energía hidroeléctrica, puede llevar no solo a la generación de conocimiento importante alrededor de la problemática de asignación de recursos ambientales y el desarrollo de actividades de generación de energía y proyectos de desarrollo, sino también al establecimiento de bases de información y aspectos críticos desde el punto de vista social y económico, que pueda ayudar a soportar el análisis de viabilidad de futuros proyectos de generación de energía que se busquen implementar a nivel regional y nacional.

A nivel nacional, Antioquia es uno de los departamentos con mayor pérdida histórica de bosques y mayores tasas actuales de deforestación. Yepes et al., (2011) estimaron que entre los años 2000 y 2007 se deforestaron en Antioquia 176.950 ha, y sólo cerca de 2.227.819 ha permanecen cubiertas por bosques sin aparentes cambios en cobertura. Orrego (2009) estimó la cantidad de bosques remanentes al año 2000 para el departamento de Antioquia en aproximadamente un 7,2% con respecto al área total del departamento, un 35% en vegetación secundaria y una tasa promedio de deforestación para un período de 20 años (1980 a 2000) de 18.957 ha anuales. De conformidad con este escenario, mucho antes de finalizar este siglo los bosques del departamento podrían verse altamente afectados. Entre los agentes de la deforestación en Colombia se mencionan los agricultores, los ganaderos, el sector minero, sector energético y grupos armados (González et al., 2011; Rodríguez, 2011). Lo anterior, permite enfatizar en la importancia relativa que tiene el impacto en los bosques a partir de las obras asociadas a proyectos de desarrollo y a la participación del sector energético como actor en la deforestación del territorio.

En síntesis, el desarrollo de proyectos de infraestructura que impulsan el crecimiento del país y de la región es indispensable para el progreso económico del territorio. Para Antioquia, la dinámica de desarrollo de proyectos de infraestructura ha dirigido parte importante de su atención y recursos en la generación de energía hidroeléctrica, la

cual constituye una actividad alternativa para el aprovechamiento de los recursos naturales existentes, lo que implica decisiones de asignación de uso de recursos por parte de la sociedad. Es sabido que la construcción y operación de proyectos hidroeléctricos genera de forma inminente no solo beneficios económicos, sino costos ambientales que en alguna proporción recaen sobre la cobertura boscosa, que a su vez genera una serie de bienes y servicios ambientales a la sociedad. Por esta razón, es importante la realización de ACB con el objetivo de tomar decisiones socialmente óptimas de asignación de recursos. Esto trae consigo, de manera inherente, la necesidad de generar información sobre valores económicos de los recursos ambientales impactados. A partir de considerar las limitaciones de tiempo y de recursos que tienen los agentes tomadores de decisiones para la realización de nuevos estudios de valoración, la transferencia de valores económicos constituye una herramienta interesante para la estimación de valores ambientales de los recursos disponibles, técnicamente adecuados, de manera oportuna y de menores costos de aplicación. En consecuencia, es pertinente la realización de ejercicios de contrastación empírica que permita dar luces sobre la **viabilidad de la transferencia de valores económicos para la estimación de impactos sobre cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos en Colombia, tomando como caso de estudio la realización de un proyecto hidroeléctrico en el Departamento de Antioquia.**

4. Marco Teórico

El objetivo de la valoración económica desde el enfoque de la economía ambiental es el de asignar valores monetarios a cambios en los bienes, servicios o atributos que proporcionan los recursos naturales, independiente de si estos poseen mercado (los llamados bienes y servicios ambientales no mercadeables).

Para la valoración económica de impactos ambientales se tienen, en esencia, dos enfoques principales: i) El enfoque indirecto o de preferencias reveladas y, ii) El enfoque directo o de preferencias declaradas. El primer enfoque supone que si el recurso natural y/o ambiental guarda alguna relación de complementariedad y/o sustituibilidad con un bien de mercado, entonces, la información sobre el bien de mercado puede servir para estimar de manera indirecta el valor económico del recurso (Brasington, 2005, Uribe et al., 2003). De otro lado, el principal método, o el más usado, en el contexto del enfoque directo o de preferencias declaradas es el método de valoración contingente (VC). También se tienen los experimentos de elección, los modelos de ordenamiento contingente y de comparación de parejas, y los modelos de valoración de atributos ambientales conocidos con el nombre de *modelos conjoint* o de Análisis conjunto (Bateman et al., 2002; Hanley, Wright & Adamowicz, 1998).

Las metodologías antes mencionadas consideran que los bienes y servicios ambientales contienen valores que se asocian a su uso, a su sola existencia, a la posibilidad de generación de beneficios futuros para la comunidad y a otras características de carácter intrínseco (Uribe et al., 2003). Estos valores se agrupan en un concepto denominado Valor Económico Total, el cual se expone a continuación.

4.1. La teoría del valor económico total y la cuantificación de daños ambientales.

La economía ambiental propone el concepto de valor económico total para usar como marco conceptual en el diseño de las estrategias de valoración de activos ambientales y recursos naturales.

Según Freeman (2003), el valor económico total de un recurso natural y/o ambiental se puede expresar como la sumatoria de todos los valores presentes netos descontados, producidos por todos los flujos de bienes y servicios ambientales, para un período específico de tiempo. La anterior definición se sustenta en el hecho de que el medio ambiente es un sistema integrado de recursos donde todos sus componentes son utilizados simultáneamente en la producción de un conjunto de flujos de bienes y servicios ambientales. En este orden de ideas y en el marco del bien ambiental de interés para este estudio, un bosque contiene valores de uso y no uso.

En efecto, el valor económico total es equivalente a la suma de valores de uso más valores de no uso y se puede aproximar a partir de disposiciones a pagar de las personas que tienen algún tipo de preferencia por el medio ambiente (Hanemann, 1984). Las personas con disposición a pagar pueden ser usuarios o no usuarios actuales del recurso. Para el presente estudio, la definición de valor económico total permite comprender la estrategia de modelamiento de impactos ambientales que se propone en el marco de la aplicación del método de transferencia de beneficios y el método de valoración contingente.

Referente al concepto del valor económico total se debe tener en cuenta que este se representa como:

$$VET = VU + VNO \quad (1)$$

Donde, VET es el valor económico total, VU son los valores de uso que se dividen a su vez en valores de uso directo (VUD), valores de uso indirecto (VUI) y valores de opción (VO) (Munasinghe, 1992). De diferentes fuentes se presentan clasificaciones para valores de no uso (VNO), no obstante, es posible agruparlas en dos categorías como en el caso de valor de legado (VL), el valor de existencia (VE) (Pearce & Turner, 1990, 1993; Barbier et al., 1997; Bishop, 1999).

El VUD es la máxima disposición a pagar que tiene un individuo por utilizar hoy el medio ambiente en una actividad ya sea de consumo o productiva. En cambio, el VO es la máxima disposición a pagar que tiene un individuo por utilizar en el futuro el medio ambiente en una actividad ya sea de consumo o productiva. El VUI es la máxima disposición a pagar de un individuo por asegurar que el recurso natural y/o ambiental siga proveyendo la función ambiental de interés para la sociedad. El VE es el valor de existencia puro y representa la máxima disposición a pagar de un individuo por evitar que una especie o ecosistema desaparezca totalmente del planeta. El VL es la máxima disposición a pagar de un individuo por garantizar que el medio ambiente quede disponible para las futuras generaciones (Munasinghe, 1992).

Por otra parte, De Groot, Wilson & Boumans (2002) afirman que con el propósito de generar información que sea más útil para los procesos de toma de decisiones desde el punto de vista de políticas y programas ambientales, el VET también se puede interpretar en términos de la suma de valores ecológicos, valores socio-culturales más valores económicos. Según estos autores, los valores ecológicos tienen que ver con aquellos valores basados en la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas. Por otra parte, los valores socio-culturales son valores generados a partir de las percepciones culturales y de otros tipos de valores basados en el criterio de equidad. Por último, el valor económico estaría basado el uso que se le asigne al recurso basado en criterios de eficiencia y de costo-efectividad. El VET según estos autores, se justifica debido a que los flujos de bienes y servicios que provee el capital natural producen una serie de servicios de regulación, de hábitat, producción e información.

Desde el concepto de valor económico total asociado al bosque, se plantea que contiene gran cantidad de valores asociados a la diversidad de bienes y servicios que provee a la sociedad. Referente de los valores de usos directos, se menciona la madera, la leña, el carbón, semillas, actividades recreativas, y valores de no uso como regulación de caudales, protección de suelos y hábitat. La Tabla 1 presenta una compilación que muestra los valores económicos del bosque asociado a los valores de uso y no uso.

Tabla 1. Valor económico total en el contexto del bosque

Valor Económico Total =				
Valor de uso directo	Valor de uso		Valor de no uso	
	Valor de uso indirecto	Valor de opción	Valor de legado	Valor de existencia
1	2	3	4	5
Extractivos				
<ul style="list-style-type: none"> • Madera • Leña para combustible • Materiales construcción • Fruta • Plantas medicinales • Plantas aromáticas • Recursos genéticos • Producción • Cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de nutrientes • Protección de las cuencas • Captación y retención de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> • Usos futuros como 1 y 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Usos para generaciones futuras como 1, 2 y 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Bosques como objetos con valor intrínseco
No extractivos				
<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Investigación • Recreación • Paisaje • Hábitat 				

Fuente: Adaptado de Pearce (1993)

Según lo mencionado en la Tabla 1, se presentan valores asociados a los usos extractivos y no extractivos del bosque, para los cuales se pueden plantear diferentes métodos de valoración para abordar la estimación de los valores del bosque, como se plantea en la Tabla 2.

Tabla 2. Uso de los métodos de valoración económica

Usos	Metodologías Utilizables
Extractivo	<ul style="list-style-type: none">- Cambio en productividad- Métodos basados en costos- Precios de mercado
No extractivo	<ul style="list-style-type: none">- Costo de viaje- Precios hedónicos- Valoración contingente- Transferencia de beneficios

Fuente: adaptado de Jäger et al., (2001)

Para usos no extractivos del bosque se plantean metodologías tanto de preferencia revelada como de preferencia declarada y se encuentran en la literatura múltiples ejercicios. En la siguiente sección se ampliará los comentarios alrededor de ejercicios de estimación sobre los diferentes valores del bosque, desde la perspectiva de diferentes metodologías de valoración económica.

4.2. Valoración económica del bosque y sus servicios asociados.

La importancia de los bosques para el bienestar de la humanidad es indiscutible. Desde la provisión de bienes y servicios, el bosque impacta la vida humana conteniendo diversos valores de uso y no uso. Según Daily (1997), los servicios ecosistémicos de los bosques se consideran como procesos y condiciones que sirven de soporte de la vida humana. A partir de la evidente relevancia del recurso boscoso, se han incrementado las iniciativas de conservación de este recurso. Sin embargo, los requerimientos de expansión de los sectores económicos y la economía en general, requieren la construcción de infraestructuras que afectan la cobertura boscosa y reduce el área disponible para la provisión de sus servicios, y como se comentó en los capítulos 1 y 2, haciendo alusión a la infraestructura hidroeléctrica, como un claro agente de afectación de los bosques.

La necesidad de conocer qué beneficios del bosque son valiosos para la sociedad es importante y necesario para el diseño de programas de manejo y decisiones de uso de las áreas boscosas (Riera et al., 2012; Barrio & Laureiro, 2010; Elsasser et al., 2009; Stengera, Harou & Navrud, 2009; Escobar & Erazo, 2006). En este sentido los esfuerzos por estimar los valores económicos de los bienes y servicios de los bosques, son tema de interés, aún más en países con extensiones generosas de cobertura boscosa, como es el caso de Colombia y la región antioqueña.

La cantidad de estudios empíricos de valoración económica de bienes y servicios ambientales es numerosa. En particular, de la valoración económica del bosque es posible encontrar trabajos alrededor de la conservación de áreas boscosas, las posibilidades recreativas del bosque (Bergen & Löwenstein, 1992; Nielsen, 1992, 1991), la conservación de hábitat y biodiversidad (Normandin, 1998; Durand & Point, 2000; Montagné & Stanger, 2006; Escobar & Erazo, 2006), la conservación del paisaje (Chassany & Noublanche; 1998; Ponce et al., 2011). Se plantea que, si bien la presencia de estudios empíricos sobre valoración económica de bosques es abundante, la valoración de impactos sobre el bosque como pérdida de cobertura boscosa no lo es de igual manera. Desde las metodologías de valoración, los métodos de costos de viaje y valoración contingente son los más frecuentemente empleados, de esta última metodología, se encuentran estudios que incluso tratan el tema particular de impactos sobre el bosque y la estimación de los mismos (Ponce et al., 2011; Gunawardena, 2010; Han, Kwak & Yoo, 2008; Tao Yan & Zhan, 2012)

Desde el método de transferencia de beneficios, la posibilidad de encontrar estudios que se aproximen al valor económico del bosque es más reducida. Sin embargo, la transferencia de beneficios mediante meta-análisis se encuentran algunas aproximaciones (Barrio & Loureiro, 2010; Matthews, Hutchinson & Scarpa, 2009; Schaafsma et al., 2012). El tema de recreación como uno de los flujos de servicios asociados a la cobertura boscosa, resalta entre las temáticas tratadas.

En la siguiente sección, se ampliará el tema de valoración económica desde las aproximaciones asociadas al método de transferencia de beneficios, de tal manera que sea posible visualizar las herramientas que permite la metodología para la aproximación del valor económico del bosque.

4.3. Valoración económica de bienes ambientales y la transferencia de beneficios

La creciente necesidad de valorar económicamente los recursos ambientales impulsó a los economistas a desarrollar métodos cuyo objetivo es estimar los beneficios económicos derivados de conservar los recursos naturales y de preservar la calidad ambiental, así como el cálculo de las externalidades generadas sobre los bienes y servicios ambientales (Mitchell & Carson, 1989).

El objetivo de este capítulo es describir la teoría de la valoración de bienes ambientales y explicar detalladamente el método de transferencia de beneficios. Se explica el método de transferencia de beneficios, detalla el conjunto de aproximaciones existentes, discute las ventajas y desventajas de cada metodología y define los pasos necesarios para llevar a cabo una transferencia de beneficios válida.

La literatura económica ha desarrollado un marco teórico para derivar el valor de los bienes ambientales. Los bienes ambientales, según asume dicha teoría, determinan el bienestar de los individuos y, por ende, son un elemento adicional de la función de utilidad. Una variación en la oferta del bien ambiental genera un cambio en la función de utilidad lo cual implica pérdidas o ganancias de bienestar. El valor social de los bienes ambientales será entonces la suma de los valores individuales, es decir la suma de las pérdidas o ganancias de bienestar (Bockstael & McConnell, 1999).

Considere un bien ambiental b y un vector de bienes de mercados x . La función de utilidad del individuo es igual a $U(x, b)$. El individuo maximizará la función de utilidad sujeto a una restricción de presupuesto:

$$\text{Max } U(x, b) \text{ sujeto a } y = px \quad (2)$$

donde y representa el ingreso y p un vector de precios. La función indirecta de utilidad, es decir la utilidad en función de los precios y el ingreso, está definida como $v(p, b, y)$.

Una variación en la oferta del bien ambiental de b_0 a b_1 ocasiona cambios en el bienestar del individuo. La variación compensada (VC) mide este cambio en utilidad en términos monetarios, y representa la cantidad de dinero necesaria para que el individuo permanezca en el nivel de utilidad anterior a la variación en la oferta del bien ambiental:

$$v(p, b_0, y) = v(p, b_1, y - VC) \quad (3)$$

La variación compensada refleja el valor económico del bien ambiental, asumiendo que el individuo tiene derecho al nivel inicial de calidad ambiental. Para estimar la variación compensada, la economía ambiental ha desarrollado dos conjuntos de métodos. El método de preferencias reveladas asume que cambios en la oferta de bienes ambientales inducen cambios en el comportamiento observado de los individuos. El cálculo de la variación compensada se basará entonces en estimaciones que relacionan variaciones en el comportamiento de los consumidores con la oferta ambiental (Bockstael & McConnell, 1999). Como se mencionó antes, se cuenta con métodos de valoración para calcular las pérdidas o ganancias en bienestar por cambios en la oferta de bienes ambientales. La aplicación de estos métodos es, sin embargo, costosa y dispendiosa puesto que requiere recolectar información de fuentes primarias y, además, el proceso de recolección de información y estimación toma un tiempo considerable (Osorio, 2006).

Estimar el aporte económico del bosque con base en los métodos de valoración económica descritos anteriormente requeriría de una fuerte inversión presupuestal y de un largo periodo de tiempo ya que sería necesario realizar encuestas para cada uno de las zonas a evaluar o zonas de estudio, partiendo del empleo de una metodología de

preferencias declaradas. Una alternativa interesante para calcular los beneficios ambientales del bosque sería entonces la transferencia de beneficios.

4.4. Transferencia de beneficios

La transferencia de beneficios es la adaptación de información derivada desde una investigación original para la aplicación de ésta en un contexto diferente de estudio (Rosemberger & Loomis, 2006). Este método permite evaluar el impacto de políticas ambientales cuando no es posible aplicar directamente técnicas de valoración, debido a restricciones presupuestarias y temporales, entre otras. Implica la transferencia del beneficio económico estimado de un sitio en el cual se ha realizado un estudio –sitio de estudio-, a un sitio de interés –sitio de política o de intervención-(Osorio, 2006). Los valores económicos derivados de la transferencia de beneficios constituyen una aproximación funcional y eficiente para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios o costos de adoptar una política o programa (Richardson et al., 2014).

Para una correcta aplicación de la transferencia de beneficios y el logro de resultados robustos y ajustados, es necesario considerar algunos aspectos. Boyle & Bergstrom (1992) proponen tres criterios a considerar: i) el bien de no mercado sujeto a valoración debe ser lo más idéntico posible entre el sitio de política y el sitio de estudio; ii) las poblaciones afectadas por el bien de no mercado deben tener características similares y; iii) los derechos de propiedad presentes en el sitio de política y el sitio de estudio, deben permitir la estimación de la misma medida de bienestar. La consideración de estos criterios permite obtener resultados de la transferencia, con aceptables niveles de validez (Loomis & Rosemberger, 2006).

La calidad de las aproximaciones desde la transferencia de beneficios depende en buena medida de la validez de los estudios de referencia utilizados para realizar la transferencia de beneficios y la metodología utilizada. Las desventajas potenciales del método son cuatro: i) la calidad de los estudios originales determina la confiabilidad

del resultado de la transferencia, ii) la valoración de ciertos bienes ambientales cuenta con un número reducido de estudios lo cual restringe el espectro de información, iii) los estudios de valoración ambiental no están diseñados para realizar transferencia de beneficios lo que redundaría en dificultades para transferir valores del sitio de estudio al sitio de intervención (Rosenberger & Loomis, 2000). iv) los estudios de transferencia de beneficios solo se deben aplicar cuando la necesidad de precisión en las medidas de bienestar es baja (Navrud & Bergland, 2001). En consideración a los anteriores antecedentes, la identificación de los pasos a seguir para la aplicación de la metodología es importante ya que permite reconocer el procesamiento adecuado de aplicación y reducir las posibles fallas en el proceso.

4.4.1. Pasos para la transferencia de beneficios

La validez de los estudios de transferencia de beneficios se basa en la calidad del conjunto de estudios existentes y en la similitud entre el sitio de estudio y el sitio de política, además de los lineamientos ya mencionados. Para asegurarse de cumplir con dichos requisitos, la aplicación de un estudio de transferencia de beneficios debe cumplir con los pasos siguientes (USDA, 2001):

- a. Identificar el recurso o servicio objeto de la valoración: El primer paso requiere la identificación del recurso natural o servicio a evaluar y caracterizar la naturaleza del incremento o reducción de oferta ambiental (p. ej. incremento en el caudal de agua). Es recomendable enumerar todos los beneficios económicos del recurso o servicio y establecer el nivel de la oferta ambiental en el sitio de estudio y el sitio de intervención.

- b. Identificar los estudios potenciales relevantes para el ejercicio: Para llevar a cabo el segundo paso, es necesario realizar una extensa revisión de bibliografía. Ello significa identificar estudios que valoran recursos o servicios similares a aquellos del sitio de intervención.

c. Evaluar la aplicabilidad de los estudios existentes: El tercer paso debe revisar cuidadosamente los estudios identificados para establecer si sus medidas de beneficios son transferibles al sitio de intervención. Con el fin de aplicar los resultados de los estudios existentes, es necesario que la naturaleza de los recursos o servicios evaluados en el sitio de estudio sean comparables con los recursos o servicios del sitio de intervención. Las siguientes cuatro características deben cumplirse en un ejercicio adecuado de transferencia de beneficios:

i. Los estudios base de la transferencia de beneficios deben ser de alta calidad, es decir es imprescindible que sus datos sean adecuados y que los métodos económicos, así como las técnicas empíricas sean correctas.

ii. Las características del recurso o servicio valorado y de la población que lo valora deben ser similares en el sitio de estudio y el sitio de intervención. Algunas características que deben guardar similitud entre el sitio de estudio y el sitio de intervención son:

- Sitios sustitutos
- Área geográfica
- Características socio-demográficas (p. ej. Edad, ingreso y educación); y

iii. El tamaño del mercado, es decir la población beneficiada por la existencia del recurso, debe ser similar en el sitio de estudio y en el sitio de intervención.

iv. La asignación de los derechos de propiedad del recurso ambiental en el sitio de estudio y el sitio de intervención debe ser igual con el propósito de utilizar la misma medida de bienestar (p. ej. disponibilidad a aceptar o disponibilidad a pagar).

d. Llevar a cabo la transferencia de beneficios: En el último paso se calculan los beneficios con base en los métodos descritos.

Se plantean tres enfoques para realizar una transferencia de beneficios: i) Transferencia de valores de tendencia central, ii) Transferencia de funciones y iii) Meta-análisis (Richardson et al., 2014; EPA, 2005; Rosenberger & Loomis, 2003). Los métodos de transferencia de valores adaptan una medida de bienestar de un solo estudio o una medida estadística de un conjunto de estudios, tal como la media, al sitio de intervención. La transferencia de funciones implica la transferencia de una función de beneficio o de demanda de un sitio de estudio y una regresión de meta-análisis, sintetiza los resultados de varios estudios, así, incluye dentro de su desarrollo variables encontradas a través de estudios empíricos o un conjunto de estudios al sitio de intervención (Osorio, 2006; Rosenberger & Loomis, 2000; Boyle & Bergstrom, 1992).

4.4.2. Transferencia de valores de tendencia central

Este tipo de transferencia asume que el valor marginal para un individuo promedio en un sitio de estudio, es similar al valor ambiental promedio para un individuo en un sitio de política, lo que posibilita transferir la disposición a pagar media (DAP) estimada del sitio de estudio al sitio de política (Navrud & Ready, 2007). La selección de este valor unitario, puede estar basado en estimaciones de uno o pocos estudios de valoración considerados con características cercanas a las presentes en el sitio de política, o basados en valores promedio de la revisión de literatura existente (Rosenberger & Loomis, 2003).

Los problemas inherentes a la transferencia de valores unitarios están asociados a las diferencias en las características socioeconómicas (ingreso, educación, entre otras) de los individuos en el sitio de política, versus los individuos en el sitio de estudio. También, en la dificultad de definir las unidades en las que está el valor a transferir, el cual depende de las características y las condiciones espaciales del sitio de estudio, situación que se presenta de manera común, al aplicar transferencia de valores económicos (Rosenberger & Lommis, 2003). Comúnmente para mitigar esta limitación, se desarrollan dos estrategias: 1. Determinar la elasticidad ingreso de la DAP para las unidades evaluadas y 2. Elegir una tasa de cambio que permita representar el valor estimado en la misma moneda (Walsh, Johnson & McKean, 1992).

En síntesis, se menciona que la transferencia de valores consta de dos métodos: (i) la transferencia de beneficios de un único estudio; y (ii) la transferencia de un valor promedio de varios estudios. La transferencia de los beneficios de un único estudio se basa en un solo estudio relevante para el sitio de intervención. La transferencia de un valor promedio aproxima los beneficios del sitio de intervención con base en un conjunto de estudios relevantes y aplicables para el caso en cuestión y calcula la medida de los beneficios con un momento estadístico como la media o la mediana (Richardson et al., 2014). Los pasos para realizar las dos metodologías se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Pasos para la transferencia de valores unitarios o de tendencia central

Transferencia de beneficios de un único estudio	Transferencia de un valor promedio
a. Identificar el recurso o servicios afectados por la acción ambiental propuesta.	a. Identificar el recurso o servicios afectado por la acción ambiental propuesta.
b. Realizar una revisión bibliográfica extensa	b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.
c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.	c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.
d. Seleccionar una medida de bienestar de uno de los estudios analizados.	d. Calcular la media, mediana e intervalos de confianza del 95% para los beneficios provistos en los estudios relevantes.
e. Transferir la medida de los beneficios y agregar la medida para la población beneficiada.	e. Agregar los beneficios para el total de la población beneficiada.

Fuente: Rosemberger & Loomis (2000)

Los pasos sugeridos por Rosemberger & Loomis (2000) están en concordancia con USDA (2001) y otros autores (Smith et al., 2002; Richardson et al., 2014).

4.4.3. Transferencia de funciones

Este procedimiento permite usar más información sobre las diferencias entre el sitio de política y el sitio de estudio (Osorio, 2006). El valor económico de un recurso ambiental, puede estimarse mediante la utilización de diferentes metodologías: preferencias reveladas, costo de viaje (CV), precios hedónicos (PH) y preferencias declaradas, valoración contingente (VC), experimentos de elección (EE). Para algunas de estas metodologías una función de beneficio estimada es:

$$DAP_{ij} = f(G_j, H_i) \quad (4)$$

Donde DAP_{ij} es la disposición a apagar del individuo i para un bien ambiental en un sitio j , G_j son las características ambientales del bien en el sitio j y H_i son las características del individuo i . Alternativamente, la función de beneficio puede predecir la DAP media para el individuo en el sitio j basada en la medida agregada para H_i .

Para implementar este procedimiento, se analiza los estudios existentes en la literatura con estimaciones para los parámetros de la función de DAP , se recolecta los datos para los grupos de variables G y H en el sitio de política descritas en la ecuación (3), y calcular la DAP de la población en el sitio de política (Rosemberger & Loomis, 2003).

Las aplicaciones del método de transferencia de beneficios para la valoración económica de bosques son reducidas, y para la valoración de impactos en bosques asociados a proyectos hidroeléctricos, aún más. Sin embargo, Adger et al., (1995), Pearce & Pearce (2001), Macías (2010) y Figueroa (2009, 2010) han desarrollado estudios de transferencia aplicados a valoración del bosque, para la estimación del valor económico total de bosque, valoración de los servicios ecosistémicos, y valor de los servicios provistos por parques naturales. Los anteriores estudios permiten plantear que la transferencia de valores económicos del bosque ha sido empleada en diferentes contextos. Cabe resaltar, que no se encuentran estudios de transferencia de beneficios alrededor de los impactos de infraestructuras específicas sobre cobertura boscosa. Por lo que el presente trabajo constituye una primera aproximación al tema específico, mediante la metodología de transferencia de beneficios.

4.4.4. Meta-regresión ó meta-análisis

El **meta-análisis**, emplea el procedimiento descrito en la transferencia de funciones con respecto a la determinación de los parámetros estimados en los estudios, sin embargo, procede a aplicar regresión sobre los parámetros determinados de una

síntesis de estudios. Esta alternativa está igualmente sujeta a la disponibilidad de estudios sobre la temática específica (Richardson et al., 2015).

Así, la meta-regresión tiene por objetivo establecer la influencia de factores metodológicos y de características de los sitios de estudio sobre las medidas de beneficio estimadas para la determinación del valor económico del bien o servicio ambiental. La ecuación estimada se puede utilizar para aproximar un beneficio para el sitio de intervención. Los pasos necesarios para llevar esta técnica coinciden con los pasos mencionados en la Tabla 3, no obstante, se menciona que la cantidad de estudios a emplear en el ejercicio deben ser abundantes, tanto que permita generar variabilidad de coeficientes y datos requeridos para la estimación de las funciones. Esto implica una revisión aún más exhaustiva de los estudios a transferir y la obtención de datos puntuales sobre el sitio de política, alrededor de las características sociodemográficas de la población localizada en el sitio.

En particular, la meta-regresión habitualmente implica: i) Reunir los estudios disponibles que valoran un servicio eco-sistémico en particular, ii) Se codifican los resultados de los estudios en términos de DAP por unidad, las características del sitio de estudio (calidad o cantidad de los servicios proporcionados por el ecosistema, condición pública o privada del terreno que genera el bien o servicio), atributos metodológicos del estudio (metodología de valoración, tipo de valor estimado, modo de encuesta, formato de pregunta) e información demográfica de las poblaciones originales del estudio, iii) Estimar un modelo de DAP por unidad (para un año específico) como variable dependiente y, con características del sitio de estudio, atributos metodológicos y variables socioeconómicas como variables independientes (Richardson et al., 2015).

En ausencia de estudios que se ajusten perfectamente con el contexto de política, la aplicación de transferencia por meta-regresión permite la construcción de una estimación de valor económico, particular para el sitio de política, basada en las relaciones empíricamente derivadas entre variables dependientes e independientes

de un amplio número de observaciones (Richardson et al, 2015). Las características del estudio serían menos problemáticas ya que la función de meta-regresión está en capacidad de explicar explícitamente el efecto de las variables explicativas sobre el valor estimado (Rosemberger & Stanley, 2006).

4.5. Comparación de la transferencia de valores y la transferencia de funciones

Los datos existentes parecen ser el principal determinante al momento de escoger el método de transferencia de beneficios a utilizar. Los métodos de transferencia de valores revisten de una mayor sencillez y pueden ser más adecuados cuando hay un número reducido de estudios base. Sin embargo, estos métodos asumen que el sitio de estudio y el sitio de intervención son similares y, por ende, es posible transferir el valor sin ajustarlo de acuerdo a las particularidades de cada sitio (Rosemberger & Loomis, 2003). La transferencia de valores no es adecuada cuando se transfieren valores entre países con distintos niveles de ingreso y calidades de vida divergentes sin tomar medidas de ajuste sobre los cambios inflacionarios de las medidas de bienestar estimadas y los niveles de ingresos (Navrud & Bergland, 2001).

De otro lado, los métodos de transferencia de funciones permiten controlar por diferencias en el sitio de estudio y el sitio de intervención (Shrestha & Loomis, 2001). Ello significa que la medida de beneficios estaría acorde con las peculiaridades del sitio de intervención. La principal desventaja de la transferencia de funciones es el enorme requerimiento de datos. Por lo general, los estudios publicados no contienen información suficiente acerca de las características del recurso o servicio valorado y las características socioeconómicas de la población (Navrud & Bergland, 2001).

En conclusión, la literatura provee evidencia de la validez y uso recurrente del método de transferencia de beneficios para la aproximación de valores económicos de bienes y servicios ambientales. La elección de aplicación de los diferentes enfoques depende de la disponibilidad de estudios que permitan llevar a cabo la transferencia. La

literatura afirma que la precisión de las estimaciones logradas mediante la transferencia de beneficios por transferencia de funciones y meta-regresión es mayor que el logrado a partir de la transferencia de medidas de tendencia central, ya que las diferencias entre el sitio de estudio y el sitio de política pueden explicarse explícitamente (Loomis, 1992; Rosemberger & Stanley, 2006). Sin embargo, investigaciones y análisis recientes sugieren que el grado de correspondencia entre el sitio de estudio y el sitio de política tienen un gran efecto en la mejora de la precisión de una transferencia de funciones o metra-regresión, en contraste con la transferencia de valores de medida de tendencia central. Esto permite afirmar que una transferencia por medidas de tendencia central puede ser más apropiada en comparación con otros enfoques, si el contexto de los sitios de estudio y de política son lo suficientemente similares, mientras que la transferencia de funciones puede producir errores menores para sitios con mayores diferencias (Bateman et al., 2011; Brouwer, 2000; Barton, 1999; Navrud & Ready, 2007).

Posterior a la revisión y análisis de las variantes en la aplicación del método de transferencia de beneficios, tras haber aplicado los pasos sugeridos en la literatura y evaluado la poca disponibilidad de estudios para llevar a cabo la aplicación empírica del método, para este estudio se ha elegido la transferencia de valores de tendencia central como el enfoque indicado para la aproximación al valor económico de la pérdida de paisaje asociado al bosque. La aplicación empírica, así como el detalle del procedimiento de elección de estudios y demás justificaciones alrededor del uso del método de transferencia, se consideran a continuación.

4.6. Test de validez/viabilidad para transferencia de beneficios

Diferentes estudios han estimado el test de viabilidad que permite contrastar la validez de las estimaciones obtenidas mediante el método de transferencia de beneficios, tanto para transferencia de valores unitarios, como para transferencia de funciones (Loomis, 1992; Parsons & Kealy, 1994; Brouwer & Spaninks, 1999, Rosemberger & Loomis, 2000). Una estrategia metodológica factible de utilización

para contrastar la validez de las estimaciones, asume que el valor real en el trabajo base o desarrollado en un sitio de estudio, no es observable. Sin embargo, es posible aproximarse a su valor mediante la realización de un estudio que calcula el valor económico del bien ambiental, como una aproximación al valor real del activo (Rosemberger & Phipps, 2007). Por notación se plantea que V^p es el valor real (no observable) del bien ambiental y V_{pp} es el valor aproximado, estimado mediante un estudio en el sitio de política, mientras V_{ss} representa el valor estimado con un estudio en un sitio diferente. Ahora, cuando V_{ss} se transfiere a un sitio de política se convierte en un valor de transferencia V_{ps} .

$$V_{ps} = V^p + \delta_{ps} \quad (5)$$

donde δ_{ps} es el error asociado con la transferencia de beneficios del sitio i al sitio j , donde j , es un sitio de política. Rosemberger & Phipps (2007) sugiere que el test empírico de viabilidad, desea estimar la precisión con la cual V^p , es estimado mediante V_{ps} y se calcula como la diferencia porcentual entre V_{ps} y V_{pp} :

$$\% \Delta V_{ij} = [(V_{ps} - V_{pp}) / V_{pp}] * 100 \quad (6)$$

es decir, como la diferencia entre el valor del bien ambiental obtenido mediante un estudio en el sitio de política y el valor obtenido mediante la transferencia desde otro sitio.

Al tener las ecuaciones (5) y (6), se concluye que la medida de convergencia de viabilidad es $\delta_{ps} / V_{pp} * 100$ que es igual a $\% \Delta V_{ij}$. Ahora δ_{ps} contiene dos sucesos que pueden explicar el error en la transferencia: i) Diferencias en las características de un sitio de estudio a un sitio de política y; ii) errores asociados a la estimación de V^p mediante V_{pp} (Woodward & Wui, 2001; Rosemberger & Phipps, 2007). Considerar cualquiera de los dos errores típicos que explican el error de transferencia que se

calcula mediante este test, dependen de las particularidades del ejercicio de transferencia y de los sitios de estudio (Navrud & Ready, 2007).

La bibliografía asociada a test de estimación del error de transferencia o test de viabilidad es reducida. No obstante, se encuentra en la literatura aplicaciones específicas que sirven de referencia. La Tabla 4 relaciona algunos estudios desarrollados y la aplicación empírica de las pruebas de viabilidad y cálculo del error de transferencia.

Tabla 4. Estudios que estiman error de transferencia o test de viabilidad

Autor	Título del estudio
Brouwer & Spaninks (1999)	<i>The validity of environmental benefits transfer: further empirical testing</i>
Brouwer (2000)	<i>Environmental value transfer: state of the art and future prospects</i>
Morrison et al. (2014)	<i>Choice modeling and tests of benefit transfer</i>
Muthke & Mueller (2004)	<i>National and international benefit transfer testing with a rigorous test procedure</i>
Kristofersson & Navrud (2005)	<i>Validity tests of benefit transfer – ¿are we performing the wrong tests?</i>
Spash & Vatn (2006)	<i>Transferring environmental value estimates: issues and alternatives</i>
Wilson & Hoehn (2006)	<i>Valuing environmental goods and services using benefit transfer: the state-of-the art and science</i>
Zandersen et al., (2007)	<i>Testing benefits transfer of forest recreation values over a twenty-year time horizon</i>
Navrud & Ready (2007)	<i>Environmental value transfer: issues and methods</i>
Colombo et al. (2007)	<i>Testing choice experiment for benefit transfer with preference heterogeneity</i>
Eshet et al. (2007)	<i>Exploring benefit transfer: disamenities of waste transfer stations</i>
Colombo & Hanley (2008)	<i>How can we reduce the errors from benefits transfer? An investigation using the choice experiment method</i>

Tabla 4. (Continuación...)

Bateman et al. (2011)	<i>Making benefit transfers work: deriving and testing principles for value transfers for similar and dissimilar sites using a case study of the non-market benefits of water quality improvements across Europe</i>
Kaul et al. (2013)	<i>What can learn from benefit transfer errors? Evidence from 20 years of research on convergent validity</i>

Fuente: elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, la Tabla 4 presenta estudios sobre transferencia de beneficios y la estimación del error asociado a las estimaciones logradas con tal método. A partir de los estudios consultados, se observan dos aproximaciones teóricas en la forma de estimación del error de transferencia. De un lado están los tests de viabilidad donde se plantea como hipótesis nula la igualdad entre el valor estimado en el sitio de estudio y el transferido al sitio de política, si se rechaza la hipótesis nula, se asume la existencia de un error y se pasa a estimar la diferencia entre el valor estimado y el transferido (Brouwer & Spanink, 1999; Brouwer, 2000). De otro lado, se asume que el valor económico logrado mediante la transferencia del sitio de estudio al sitio de política más un error, es igual al valor estimado en el sitio de política. Para esta aproximación, se estima la diferencia entre el valor estimado y el transferido (Brouwer, 2000; Morrison et al., 2002; Muthke & Mueller, 2004; Kistofersson & Navrud, 2005; Navrud & Ready, 2007; Colombo et al., 2007; Colombo & Hanley, 2008).

Se concluye a partir de los estudios mencionados en la Tabla 4, que existe en la literatura una expresión general empleada para el cálculo del error de transferencia de beneficios, dicha expresión coincide con la ecuación (6). Consecuente con lo anterior, se calcula para el presente ejercicio de estimación de transferencia de valores por medidas de tendencia central, el error de transferencia mediante la aplicación de la ecuación (6), método de estimación sugerido por Brouwer (2000), Morrison et al., (2002), Kistofersson & Navrud, (2005), Colombo & Hanley (2008), entre otros autores.

Con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos mediante la metodología de transferencia de beneficios, se aplica el método de VC desde una perspectiva ex-ante para la valoración económica de la pérdida del paisaje asociado a la cobertura boscosa.

5. Aplicación transferencia de beneficios

Teniendo en cuenta la poca disponibilidad de estudios sobre el tema, en la presente investigación se desarrolla la transferencia de beneficios bajo el enfoque de medidas de tendencia central, para la estimación del valor económico del impacto de un proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, sobre la cobertura boscosa, en particular, alrededor de uno de sus usos extractivos (valor escénico o componente paisajístico). Como se mencionó en el capítulo 4 del presente documento, el bosque contiene diversidad de usos, entre los que se diferencian maderables y no maderables, además de mencionar la existencia de valores de uso y no uso contenidos en el recurso. Así, la intervención de un proyecto de infraestructura (proyecto hidroeléctrico), al constituir una alternativa de utilización del uso del suelo, rival con la conservación de la cobertura boscosa, reduce el área de bosque disponible en la zona de intervención del mismo y afecta la provisión de los bienes y los servicios. En particular, reduce el valor económico del bosque asociado al componente paisaje, al reducir el área disponible del recurso en la zona.

El sitio de política que se toma para la transferencia está ubicado en el departamento de Antioquia, puntualmente en los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare (con énfasis en las áreas rurales), los cuales constituyen el área de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II. Estos municipios cuentan con una población alrededor de los 45.657 habitantes (DANE, 2005; Integral, 2012). Las actividades económicas de la región son habitualmente agrícolas, con alguna participación pequeña del turismo. Además, se resalta un creciente desarrollo de proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico en la zona propia y cercana (ver Figura 1).

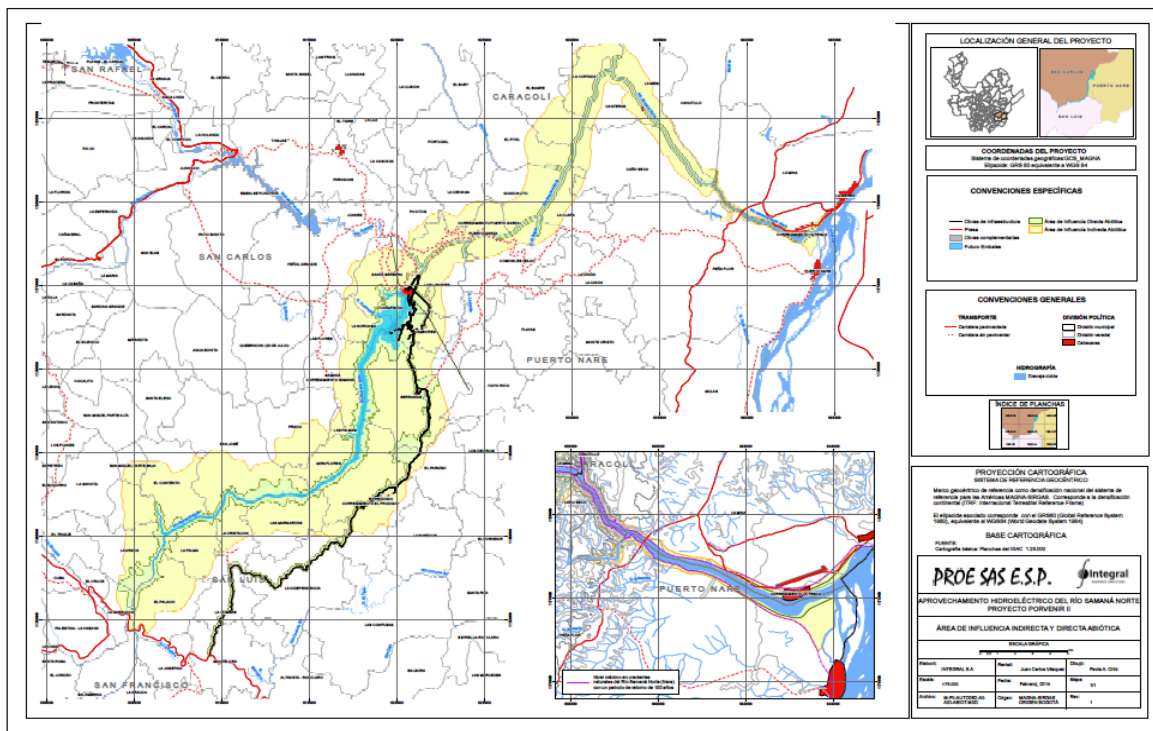


Figura 1. Mapa de zona de influencia, proyecto aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II. Fuente: (Integral, 2012)

En los municipios en mención se presentan áreas de bosque cuya relación con la población está vinculada alrededor de desarrollo de actividades de contemplación del paisaje, recolección de leña y actividades de recreación pasiva, ya que no se realizan actividades de explotación maderable (Integral, 2012; Anuario Estadístico de Antioquia, 2014). Esta situación permite considerar el valor económico del paisaje como un componente importante en el concepto de VET del bosque en el sitio de política.

Con respecto al proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II, considera una área de influencia directa que abarca una área de 10.453,7 hectáreas (ha) las cuales se extienden en el territorio de los municipios en mención, y cuenta con una potencia de generación de 352 MW², con la cual se pretende utilizar los caudales del río Samaná Norte para generación de energía eléctrica aprovechando las bondades

² Para fines de 2016, la capacidad neta instalada de generación eléctrica en Colombia era de 16,594.52 MW (tomado de <http://www.xm.com.co/Pages/DescripcionDelSistemaElectricoColombiano.aspx>).

hídricas, topográficas y geológicas, para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Porvenir II (Integral, 2012).

La construcción de la represa necesaria para Porvenir II, generará importantes efectos sobre la cobertura boscosa de la zona afectando alrededor de 1.248 hectáreas de bosque, lo cual tiene efectos adversos en el marco de provisión de bienes y servicios de este, en particular el componente de paisaje.

Se reafirma entonces que el objetivo de la transferencia es estimar valores de referencia que den razón del valor económico del impacto paisajístico en la cobertura boscosa, presente en la zona de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico ya mencionado.

5.1. Selección de estudios para la transferencia de beneficios

Para la transferencia de beneficios fue necesaria la revisión de bases de datos en búsqueda de estudios que estimaran el valor económico de la pérdida de bosques por intervención de proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico. Las bases de datos consultadas fueron: EVRI, Science Direct, Springer Journal, EBSCO, Econlit, Jstor, entre otros. Como resultado de la búsqueda en bases de datos se identificaron 103 artículos de investigación relacionados con la temática alrededor de intervenciones específicas sobre cobertura boscosa, de los cuales 46 hacen referencia explícita a la valoración económica del recurso bosques bajo diferentes escenarios, principalmente, conservación de la cobertura boscosa e impactos de infraestructuras sobre los valores del bosque. De éstos, se seleccionaron 20 que evalúan el impacto de intervención sobre el bosque y sus atributos, de los cuales 5 de enfocan en pérdida de paisaje, por lo que se identificaron como adecuados por las características de los estudios y las zonas de aplicación, ya que concebían la estimación de la pérdida de valor económico del bosque a partir de la intervención de proyectos hidroeléctricos y centran su atención en el componente paisaje. Así, son de interés para la transferencia de valores.

En la selección de los estudios elegidos para la transferencia, se consideraron los siguientes criterios considerados en la literatura y a partir de las sugerencias de Boyle & Bergstrom (1992), Rosemberger & Loomis (2000), USDA (2001), Loomis & Rosemberger (2006) y Richardson et al. (2015): i) Medida de bienestar estimada (unidad marginal DAP del hogar por mes); ii) Aplicación de preferencias declaradas para la valoración económica del impacto; iii) Formato de encuesta aplicada; iv) Similitud con el sitio de política (tipo de intervención e impacto evaluado); v) Modelo econométrico empleado para la estimación de los valores económicos; vi) Zona de desarrollo de la intervención (el proyecto afecta una zona rural o urbana); vii) Área de afectación directa. A partir de estos criterios de decisión, se reitera la posibilidad de uso de 5 estudios para la transferencia de beneficios. Estos estudios se desarrollaron en diferentes partes del mundo (ver Tabla 5).

Tabla 5. Estudios seleccionados para la transferencia de valores económicos

Estudio	País	Periodo del estudio
Han, Kwak & Yoo (2008)	Corea	2002
Correa, Osorio & Mendieta (2010)	Colombia	2010
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	2003
Ponce et al. (2011)	Chile	2004
Tao, Yan & Zhan (2012)	China	2010

Fuente: elaboración propia

De los anteriores estudios se identificaron las DAP estimadas como valor económico del impacto generado por el desarrollo de proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico sobre el recurso bosque, donde el atributo del bosque que se evalúa fue principalmente la pérdida de belleza escénica o pérdida de paisaje derivada de la intervención del proyecto hidroeléctrico. Las principales estimaciones de DAP y datos relevantes de los estudios, se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. DAP estimada por estudios seleccionados

País del estudio	Periodo del estudio	DAP media hogar/mes	Unidad Monetaria	Método*	Zona de afectación (R/U) **	No. encuestas
Corea	2002	\$2.542	Won	VC	R	805
Sri Lanka	2003	\$342	Rupias	VC	R	229
Chile	2007	\$4.997	Chil Pesos	VC	R	651
China	2010	\$20	Yuan	VC	R	200
Colombia	2010	\$3.527	Col pesos	VC	R	250

*(VC) Valoración Contingente

**Rural (R), Urbana (U)

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los estudios considerados para la transferencia de beneficios se ubican en diferentes países, situación que afecta la estimación del valor económico a través de este método. Ante esta situación, autores como Muthke & Holm-Mueller (2004) Colombo, Calatrava & Hanley (2007), Colombo & Hanley (2008), Figueroa & Pasten (2010) y Wilson & Hoehn (2006), sugieren la utilización de medidas de ajuste como la paridad de poder adquisitivo (PPA), con el fin de lograr la comparación de los valores estimados por estudios seleccionados y finalmente emplearlos para la transferencia, obteniendo resultados aptos para la transferencia (Muthke & Holm-Mueller, 2004).

Siguiendo la sugerencia de la literatura, se ajustan los valores de DAP de los estudios elegidos para la transferencia. Este ajuste se hace mediante dos métodos, paridad de poder adquisitivo (PPA) y ajuste por ingresos. Dichos métodos requieren el uso de diferentes indicadores: factores de conversión a PPA, indicadores de ingreso per cápita de los países, índice de precios al consumidor, tasas de cambio, entre otros. A continuación, se describe el procedimiento de ajuste por cada uno de los métodos y se muestran los resultados obtenidos.

5.2. Ajuste de diferencias en DAP por PPA e inflación

Para que las DAP obtenidas en estudios desarrollados en países diferentes sean comparables, se emplearon dos métodos alternativos. i) ajuste por PPA e inflación³(método de ajuste 1) y ii) ajuste por inflación e ingresos (método de ajuste 2). Para el primer método, se emplea un factor de conversión por PPA y luego mediante el uso del índice de precios al consumidor, se ajustan los valores económicos a 2015, como lo sugiere Pattanayak et al. (2002) y Ready, et al. (2004), al abordar las diferencias en las unidades monetarias entre sitio de estudio y sitio de política para la transferencia de valores económicos entre países. Este procedimiento es retomado por otros estudios como Ready & Navrud (2006), Lindhjem & Navrud. (2008) y Ahtiainen, et al. (2015). La siguiente expresión muestra la ecuación general para convertir una estimación desarrollada en un sitio de estudio, en un país y año en particular, a un sitio de política en un país y año diferente:

$$DAP (PPA)2015 = (DAP \text{ estudio}) * \left(\frac{PPA \text{ Colombia año estudio}}{PPA \text{ país estudio año estudio}} \right) * \left(\frac{IPC \text{ Colombia 2015}}{IPC \text{ Colombia año estudio}} \right) (7)$$

Fuente: elaboración propia a partir de Pattanayak et al. (2002)

La Tabla 8, muestran los valores correspondientes al factor de ajuste empleado para los diferentes países en los que se desarrollaron los estudios seleccionados para la transferencia, además de los valores de IPC empleados para realizar el ajuste por inflación para los mismos valores.

³ Para ampliar el concepto de ajuste por PPA e inflación ver Pattanayak et al. (2002), Ready & Navrud (2006).

Tabla 7. Datos requeridos para el ajuste por PPA e inflación

País	Periodo del estudio	IPC Colombia año estudio	PPA sitio/año estudio	PPA Colombia año estudio
Chile	2007	87,693	326,154	1.000,358
Sri Lanka	2003	71,608	19,232	892,239
Corea	2002	66,841	769,772	851,857
China	2010	100,000	3,309	1.111,170
Colombia	2010	100,000	1.111,170	1.111,170
Colombia	2015	117,593	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de Banco Mundial

Para la aplicación del ajuste por PPA e inflación, se consideran los datos de DAP hogar/mes estimados en los estudios seleccionados (ver Tabla 6), y los indicadores presentados en la Tabla 7. Los resultados del ajuste en mención, se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores económicos, ajustados por PPA e inflación

Estudio	País	Periodo del estudio	DAP media hogar/mes PPA 2015
Ponce et al (2011)	Chile	2007	\$20.552
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	2003	\$26.019
Han, Kwak y Yoo (2008)	Corea	2002	\$4.949
Tao, Yan y Zhan (2012)	China	2010	\$7.832
Correa, Osorio y Mendieta (2010)	Colombia	2010	\$4.148

Fuente: elaboración propia

El segundo método, realiza un ajuste por inflación a partir de los índices de precios al consumidor (IPC) del sitio de estudio y el sitio de política, por ingresos per cápita entre países a 2015 y por tasa de cambio nominal según (Restrepo & Giraldo, 2006). La ecuación 8 plantea el método de ajuste sugerido:

$$DAP (PPA)2015 = (DAP \text{ estudio}) * \left(\frac{IPC \text{ país estudio } (2015)}{IPC \text{ país estudio año estudio}} \right) * \left(\frac{INB \text{ per cápita Col } (2015)}{INB \text{ per cápita país en estudio } (2015)} \right) * \left(\frac{1}{Tasa \text{ de cambio, moneda país estudio a dolares } (2015)} \right) * (Tasa \text{ de cambio Col } (2015)) \quad (8)$$

Fuente: elaboración propia, a partir de (Restrepo & Giraldo, 2006)

Donde IPC es el índice de precios al consumidor, e INB per cápita es ingreso nacional bruto per cápita. La aplicación del ajuste por IPC e ingresos, emplea datos tales como el índice de precios al consumidor de los países de realización de los estudios, en el año de realización del mismo, índice de precios al consumidor de los países donde se realizaron los estudios, para el año en el cual se desea realizar la transferencia (2015), ingreso nacional bruto per cápita al año 2015, el cual se emplea para construir un ratio como factor de ajuste de ingresos y las tasa de cambio nominal de los países en los cuales se realizaron los estudios seleccionados, a dólares como moneda común y a pesos colombianos. Los datos anteriormente referidos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Datos requeridos para el ajuste por inflación e ingresos⁴

País	Periodo del estudio	IPC* sitio de estudio 2015	IPC* sitio de estudio/año del estudio	INB* per cápita PPA (2015) país de estudio	Tasa de cambio promedio US\$ (2015)**
Corea	2002	118,03	93,37	22.76	1.132,07
Sri Lanka	2003	127,88	48,50	11.50	83,56
Chile	2007	109,82	78,19	34.81	654,59
China	2010	100,00	100,00	14.32	6,28
Colombia	2010	117,59	100,00	13.55	2.881,18

*Banco Mundial

**Investing

Fuente: elaboración propia

⁴ Los datos de IPC e INB fueron obtenidos de la información en línea Banco Mundial (2017), por su parte, la información de tasa de cambio promedio, se toma de Investing (2017).

Los resultados obtenidos mediante el ajuste, se muestran en la Tabla 10, donde se plantea el valor de DAP hogar mes ajustado. Cabe anotar que el valor de DAP obtenido por el estudio realizado en Colombia, no está sujeto al ajuste por PPA, sin embargo, se le aplica el ponderador obtenido por el cociente entre índice de precios al consumidor.

Tabla 10. Valores económicos de estudios seleccionados, ajustados

Estudio	País del estudio	Periodo del estudio	DAP media hogar/mes PPA (2015)
Ponce et al. (2011)	Chile	2007	\$16.552
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	2003	\$36.583
Han, Kwak & Yoo (2008)	Corea	2002	\$3.537
Tao, Yan & Zhan (2012)	China	2010	\$8.608
Correa, Osorio & Mendieta (2010)	Colombia	2010	\$4.148

Fuente: elaboración propia

Ya disponibles los valores económicos ajustados, mediante los dos métodos sugeridos, se procede a realizar la transferencia al sitio de política que se realiza mediante el enfoque, transferencia de valores de tendencia central.

5.3. Estimación de medidas de tendencia central e intervalo de confianza

A partir de las estimaciones logradas mediante los métodos de ajuste de valores económicos de sitio de política a sitio de estudio, entre países (ver Tabla 11), se desarrolla la transferencia por medida de tendencia central cuyo resultado se toma como el valor económico medio del impacto de la construcción de infraestructura de aprovechamiento hidroeléctrico, sobre la cobertura boscosa, principalmente sobre el paisaje suministrado por este recurso. Las medidas de tendencia necesarias para calcular un intervalo de confianza a partir de los valores de los estudios, son: la media de los datos, la desviación estándar y el número de observaciones consideradas, dichas medidas de tendencia central, a partir de los resultados de las estimaciones logradas con el método de ajuste 1 y 2, se presentan en la Tabla 12.

Tabla 11. Valores económicos ajustados método 1(MA 1) y método 2 (MA 2)

Estudio	País	DAP media hogar/mes 2015 (MA 1)	DAP media hogar/mes 2015 (MA 2)
Ponce et al (2011)	Chile	\$20.552	\$16.552
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	\$26.019	\$36.583
Han, Kwak y Yoo (2008)	Corea	\$4.949	\$3.537
Tao, Yan y Zhan (2012)	China	\$7.832	\$8.608
Correa, Osorio y Mendieta (2010)	Colombia	\$4.148	\$4.148

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Medidas de tendencia central estimadas

Medida de tendencia central	Método de ajuste 1	Método de ajuste 2
Media	12.699,944	13.885,495
Desviación estándar	9.949,632	13.711,622
Numero de observaciones	5	5

Fuente: elaboración propia

Dada la estimación de los valores mostrados en la Tabla 12, se emplea el paquete econométrico STATA 11 para la estimación de un intervalo de confianza al 95% que permita observar los datos extremos alrededor de la DAP media de los valores seleccionados. Esto con el objetivo de tener criterios con respecto a las estimaciones de la DAP media. El límite inferior corresponde a un criterio conservador sobre la medida de bienestar y el límite superior a una estimación optimista del mismo. Los cálculos del intervalo de confianza se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Intervalos de confianza estimados (pesos colombianos)

Modelo de ajuste	No. Obs*	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
MA 1	5	12.699,94	4.449,61	3.214,06	22.185,83
MA 2	5	13.885,50	6.132,02	812,95	26.958,03

*Número de observaciones

Fuente: elaboración propia

A partir de los datos planteados en la Tabla 12 y 13, se concluye que la DAP media para la zona de estudio por la afectación del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico puede ascender en promedio a \$12.700 pesos colombianos mensuales por hogar, para las DAP estimadas mediante el modelo de ajuste 1 y toma un valor medio de \$13.885 pesos colombianos mensuales por hogar para los valores estimados mediante el modelo de ajuste 2, además de los valores inferior y superior, planteados en la Tabla 13.

Reconociendo que las estimaciones obtenidas mediante la metodología de transferencia de beneficios están sujetas a errores asociados a las diferencias en el bien ambiental considerado, las características de la población del sitio de política y el sitio de estudio, las diferencias entre las metodologías y procesamientos de estimación aplicada en los estudios seleccionados, entre otras particularidades ya mencionadas (Rosemberger & Loomis, 2000; Loomis & Rosemberger, 2006; Colombo & Hanley, 2008), se plantea a continuación la aplicación de un test que permita el cálculo del error generado en la estimación de valores económicos por transferencia de medidas de tendencia central.

6. Aplicación del método de valoración contingente a la valoración económica del bosque

Como se mencionó anteriormente, dentro de las metodologías más empleadas para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, el método de valoración contingente (VC) constituye un recurso frecuentemente empleado. Diferentes autores (Barton, 2002; Casey et al., 2006; Baral et al., 2008; Adams et al., 2008; Minhaj, 2009; Ponce et al., 2011) han empleado la metodología de valoración contingente para aproximarse al valor económico de bienes ambientales y evidenciar la relación entre el desarrollo de proyectos de infraestructura y los impactos causados a diferentes bienes ambientales.

Con este ejercicio de aplicación de valoración contingente se provee para el sitio de estudio ya mencionado (área de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II), evidencia sobre la relación entre pérdida de cobertura boscosa y pérdida de paisaje a partir de la intervención del mencionado proyecto hidroeléctrico y sus efectos sobre el bienestar humano. A saber, aunque la literatura de valoración contingente es amplia, las aplicaciones a proyectos hidroeléctricos son limitada (Ponce et al., 2011). Además, se compararán los resultados del ejercicio de VC con los obtenidos mediante el enfoque de transferencia de beneficios y analizar si las estimaciones son cercanas o por el contrario, se alejan de su valor medio.

El método de valoración contingente (VC) es utilizado para valorar los beneficios de una mejora ambiental de acuerdo con la cantidad monetaria que los beneficiarios potenciales de dicha mejora estarían dispuestos a pagar (DAP), o la valoración de los costos generados por un daño ambiental a través de la cantidad de dinero que los perjudicados estarían dispuestos a aceptar como compensación (DAA) por la pérdida ambiental, asumiendo como derecho de cada individuo el nivel de bienestar antes del cambio. Para tal efecto, se utiliza un mercado hipotético, en donde los entrevistados o

encuestados puedan expresar su (DAP) ó (DAA) ante cambios en la disponibilidad de recursos ambientales, bajo un contexto específico (Osorio & Correa, 2009).

En esencia, el método VC es un modelo probabilístico. Es decir, consiste en simular por medio de encuestas y escenarios hipotéticos un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado donde transarse. A partir de este método se estima la disponibilidad de pago de un individuo por obtener una mejora ambiental (o la disposición a aceptar una compensación por una pérdida ambiental), la cual depende tanto de los atributos socioeconómicos del encuestado, como de los atributos de calidad y cantidad del bien ambiental que se ofrece (Ciriacy-Wantrup, 1947; Portney, 1994; Uribe et al., 2003).

Aunque el método de VC es empleado de manera frecuente en la valoración de bienes de no mercado, aún presenta limitaciones alrededor de su aplicación empírica (Ponce et al, 2011). La presencia de algunos sesgos en el desarrollo del instrumento de recolección de información, en la aplicación del mismo, en la formulación del escenario hipotético, entre otros, han sido estudiadas por diferentes autores como Kahneman & Knetsch (1992), Diamond & Hausman (1994) y Hanemann & Vasquez (2005), quienes amplían la información y conclusiones alrededor de las limitaciones más comunes por la aplicación del método de VC, como también recomiendan algunas soluciones a dichas limitaciones.

A continuación, se presenta el estudio de valoración económica, sección en la cual se muestra el proceso de diseño del estudio. Se parte de mencionar el área de estudio, para luego abordar el instrumento de recolección de datos, la estructura del mismo, el vector de precios empleado en dicho instrumento y el escenario de valoración. Posteriormente, se considera el modelo econométrico, sus detalles ventajas y razones de utilización. Así, se abre espacio para introducir la aplicación empírica del estudio, sus particularidades y resultados del mismo.

6.1. Estudio de valoración económica

Como se mencionó en el capítulo 5, el área de influencia del estudio se refiere puntualmente a los municipios de San Carlos, San Luis pertenecientes a la sub-región Oriente de Antioquia, y Puerto Nare, perteneciente a la sub-región Magdalena Medio Antioqueño, municipios que constituye el área de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico Porvenir II.

El objetivo de realizar la valoración económica de la pérdida del paisaje asociada a la cobertura boscosa a partir de la metodología de valoración contingente, se orienta a la comparación de los resultados obtenidos mediante la transferencia de beneficios, contrastar las diferencias en las estimaciones mediante las dos metodologías y calcular un test de viabilidad de transferencia.

6.1.1. Diseño del estudio

La literatura sobre diseño y aplicación del método de valoración contingente es extensa. A partir de las recomendaciones y sugerencias plateadas en estudios como Arrow et al. (1993); Bergstrom (1990); Hanemann (1994), McFadden & Leonard (1993), Ponce et al. (2011) y Cooper, Hanemann & Signorello (2002), ente otros, se da forma al estudio y la metodología a aplicar en el estudio de caso.

Para la elaboración del cuestionario empleado, se parte del desarrollo de una encuesta piloto aplicada en el área de estudio, como siguiere el panel NOAA para el desarrollo de un estudio de valoración contingente. Con base en los datos recolectados, además de los datos de descripción de impactos en las zonas físico-bióticas y demás información contenida en el EIA del proyecto Porvenir II, se incorpora la encuesta de valoración contingente. La encuesta piloto ya mencionada, considera preguntas alrededor de la descripción del bien ambiental y los impactos positivos y negativos sobre el bosque y su componente paisajístico, generada por la intervención del proyecto hidroeléctrico. Cabe mencionar que la encuesta piloto permitió identificar el vector de precios empleados en el instrumento final de recolección de información,

además de generar evidencia que permitió elegir un vehículo de pago y ajustar el escenario de valoración, el cual se presenta a continuación:

“A continuación se explicarán dos proyectos que se pueden implementar en los bosques cercanos al río Nare y demás ríos cercanos a la zona, en jurisdicción de los municipios de San Luis, San Carlos y Puerto Nare. Tenga en cuenta que no es posible realizar ambos proyectos, si uno de los proyectos propuestos es de su preferencia, el otro no se realizará. Así, es importante aclarar que ésta consulta se hace con el objetivo de identificar cuál proyecto prefiere la comunidad y la realización de los mismos depende de lo que plantee la comunidad.

Proyecto Hidroeléctrico: El proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico está localizado al oriente del departamento de Antioquia, el embalse ocupará áreas de los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare. Sus impactos más representativos están asociados a la pérdida de 1.248 hectáreas de bosques, pérdida de suelo utilizado con fines agrícolas, cambios en el paisaje de la zona, generación de aguas residuales y basura, generación de empleo para los pobladores de los municipios, incremento de los ingresos que tiene el municipio para obras públicas, construcción de vías y carreteras, incremento de la producción de energía para el municipio, el departamento y el país e incremento del potencial turístico de la zona, asociado al embalse.

Considere que: si bien el proyecto anteriormente descrito genera diferentes impactos, nuestro interés principal es saber su opinión con respecto al impacto asociado al paisaje vinculado al bosque y no sobre el mencionado para otros impactos.

Proyecto de conservación: El proyecto de conservación del bosque implica declarar una zona de 1.248 hectáreas de bosque como área protegida. Esto permite evitar que se desarrollen actividades económicas en esa zona y que se afecte al bosque. Sería importante para la región mantener esta área protegida ya que se conservaría las más de 15 especies de bosques nativos presentes en los municipios de San Carlos, San Luis y

Puerto Nare, se evitaría el desplazamiento de fauna y se mantendría invariado el paisaje de la zona, entre otros beneficios”.

Con respecto a la pregunta de valoración económica, se toma para el presente estudio el enfoque de disposición a pagar (DAP), como es sugerido por el panel NOAA (Arrow et al., 1993), ya que esta situación justifica la necesidad de recursos económicos proporcionados por las personas, además de reducir la presencia de respuestas de rechazo para el mercado hipotético. Entre las medidas de bienestar sugeridas, se encuentran la variación compensada y la variación equivalente, las cuales dependen principalmente de dos características: i) los derechos de propiedad asignados, ii) la condición de mejora o deterioro de la situación actual (Ponce et al., 2011). Las dos características mencionadas definen el uso de DAP o DAA. Para el presente estudio, la variación equivalente se refiere a la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para evitar la realización del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, bajo la hipótesis de considerar esta situación como un cambio negativo (construcción de la presa). La variación compensada sería la cantidad mínima de dinero que una persona está dispuesta a aceptar como compensación para aceptar el mismo cambio (Freeman, 2003). Se acepta el enfoque de DAP como ya se mencionó, ya que la evidencia empírica muestra que el enfoque de DAA genera cierta sobreestimación del valor económico estimado, dada la naturaleza misma de la pregunta de compensación. Por lo cual, el enfoque de DAP representa una posición conservadora en la estimación de la medida de bienestar (Arrow et al., 1993).

En consideración a lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de DAP: *“Considere que hasta el momento se desconoce la cantidad de dinero exacto necesario para realizar el proyecto de conservación (área protegida), pero sabemos que está en un rango de valores entre (B- y B+). Teniendo en cuenta todos los gastos mensuales que usted y su familia tienen; si para acceder a los beneficios del proyecto de conservación usted debiera aportar (B+), que sería cobrado de manera mensual durante 1 año, para la realización del proyecto de conservación, a través de la cuenta de servicios de agua potable que llega mensualmente a su casa. ¿Cómo votaría usted a esta consulta?”.*

Para la construcción del vector de precios se usaron los datos recolectados en la encuesta piloto que consideró 30 encuestas, que empleó un formato de pregunta abierta; se estimó el siguiente rango de valores 99% de confianza, mediante el paquete estadístico STATA 11.

Tabla 14. Intervalo de confianza a partir de encuestas piloto (DAP media)

Observaciones	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 99%	
30	9.150	1.064,59	6.216,57	12.084,42

Fuente: elaboración propia

El intervalo de confianza planteado en la Tabla 14, muestra el vector de precios a emplear en la encuesta, el cual parte de Col\$ 6.000 hasta Col\$ 12.000. Conforme al formato de encuesta empleado en el instrumento de recolección de información primaria, denominado *One-and-One-Half-Bond* (OOHB) propuesto por Cooper et al (2002), se parte de un referéndum que permite preguntar directamente al encuestado por el valor económico del proyecto y si está dispuesto a pagar cierta cantidad de dinero para el desarrollo del mismo. Posteriormente, se describirá el formato con mayor detalle. Para establecer el vector de precios, se varía dentro del límite establecido, con una diferencia de mil pesos entre cada valor. Se consideran mil pesos (Col\$ 1.000) como una cantidad adecuada como distancia entre los valores, considerando el error estándar estimado en el intervalo de confianza (aproximadamente es de Col\$ 1.064).

Tabla 15. Vector de precios empleados en la encuesta

Distribución de los valores (\$)
6.000
7.000
8.000
9.000
10.000
11.000
12.000

Fuente: elaboración propia

Al momento de aplicar cada una de las encuestas se generaron combinaciones aleatorias de los valores y se construyeron rangos aleatorios que aseguran la presencia de un valor superior (B+) y un valor inferior (B-), en concordancia con las especificaciones del formato de encuesta, como se muestra en la Tabla 15.

6.1.2. Instrumento de recolección de información

El instrumento está compuesto por varias secciones, antecedidas por una breve presentación que tiene por objeto identificarse ante la comunidad e informar sobre la recolección de información y el ejercicio de valoración que se pretende realizar: 1. Datos de control, 2. Preguntas de percepción del espacio natural, 3. Condiciones de uso del espacio ambiental, 4. Escenarios de valoración y pregunta de valoración económica, y 5. Condiciones del hogar. Como elementos de apoyo, se consideran imágenes del área de influencia, para ayudar al entendimiento de los impactos mencionados y la pregunta de valoración. Además, se plantea que la encuesta consiste en una serie de preguntas donde se le pedirá al encuestado que por favor responda a la pregunta generada, con opciones de respuesta múltiple, son respuestas binarias o de calificación. De esta manera, en todas las secciones se presenta estos tipos de

respuesta, donde se usan preguntas cerradas, dirigidas a caracterizar y entender la relación establecida entre la comunidad y el recurso bosque.

Con el objetivo de generar claridad en la manera de entender y aplicar el instrumento de valoración, se abordará cada uno de los componentes de la encuesta:

Sección A: Datos de control

Tiene como objetivo recolectar información sobre el lugar de aplicación del cuestionario, fecha de realización de la encuesta y tiempo estimado de duración de la misma.

Sección B: Preguntas de percepción del espacio Natural

Se pretende introducir al individuo en el análisis de la existencia del recurso bosque en su municipio, así como en la interacción de él con el recurso natural. De esta forma, se usó en esta sección el apoyo gráfico para contextualizar al individuo sobre los tipos de bosque que se presentan en su comunidad y sea más sencillo pensar en el recurso natural. Las preguntas que contiene esta sección son binarias, de selección múltiple y de calificación (ver Encuesta de Valoración Económica Anexo 1).

Sección C. Condiciones de uso del espacio natural

Ya evidenciada la existencia del recurso y algunos bienes y servicios provistos a la comunidad, las preguntas en esta sección relacionan los posibles usos que los pobladores de los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare, puedan darle al recurso bosque. En primera instancia se pregunta directamente si desarrolla actividades en los bosques presentes en su comunidad, de ser afirmativa su respuesta, se procede a discriminar esos usos. De ser negativa la respuesta, se pregunta por las razones más significativas por las cuales no realiza ningún tipo de actividad en el bosque. Luego, se indaga sobre la existencia de lugares naturales que pudiesen hacer

las veces de activos ambientales sustitutos del bosque, para actividades específicas como recreación y contemplación de paisaje (ver Encuesta de Valoración Económica, pregunta 11).

Sección D. Escenario de Valoración

Esta sección contiene los escenarios de valoración que tienen como objetivo servir de contexto que permita la toma de decisiones por parte de la comunidad y establecer el valor económico del bien ambiental. Adicionalmente, presenta la situación en la cual será posible identificar el trade-off entre los dos proyectos antagónicos que son: la construcción de infraestructura para el aprovechamiento hidroeléctrico y la conservación de un área de bosque específica.

El escenario de valoración está basado en el método sugerido por Hanemann (1984) donde el encuestado se enfrenta a un cambio en la utilidad de u_o (situación actual) a u_1 (situación final) con $u_1 < u_o$. En tal situación, de llevarse a cabo la construcción del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico se afecta la provisión del paisaje generado por la cobertura boscosa. Para el aseguramiento de la provisión de este servicio del bosque, las personas podrían estar comparando u_1 con una situación deseable u_2 (con respecto a la situación actual), sin embargo, no es posible saber si es mayor o menor que u_1 . Adicionalmente, para la elaboración del instrumento, se tiene en cuenta las sugerencias provistas por Arrow et al. (1993), como se mencionó anteriormente (Ver anexo 1: Encuesta de valoración económica).

6.1.3. Modelo econométrico

Para la estructura econométrica y las estimaciones alrededor de la medida de bienestar a partir de los datos considerados, se parte del uso de un modelo paramétrico compatible con la función lineal de utilidad indirecta y sus diferentes variables explicativas. Es posible mencionar que la función lineal de utilidad indirecta

es la forma funcional más empleada en los modelos de preferencias declaradas (Hanemann, 1984; Hensher et al., 2005).

Se usa un modelo de elección dicótoma compatible con un formato referéndum. En tal formato se le pregunta al encuestado directamente por el precio o el costo del proyecto y si está dispuesto a pagar cierta cantidad de dinero para el desarrollo de dicho proyecto. En este estudio, se usa el formato denominado *One-and-One-Half Bound* (OOHB) propuesto por Cooper et al. (2002), quienes argumentan que este formato reduce algunos de los sesgos presentes en otros formatos de elección dicótoma como es el caso del formato de un límite o de doble límite.

Con respecto a la pregunta de valoración que se planteó anteriormente, es necesario ampliar lo siguiente: En la pregunta se consideran dos valores, uno de los dos precios, B- o B+, es seleccionado aleatoriamente y se pregunta si el encuestado está dispuesto a pagar esta cantidad, si responde “sí”, se le pregunta por el otro precio con la condición de que el otro precio no esté fuera del rango. Por ejemplo, si los valores posibles se encuentran en el rango (B- y B+) e inicialmente de manera aleatoria fue elegido B-, si el encuestado responde que Sí está dispuesto a pagar dicho valor, se le pregunta luego si está dispuesto a pagar el valor superior B+. Si, por el contrario, responde “no” a la primera opción, no se genera ninguna pregunta adicional de seguimiento ya que un valor inferior estaría fuera del rango determinado (Cooper et al., 2002). Las posibles respuestas a las preguntas se limitan al siguiente grupo de opciones: (No, No), (Sí, No) y (Sí, Sí), donde la probabilidad de cada una de las alternativas, se pueden denotar de la siguiente forma: π^{NN} , π^{SN} y π^{SS} . Si C_i es la verdadera DAP, la probabilidad asociada con cada posible respuesta, es la siguiente:

$$\pi_i^N = \pi_i^{NN} = \text{prob}(C_i \leq B_i^-) = G(B_i^-; \theta) \quad (9)$$

$$\pi_i^{SN} = \pi_i^{NS} = \text{prob}(B_i^+ \leq C_i \leq B_i^-) = G(B_i^+; \theta) - G(B_i^-; \theta) \quad (10)$$

$$\pi_i^S = \pi_i^{SS} = \text{prob}(C_i \leq B_i^+) = 1 - G(B_i^+; \theta) \quad (11)$$

donde $G(B_i^*; \theta)$ es la función de distribución de la DAP. Si la respuesta a la pregunta formulada es (No, No), el valor de la variable dicótoma Y^N deberá tomar el valor de 1 y 0 en caso contrario. La variable dicótoma Y^{SN} corresponde con la respuesta (Sí, No), la cual deberá tomar el valor de 1 y 0 en caso contrario. Y, si la respuesta asociada es (Sí, Sí), la variable dicótoma Y^{SS} es 1, en caso contrario el valor será 0. Las variables dicótomas serían Y^N , Y^{SN} y Y^{SS} respectivamente. Mediante el uso de estas variables, la función de verosimilitud a estimar es:

$$\ln L^{OOHB}(\theta) = \sum_{i=1}^N \{d_i^S \ln[1 - G(B_i^+; \theta)] + d_i^{SN} \ln[G(B_i^+; \theta) - G(B_i^-; \theta)] + d_i^N \ln[G(B_i^-; \theta)]\} \quad (12)$$

Se maximiza la función con respecto al vector de parámetros, por lo que es posible calcular la probabilidad de cualquier valor de \square (Cooper et al., 2002). De otro lado, la medida de bienestar asociada, corresponde a la media de la distribución de la DAP calculada con los parámetros. La estimación del parámetro requiere asumir una función de distribución $G(B_i^*; \theta)$ y un argumento para dicha función (Cooper et al., 2002). Para el presente ejercicio se emplea la función lineal de utilidad indirecta propuesta por Hanemman (1984) y una función de distribución logit, mediante la cual la probabilidad de una respuesta positiva a la pregunta de DAP está dada por

$$G(B_i^*; \theta) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1} \quad (13)$$

Así, ΔV representa el cambio de la utilidad aleatoria⁵.

⁵ Para ampliar el concepto de modelo de utilidad aleatoria ver Hanemann (1984).

Para el cálculo de las medidas de bienestar, que considera la función de utilidad indirecta, se plantea de la siguiente forma (Hanemann, 1984; Vasquez, Cerda & Orrego, 2007; Osorio & Correa, 2009):

$$V_0 = \alpha_0 + \theta Y \quad (14)$$

Donde V_0 , representa la utilidad aleatoria del individuo en las condiciones anteriores al proyecto ofrecido, α_0 el término constante de la función, θ el parámetro a estimar y Y el ingreso del individuo. Si la variación de la utilidad es cero, el individuo será indiferente entre efectuar el pago y recibir la mejora en la calidad ambiental (evitar el daño en la calidad ó cantidad provista de bien ambiental). Por lo tanto, la DAP que logra la indiferencia entre las utilidades asociadas a la situación sin proyecto (V_0) y la situación con proyecto (V_1), es la medida monetaria del cambio en el bienestar logrado por el proyecto. Donde:

$$V_1 = \alpha_1 + \theta(Y - DAP) \quad (15)$$

y V_1 la utilidad aleatoria del individuo con presencia del proyecto, α_1 y θ son los parámetros a estimar y DAP representa la disposición a pagar del individuo dada la conservación del bien ambiental logrado por el proyecto.

Conforme a lo anterior, la variación en la utilidad aleatoria queda descrita por:

$$\Delta V(\cdot) = (\alpha_1 + \theta(Y - DAP)) - (\alpha_0 + \theta Y) = 0 \quad (16)$$

De la anterior expresión $\Delta V(\cdot) = 0$, se despeja la DAP y definiendo $\alpha_1 - \alpha_0 = \alpha$, se plantea:

$$DAP_{media} = \alpha / \theta \quad (17)$$

la cual representa la cantidad máxima de dinero que un individuo en promedio está dispuesto a pagar por la conservación del bien ambiental (Hanemann, 1984; Vásquez, Cerda & Orrego, 2007; Osorio & Correa, 2009).

Empíricamente, el modelo econométrico emplea variables socioeconómicas para las estimaciones, de la disposición a pagar, donde la formulación típica está asociada la siguiente expresión:

$$G(B_i^*; \theta) = \theta_0 - \theta_1 DAP_i + \sum_{i=1}^n \theta_i x_i \quad (18)$$

donde, la estimación de la DAP_i media para este modelo es:

$$DAP_i = (\theta_0 + \sum_{i=1}^n \theta_i x_i) / \theta_1 \quad (19)$$

Así, el denominador θ_1 es el coeficiente que acompaña a la variable DAP_i .

6.1.4. Aplicación empírica

La recolección de la información se realiza a partir de una encuesta tipo entrevista o encuesta cara a cara, desarrollada en el año 2015 en tres municipios del departamento de Antioquia, Colombia. San Carlos, San Luis y Puerto Nare, los cuales coinciden con al área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico Porvenir II. Mediante la aplicación de un proceso de muestreo aleatorio simple y la sugerencia de muestreo planteado por Hensher et al. (2005), se calculó el tamaño de muestra respectivo para el estudio, el cual asciende a 580 encuestas, donde el número total de observaciones disponibles se redujo a 568, dada la eliminación de 12 encuestas por la presencia de errores e inconsistencias en su diligenciamiento (ver Anexo 2. Cálculo de tamaño de muestra).

Dentro de las estadísticas socioeconómicas más relevantes se mencionan las siguientes: ingresos de la población, nivel educativo, distribución por género y actividad económica del jefe de hogar.

Tabla 16. Ingresos de los hogares (ing)

Estadísticas descriptivas	Total, Muestra	San Carlos	San Luis	Puerto Nare
Promedio	\$833.454	\$802.329	\$862.791	\$843.156
Mínimo	\$10.000	\$10.000	\$10.000	\$50.000
Máximo	\$6.000.000	\$5.000.000	\$6.000.000	\$5.000.000

Fuente: elaboración propia

Se muestra en la Tabla 16 un resumen de los ingresos promedio de la población objeto de estudio. Éste valor asciende a Col \$ 833.454 al mes y se puede observar ingresos mensuales similares para los tres municipios que comprenden el área de estudio. Se presenta una ligera diferencia con los valores obtenidos en el municipio de San Carlos que tiene un ingreso menor al resto de los municipios, alrededor de los Col \$ 802.329 mensual.

Por su parte, la Tabla 17 muestra la distribución por género, de las personas encuestadas. Donde 327 personas de las 568 que corresponden a la muestra total, son hombres, mientras 241 son mujeres.

Tabla 17. Distribución poblacional por género

	No. Individuos	Distribución
Hombres	327	58%
Mujeres	241	42%

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Nivel educativo de la población (edu)

Estadísticas descriptivas	Muestra total	San Carlos	San Luis	Pto. Nare
Años promedio de educación	8	7,8	6,7	8,2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	16	16	16	16

Fuente: elaboración propia

La variable educación está medida en términos de años de educación, lo que se consideró más adecuado que para el presente estudio, que preguntar por el nivel

educativo. En este sentido la Tabla 18 muestra que en promedio las personas tienen 8 años de educación, lo que equivale a la primaria completa y parte de la formación secundaria. El municipio que presenta una cantidad menor de años de educación, es San Luis con 6,7 años en promedio y el mayor nivel de educación corresponde a Pto. Nare, con 8,2 años en promedio. Se menciona además que 41 de los individuos de la muestra declara no tener ningún año de educación, lo que asciende al 7% de la muestra.

Tabla 19. Actividad del jefe de hogar

	No. Individuos	Distribución
Trabaja	491	86%
Oficios del hogar	33	6%
Estudia	9	2%
Pensionado/Rentista	9	2%
Desempleado	17	3%
Incapacitado	9	2%

Fuente: elaboración propia

La Tabla 19 muestra que el 86% de las personas encuestadas actualmente trabajan, habitualmente se desempeñan como agricultores en parcelas propias o de vecinos, los cuales generan contratos de trabajo temporal.

Ahora, los resultados asociados a variables de tipo ambiental y algunas otras que fueron incluidas como explicativas dentro de los modelos econométricos, se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 20. Distribución de la muestra por lugar de nacimiento (Inaci)

	% en el total de la muestra
En el municipio	63%
En otro municipio	31%
En otro departamento	5%

Fuente: elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, los municipios en los cuales se desarrolló el levantamiento de información fueron San Carlos, San Luis y Puerto Nare, Así, se observa que el 63% de la población encuestada nació en su respectivo municipio y en menor proporción, el 31% de las personas encuestadas manifiestan haber nacido en otro municipio.

Tabla 21. Percepción de la cercanía a zonas boscosas (cercabo)

	% en el total de la muestra
Muy lejos	25%
Relativamente cerca	38%
Muy cerca	36%

Fuente: elaboración propia

La Tabla 21 hace referencia a la percepción de distancia de los individuos ante la ubicación de las zonas boscosas objeto de estudio, donde la mayor parte de la población encuestada considera que se encuentra relativamente cerca y muy cerca de áreas boscosas, lo cual es influyente en la DAP de los individuos, se considera como variable altamente significativa, según muestran las estimaciones econométricas que se desarrollan posteriormente.

Tabla 22. Importancia servicios del bosque

Nivel de importancia	Paisaje	Recreación	Regulación Agua
5	85%	65%	93%
4	9%	11%	4%
3	4%	8%	3%
2	2%	7%	0%
1	1%	9%	0%

Fuente: elaboración propia

Por su parte, la Tabla 22 presenta información sobre la calificación que los individuos encuestados le asignaron a algunos servicios del bosque, entre ellos el paisaje. Se plantea una escala de calificación de 1 a 5, donde 5 es muy importante y 1 nada importante. Bajo esta escala de calificación, el servicio escénico o paisajístico del

boque es calificada por el 85% de la población encuestada con 5, la máxima calificación considerada en la escala propuesta y un 9% de la población, le asigna una calificación ligeramente inferior (correspondiente a 4 en la escala de calificación), solo el 7% restante de la población encuestada califica este servicio por debajo de 4. En contraste con éste resultado, para el servicio de recreación, considerada frecuentemente como muy importante con respecto a los servicios del bosque, el 64% de la población encuestada le otorga la máxima calificación. De otro lado, para el servicio de regulación de agua, el 93% de la población encuestada le otorga el máximo nivel de importancia, resultado acorde a lo esperado, ya que es un servicio de regulación. Retomando el servicio paisaje, los resultados econométricos reafirman la influencia de este factor como determinante en la valoración del bosque y se presenta como una variable significativa en todos los modelos estimados, donde se emplea esta variable.

6.1.5. Resultados

Los resultados del estudio presentan particularidades en su aplicación imputadas a las características de las zonas encuestadas y las condiciones de información de las poblaciones que participaron en el ejercicio. Con respecto a las preguntas de DAP se obtuvieron los siguientes resultados: 568 encuestas que se encontraron válidas para la estimación de la DAP. De las cuales, un total de 437 individuos estuvieron dispuestos a pagar por la realización del proyecto de conservación (área protegida), mientras 131 individuos declararon no estar dispuestos a pagar por el proyecto de conservación, donde 30 ceros corresponden a respuestas de rechazo (respuestas de protesta), justificados bajo la premisa que el Estado debería pagar por el proyecto o individuos de la sociedad con mayores ingresos, por lo que se identifican 101 ceros legítimos.

La Tabla 23 muestra los resultados de tres modelos con diferentes variables explicativas, oferta (bid), ingreso (ing), nivel educativo (edu), género (genero), lugar donde nació (lnaci), vive cerca de áreas boscosas (cercabo), importancia de la

conservación del paisaje asociada al bosque (cservpai), le afecta la degradación del bosque (degbo), importancia de la conservación del bosque (cconsebo) y disposición a pagar (DAP) (Para ampliar información de las variables, ver anexo 3).

Tabla 23. Modelos estimados

PARÁMETRO	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3	
	Estimado r	Error. Sta	Estimado r	Error. Sta	Estimado r	Error. Sta
Intercepto	6,147***	1,111	4,442***	1,168	5,327**	1,915
bid	-4,376***	1,010	-5,040***	1,028	-5,835***	1,212
ing	-	-	0,549*	0,278	0,506	0,274
edu	-	-	0,116***	0,032	0,102**	0,035
genero	-	-	-0,318	0,251	-0,261	0,278
lnaci	-	-	-0,366	0,202	-0,426.	0,218
cercabo	-	-	0,954***	0,165	0,653***	0,182
cservpai	-	-	-	-	0,779**	0,222
degbo	-	-	-	-	2,073***	0,660
cconsebo	-	-	-	-	1,204**	0,306
Valor económico estimado, DAP media por hogar al mes						
DAP	14.047		10.538		10.511	

Código de Significancia: (***) 0,1%, (**)1%, (*) 5%

Fuente: elaboración propia

A fin de seleccionar el modelo más ajustado para la estimación de los valores económicos, se generan las respectivas pruebas de significancia individual para los parámetros, pruebas de significancia global del modelo (razón de verosimilitud), se verificaron diferentes modelos y se evaluó el mínimo *Akaike Information Criterion (AIC)*⁶ posible. Luego de la comparación de todos los modelos estimados y la selección de los más ajustados, se rectifica, según la estructura teórica planteada desde un enfoque microeconómico, que los parámetros presenten los signos esperados y se somete cada modelo (MODELO 1, MODELO 2 y MODELO 3) a una prueba de predicción para evaluar el porcentaje de respuestas que predice acertadamente. Como resultado de los análisis se confirma que los modelos más adecuados para la estimación de los valores económicos son los presentados en la tabla 23. Las

⁶ Constituye una medida de la calidad relativa de los modelos estadísticos para un conjunto dado de datos. AIC estima la calidad de cada modelo, en relación con cada uno de los otros modelos estimados. Por lo tanto, AIC proporciona un medio para la selección del modelo más ajustado (Green, 2012).

estimaciones econométricas y pruebas mencionadas se realizan en el paquete econométrico R en su versión 3.2.1.

Los modelos presentan los signos esperados. La variable bid presenta signo negativo, lo que implica una reducción de la probabilidad de pago ante incrementos en el valor de pago ofrecido para generar el proyecto de conservación (MODELO 1). De otra parte, la variable ingreso presenta el signo esperado, mientras la variable (genero) es negativa, sin embargo, no es significativa en el modelo (MODELO 2). Por su parte, al ingresar al modelo variables explicativas referente a las preferencias de conservación, percepción del bosque, cercanía a zonas boscosas y otras variables de corte ambiental, se nota un signo positivo e incrementan la probabilidad de pago. Siendo tales variables estadísticamente significativas, confirman la hipótesis que se planteaba en el diseño del estudio alrededor de la importancia del paisaje generado por el bosque en el bienestar de la comunidad asociadas a la zona de estudio. Mediante el uso de estos resultados, se calculó la DAP media por hogar al mes de Col \$ 14.047 con el modelo 1, Col \$ 10.538 con el modelo 2 y Col \$ 10.511 con el MODELO 3.

Se resalta la estabilidad de las variables entre los diferentes modelos y conserva la consistencia de sus signos en cada uno de las mencionadas estimaciones. Sin embargo, se observa que el signo del intercepto cambia de positivo en los modelos 1 y 2 a negativo en el modelo 3. Este efecto se asocia a la inclusión de las variables explicativas de corte ambiental asociadas al bosque, a la conservación del mismo y la importancia del paisaje. Adicionalmente se observa una DAP decreciente entre los modelos, siendo el MODELO 3, el que presenta una menor DAP estimada.

7. Estimación del error de transferencia y test de validez/viabilidad

Para calcular el error generado mediante la transferencia de beneficios se aplica la ecuación (5), según las recomendaciones encontradas en la literatura, lo que permite verificar el error medio de estimación de la medida de bienestar a partir del método de transferencia de beneficios. Una primera aproximación al error de transferencia se genera a partir de los cálculos presentados en Tabla 24 y Tabla 25, en las cuales, se muestra la diferencia entre la DAP media estimada por cada uno de los estudios de referencia y el valor promedio estimado mediante la transferencia al sitio de política (\$12.700 para MA 1 y 13.885 para MA 2). Este cálculo se emplea para dimensionar la diferencia entre el valor medio estimado a partir de la transferencia de beneficios.

Tabla 24. Resultados estimados sobre la diferencia de valores de DAP media entre estudios y la transferencia (MA 1)

Estudio	País del estudio	Diferencia entre estimaciones (DAP media estimada)	Diferencia entre estimaciones (Límite inferior DAP)	Error de estimación (Límite superior DAP)
Han, Kwak & Yoo (2008)	Corea	157%	-35%	348%
Correa, Osorio & Mendieta (2010)	Colombia	206%	-23%	435%
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	-51%	-88%	-15%
Ponce et al (2011)	Chile	-38%	-84%	8%
Tao, Yan & Zhan (2012)	China	62%	-59%	183%
Diferencia promedio estimada		<u>67%</u>	<u>-58%</u>	<u>192%</u>

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Resultados estimados sobre la diferencia de valores de DAP media entre estudios y la transferencia (MA 2)

Estudio	País del estudio	Diferencia entre estimaciones (DAP media estimada)	Diferencia entre estimaciones (Límite inferior DAP)	Error de estimación (Límite superior DAP)
Han, Kwak & Yoo (2008)	Corea	181%	-84%	445%
Correa, Osorio & Mendieta (2010)	Colombia	235%	-80%	550%
Gunawardena (2010)	Sri Lanka	-47%	-97%	4%
Ponce et al (2011)	Chile	-32%	-96%	31%
Tao, Yan & Zhan (2012)	China	77%	-90%	244%
Diferencia promedio estimada		<u>83%</u>	<u>-89%</u>	<u>255%</u>

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 24 y Tabla 25 se observan las diferencias porcentuales entre el valor estimado en los estudios seleccionados y el valor medio estimado en la transferencia para los métodos de ajuste 1 y 2. Los valores negativos muestran que la DAP obtenida para el sitio de política mediante transferencia de beneficio es inferior, en comparación con el valor estimado en el sitio de estudio. En la tercera columna (de izquierda a derecha), para las dos tablas, se presentan los errores estimados para el valor medio de DAP calculado en los diferentes sitios de estudio, en comparación con el valor medio estimado para el sitio de política, Col\$ 12.700 MA 1 y 13.885 MA 2. En la cuarta columna, se muestra la estimación del error de transferencia para valor medio de DAP calculado en los diferentes sitios de estudio, en comparación con el límite inferior del intervalo de confianza calculado para el sitio de política (ver Tabla 13). Mientras la última columna presenta el error estimado para el límite superior del intervalo calculado (Col\$ 14.530).

Las estimaciones presentadas en las Tabla 24 y 25 muestran el error promedio que se asume al comprar los valores de DAP estimados mediante transferencia, con el valor promedio calculado a partir de las medidas de bienestar reportadas en dichos estudios. Se observa que el error medio estimado asciende al 67% para el método de

ajuste 1 y 83% para el método de ajuste 2, donde estos errores “auto-referenciados” se calculan para cada estudio empleado en el ejercicio de transferencia. Así, se observa un error promedio sensible a la existencia de valores extremos. Por tal motivo, la lectura de este error, debe generarse en conjunto con los valores individualmente estimados, ya que permite percibir si la medida de bienes calculada a partir de los estudios de referencia, sobre estima o sub estima el valor económico calculado en el sitio de estudio. Cabe anotar que, el test de viabilidad empleado en el presente documento, requiere de la existencia de un valor económico estimado a partir de una metodología alternativa (para el caso del estudio, VC), que permita validar la cercanía de la estimación del valor de DAP transferido, con la DAP estimada en el sitio de estudio.

Ahora, los resultados muestran que la transferencia desarrollada tiene una diferencia promedio con los estudios de referencia, del 67% para MA1 y 83% para MA2. Para el límite inferior, se observa una diferencia porcentual de -58% por debajo del promedio de estimación de DAP media de los estudios seleccionados, y para el límite superior se nota sobrestimación de 192% en promedio y, -89% para el límite inferior y 255% para el límite superior, para MA 1 y MA 2 respectivamente. El primer resultado del intervalo, es similar al obtenido por Bateman et al. (2011), el cual estima el error de transferencia entre un -56% y un 121%, para un ejercicio mediante transferencia de funciones estimadas para el recurso agua en Europa. Comparado con los resultados de Kaul et al. (2013), los resultados son un poco diferentes, ya que el error estimado por dicho estudio que aplica un meta-análisis oscila alrededor del 175% y 42% en promedio, sin presencia de datos atípicos en la estimación de valor transferido para evaluar el cambio en la provisión y calidad del agua. De otro lado, Colombo et al. (2007) obtiene resultados alrededor del 154% de error estimado y logra reducirlo al 66% mediante aplicación de ajustes al valor transferido para conservación del suelo, esto para MA 1. El rango de error para MA 2 es relativamente mayor, sin embargo, no se aleja de las estimaciones obtenidas por estudios como About-Ali & Belhaj (2005) donde el error de transferencia estimado asciende hasta 240%, donde se transfirió DAP de Marruecos y Egipto por mejorar la calidad del aire.

Para el cálculo del test de viabilidad en el presente estudio, se contrasta el resultado obtenido mediante la aplicación del modelo de VC, con la estimación obtenida a partir de la transferencia de beneficios para los dos métodos de ajuste referidos anteriormente, lo que permite concluir acerca de la validez del método de transferencia de beneficios en la estimación del valor económico del bosque con respecto a su componente de paisaje. Con el objetivo analizar todos los modelos empleados, se calcula del error de transferencia de los valores obtenidos para los tres modelos estimados por valoración contingente.

Tabla 26. Test de validez/viabilidad (MA 1)

Modelo de VC empleado	Error de transferencia (DAP media)	Error de transferencia (Límite inferior DAP)	Error de transferencia a (Limite Superior DAP)
DAP MODELO 1	-10%	-77%	58%
DAP MODELO 2	21%	-70%	111%
DAP MODELO 3	21%	-69%	111%
Error promedio de estimación	11%	-72%	93%

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Test de validez/viabilidad (MA 2)

Modelo de VC empleado	Error de transferencia (DAP media)	Error de transferencia (Límite inferior DAP)	Error de transferencia a (Limite Superior DAP)
DAP MODELO 1	-1%	-94%	92%
DAP MODELO 2	32%	-92%	156%
DAP MODELO 3	32%	-92%	156%
Error promedio de estimación	21%	-93%	135%

Fuente: elaboración propia

La DAP media por hogar al mes estimada por los diferentes modelos a partir del método de VC, resultan ser inferior a las estimaciones obtenidas mediante la transferencia de beneficios. Así, para el MODELO 1, el error de transferencia se estima en un -10% siendo el único de los tres modelos que presenta evidencia de subestimación en contraste con las estimaciones por transferencia, mientras para los MODELOS 2 y 3 el error estimado asciende a un 21% para ambos, estos resultados si asociadas al MA 1. Para el MA 2, se tiene un error de transferencia del -1% para el MODELO 1, y de 32% para los MODELOS 2 y 3 respectivamente, donde se observa consistencia en los signos de los errores estimados para las estimaciones de los dos métodos de ajuste. Ahora, el error promedio estimado para los valores obtenidos con MA 1 es de 11%, y para los valores calculados a partir de MA 2, asciende a 21%, como se muestra en las tablas 26 y 27.

Las anteriores comparaciones permiten mencionar que los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los observados en la literatura, en el caso de: Vandenberg et al. (2001) (aguas subterráneas), Matthews; Hutchinson & Scarpa (2009) (recreación asociada al bosque), Shrestha & Loomis (2001) (recreación al aire libre), Bergland et al. (1995) (calidad del agua), para estudios que calculan, mediante métodos similares, el error de transferencia de un sitio de estudio a un sitio de política. Sin embargo, se resalta que las estimaciones logradas en el presente estudio, son el resultado de la aplicación de transferencia de valores de tendencia central, mientras en los estudios comparados se emplean enfoques como transferencia de funciones y meta-regresión, los cuales emplean una mayor cantidad de información para la realización de la transferencia y empíricamente denotan mayor precisión. Cabe mencionar que no se encontró literatura alguna o aproximación similar al presente estudio, alrededor de la utilización de test de transferencia y ejercicio práctico del mismo para Colombia, por lo que este estudio constituye una aproximación empírica a la discusión sobre el cálculo de error de transferencia en el país.

Finalmente, se observa en la Tabla 26 y la Tabla 27 la variación del error generado por una transferencia de valores unitarios (se transfiere el valor de un estudio, no del promedio de los valores de varios estudios, solo transformándolo mediante PPA), al sitio de política. Para los cálculos, se mantiene la medida de bienestar calculada en el MODELO 3, como valor estimado en el sitio de estudio.

A partir de los cálculos presentados (ver tablas 26 y 27), se observa que el error de transferencia es más alto, para los valores estimados en MA 2 en comparación al MA 1. El MA 1 considera la diferencia en los ingresos entre países, además de la volatilidad de las tasas de cambio entre estos (Pattanayak et al., 2002; Ready & Navrud, 2006). Ahora, MA 2 no considera estas volatilidades, ni las volatilidades de los ingresos per cápita entre países. No obstante, cabe resaltar la similitud entre las estimaciones logradas con los dos métodos de ajuste, la diferencia entre los valores estimados en MA 2 en comparación con MA 1 asciende al 9,33%, valor relativamente bajo en consideración a las diferencias entre los métodos de ajuste.

8. Estimación del valor económico de pérdida de paisaje

Como ejercicio realizado de manera adicional a los objetivos planteados en el presente estudio, se realizan estimaciones del valor económico de pérdida del paisaje, agregado para la población alrededor del área de influencia del proyecto hidroeléctrico Provenir II. Se considera para este cálculo, las estimaciones de DAP a partir de las metodologías VC y transferencia de beneficios desarrolladas en el presente documento, teniendo en cuenta que dichas estimaciones se han realizado en el contexto de un sitio de política ubicado en el departamento de Antioquia, puntualmente en los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare, los cuales constituyen el área de influencia del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico en mención. En la literatura, el valor económico de un recurso natural se puede expresar como la sumatoria del valor presente neto descontado, producido por el flujo de bienes y servicios ambientales considerados en un periodo de tiempo (Freeman, 2003).

Para la determinación del valor económico de la pérdida de paisaje asociado a la situación sin proyecto hidroeléctrico se parte de las siguientes estadísticas de población en la zona de influencia:

Tabla 28. Total, hogares en el área de influencia del proyecto Provenir II

Municipio	Total, Hogares
San Luis	18.654
San Carlos	16.064
Puerto Nare	10.939
Total	45.657

Fuente: DANE (2005)

Dado que se está analizando el valor del paisaje, la agregación del bienestar se realizó a partir del número total de hogares de los municipios asentados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico analizado. Ahora, se agregará en un horizonte de 50 años, el cual se define en estudio como un umbral de operación del proyecto

hidroeléctrico Porvenir II. Por su parte, se utiliza la tasa social de descuento para Colombia que está definida actualmente en el 12% anual. Así, el bienestar agregado para la población asociado al valor de paisaje es:

Tabla 29. Valor económico anual, agregado.

	Valor económico hogar/mes	Valor económico hogar/año	Valor económico Población/anual
Estimado por (VC MODELO 3)	\$10.511	\$126.132	\$5.758.808.724
Estimado por (TB MA 1)	\$12.700	\$152.400	\$6.958.126.800
Estimado por (TB MA 2)	\$13.885	\$166.620	\$7.607.369.340

Fuente: elaboración propia

$$VPN(\text{paisaje}) = \sum_{t=1}^{50} \frac{[\text{Beneficio Agregado Actual}]}{[1 + \text{Tasa de Descuento}]^t} \quad (20)$$

Tabla 30. Valor presente neto (VPN) estimado para paisaje

VPN Paisaje (VC MODELO 3)	\$ 47.857.695.183,55
VPN Paisaje (TB MA 1)	\$ 57.824.443.804,68
VPN Paisaje (TB MA 2)	\$ 63.219.874.191,18

Fuente: elaboración propia.

El valor económico (como una variable proxi del valor del bien ambiental evaluado) que asigna la población de San Luis, San Carlos y Puerto Nare, al paisaje asociado a la cobertura boscosas de la zona concerniente al proyecto hidroeléctrico Porvenir, es de Col \$ 5 mil millones de pesos de 2015. Este valor descontado en un horizonte de 50 años, ya que es el tiempo de operación del proyecto hidroeléctrico según los datos del EIA (Ingetec, 2012) y a la tasa social de descuento del 12%,⁷ representa un valor de 47 mil millones de pesos de 2015, estimado mediante la metodológica de valoración contingente. Mediante el uso del valor de DAP estimada por transferencia de beneficios, se tiene que: el valor económico que se asigna al paisaje es de Col \$ 6 mil millones de pesos de 2015. Este valor descontado en un horizonte de 50 años, a la tasa

⁷ Esta es la tasa social de descuento definida por el Departamento de Planeación Nacional para los proyectos de inversión pública (Correa, 2008; DNP, 2013; DNP, 2015).

social de descuento del 12%, representa un valor de 57 mil millones de pesos de 2015 para MA 1 y 63 mil millones de pesos de 2015 para MA 2.

A partir de la diferencia en las estimaciones obtenidas mediante las metodologías de valoración ya mencionadas, se obtienen valores económicos que descontados, mantienen alguna diferencia. En el análisis de impactos asociados a la implementación del proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, se asumiría un costo de oportunidad equivalente a las cifras en mención, como pérdida del valor económico asociado al bienestar generado por el paisaje vinculado a la cobertura boscosa presente en el sitio de política.

9. Conclusiones

La transferencia de beneficios se considera una técnica adecuada para la estimación de bienestar cuando se tienen dificultades técnicas, temporales o restricciones presupuestarias para realizar estudios que impliquen recolección de información primaria. La aplicación de los distintos métodos de transferencia de beneficios requiere considerar las limitaciones de precisión del método. Sin embargo, en el caso particular, la estimación de valores económicos de pérdida de cobertura boscosa por intervención de aprovechamiento hidroeléctrico, los resultados de las estimaciones generan información importante para la evaluación de la externalidad generada. Dichos resultados están condicionados a un proceso riguroso de revisión bibliográfica en la selección de los estudios útiles para la transferencia.

Es importante establecer las limitaciones del ejercicio de valoración desarrollado en éste estudio. En este sentido, se plantean cinco aspectos críticos, a saber: localización geográfica, tipo de estudio, activo ambiental, técnica de valoración y medida económica. Con relación a la localización geográfica, la limitación del ejercicio radica en que los estudios empleados se desarrollaron en países europeos con condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales diferentes a las colombianas. No obstante, con la idea de reducir este sesgo, se ajustaron los valores de estimados por los estudios seleccionados para la transferencia mediante dos métodos particulares (MA 1 y MA 2), con el fin de realizar una transferencia lineal de los datos y poder obtener valores DAP, por impacto en la cobertura boscosa, ajustados a PPA e ingresos promedio en Colombia. De otro lado, los estudios empleados presentan similitudes específicas, tales como bien evaluado y activo ambiental a valorar, metodología empleada y medida de bienestar estimada por el estudio.

Mediante la aplicación del método de transferencia de beneficios bajo el enfoque de medidas de tendencia central, se estima que la pérdida de componente escénico asociado a la cobertura boscosa, asciende a Col \$ 12.700 por hogar al mes para MA 1 y

13.885 por hogar mes para MA 2. Adicionalmente se estima que el intervalo de confianza entre el cual se ubica la DAP media se está entre Col \$ 3.214 (límite inferior) y Col \$ 22.186 (límite superior) para MA 1 y, Col \$ 813 (límite inferior) y Col \$ 26.958 para MA 2.

El modelo de VC que se emplea para la estimación del valor económico de la pérdida del paisaje del bosque a partir de la implementación de un proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, utiliza el formato OOH. Mediante los datos recolectados en campo se estiman tres modelos bajo un formato de elección dicotómica, a partir de los cuales se estiman diferentes DAP por parte de los individuos encuestados. A partir de los modelos, y de la inclusión de variables de corte ambiental, se estima que la DAP media por hogar al mes asciende a Col \$ 14.047 con el MODELO 1, Col \$ 10.538 con el MODELO 2 y Col \$ 10.511 con el MODELO 3.

Ahora, el contraste entre el método de VC y la transferencia de beneficios, permite ver resultados un tanto disímiles en la media de la DAP, Col \$ 12.700 obtenido con transferencia para MA 1 y Col \$ 13.885 para MA 2, y Col \$ 10.511 con el MODELO 3 del método de VC. Sin embargo, cabe resaltar que los tres valores de DAP estimados mediante la aplicación del método de VC, se encuentran dentro del intervalo de confianza estimado mediante el método de transferencia de beneficios para los dos métodos de ajuste mencionados.

Para en el cálculo del error de transferencia mediante el contraste de métodos (VC y transferencia de beneficios), se encuentra un resultado más bajo que los reportados en la literatura, situando el error de transferencia promedio en un 11% para el MA 1 y 21% para MA 2. Si se considera el error asociado únicamente al resultado obtenido mediante el MODELO 3 del método de VC, se obtienen valores de 21% y 32% para MA 1 y MA 2, respectivamente.

Lo anterior permite concluir que, en el marco de las limitaciones propias del modelo de TB, el presente estudio no encuentra elementos de prueba que refuten la validez del uso del método en cuestión para la valoración económica de impactos sobre la cobertura boscosa en proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico. De otro lado, constituye un primer ejercicio de contraste para Colombia, alrededor del análisis de la viabilidad del método y en desarrollar comparaciones entre métodos de ajuste de valores económicos estimados en sitios de estudio, dirigidos a ser transferidos a sitios de política.

Como ejercicio adicional, el estudio presenta el valor económico de la pérdida de paisaje agregada a partir del número total de hogares de los municipios asentados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Porvenir II. Mediante el uso de una tasa de descuento del 12% y un periodo de descuento de 50 años, se obtiene lo siguiente: i) el valor económico paisaje, para las comunidades vinculadas a la zona de influencia del proyecto asciende a 57 mil millones de pesos de 2015, si se toma como valor económico individual (DAP hogar/mes), el obtenido mediante transferencia de beneficios asociada a MA 1 y 63 mil millones de pesos de 2015 para MA 2; ii) asciende a 47 mil millones de pesos de 2015, si la medida de bienestar individual es la estimada mediante VC. Lo que permite observar una sobreestimación del valor económico agregado asociado al paisaje, desde el método de transferencia de beneficio, en relación con el valor obtenida a partir del estudio de VC. En tal virtud, se plantea que la utilización de valores económicos estimados mediante transferencia de beneficio, si bien constituyen estimaciones de interés como valores de referencia en el análisis del valor económico de bienes y servicios ambientales, deben considerarse de manera cautelosa con miras a la toma de decisiones de política pública, a fin de reconocer las limitaciones propias del método.

10. Bibliografía

About-Ali, H., Belhaj, M., 2005. Does benefit transfer always work: a multi-country comparison. Working Paper, Department of Economics, Gothenberg University, Sweden. 50 p.

Adams, C; Seroa daMotta, R; Ortiz, R; Reid, J; Ebersbach Aznar, C & Sinisgalli, A. (2008). The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: Economic valuation of Morro Do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, Sao Paulo State (Brazil). *Ecological Economics*. 359–370.

Adger, W; Brown, K; Cervigni, R & Moran, D. (1995). Total economic value of forest in Mexico. *Ambio*, 24: 286-296.

Ahtiainen, H; Artell, J; Czajkowski, M & meyerhoff, J. (2015). Performance of different approaches in international benefit transfer: insights from a nine country experiment. Faculty of Economic Sciences, University of Warsaw. 23 p.

Anuario Estadístico de Antioquia. (2014). Proyecciones de población. Producción sector agropecuario. Recuperado de: <http://antioquia.gov.co/images/pdf/anuario2014/es-CO/contenido/temas.html>.

Arrow, K; Solow, R; Portney, P; Leamer, E; Radner, R & Schuman, H. (1993) Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. Report to the General Counsel of the US National Oceanic and Atmospheric Administration. *Fed Regist* 18(10):4.601–4.614.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (2010). Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales. Recuperado de

http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf. P 70.

Azqueta, D & Stumpf, J. (1994) Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid: McGraw-Hill. 299, p.

Azqueta, O. (2002) Introducción a la economía ambiental- Ed McGraw- Hill. Madrid. 420 p.

Balakrishnan, M. & Abraham, N. (1988). A study of probable impacts of the proposed Manathody hydroelectric project on forest habitat and wildlife in Wynad, Kerela. Final Project Report. Trivendrum: Department of Zoology, University of Kerala. 105 p.

Baral, N; Stern, M & Bhattarai R. (2008). Contingent valuation of ecotourism in Annapurna conservation area, Nepal: implications for sustainable park finance and local development. *Ecological Economics*. 218-227.

Barbier, E; Acreman, M & Knowler, D. (1997). Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Barrio, M & Loureiro, M. (2010). A meta-analysis of contingent valuation forest studies. *Ecological Economics*. 69:1023-1030.

Barrow, C. (1988). The impact of hydroelectric development on the Amazonian environment: with particular reference to the Tucuruf Project. *Journal of Biogeography*. 15 (1): 67-78

Barton, D. (1999). The Transferability of benefit transfer – an experiment in varying the context of willingness-to-pay for water quality improvements, Discussion Paper, #D-10/1999. Department of Economics and Social Sciences. Agricultural University of Norway.

Barton, D. (2002). The transferability of benefit transfer: contingent valuation of water quality improvements in Costa Rica. *Ecological Economics*. 42:147–164.

Bateman, I; Brouwer, R; Ferrini, S; Schaafsma, M; Barton, D; Dubgaard, A; Bateman, I; Carson, R; Day, B; Haneman, M; Hanley, N; Hett, T; Jones, M; Loomes, G; Mauroto, S; Ozdemiroglu, E; Pearce, D; Sugned, R & Swanson, J. (2002). *Economic valuation with stated preference techniques. A manual*. Editorial, Edward Elgar. 458 p.

Bateman, I; Brouwer, R; Ferrini, S; Schaafsma, M; Barton, D; Dubgaard, A; Hasler, B; Hime, B; Liekens, I; Navrud, S; Nocker, L; Ščeponavičiūtė, R & Semėnienė, D. (2011). Making benefit transfers work: Deriving and testing principles for value transfers for similar and dissimilar sites using a case study of the non-market benefits of water quality improvements across Europe. *Environmental Resource Economics*. 50: 365–387.

Bennett, J. (2011). *The international handbook on Non-market Environmental Valuation* (Elgar Original Reference). Editorial: Edward Elgar Pu. ISBN: 978-1848444256

Bergen, V. & Löwenstein, W. (1992). Die monetäre Bewertung der Fernerholung im Südharz [Monetary valuation of remote recreation in Southern Hercynia]. In: Bergen, V.; Löwenstein, W.; Pfister, G. (eds.): *Studien zur monetären Bewertung von externen Effekten der Forst- und Holzwirtschaft*. Frankfurt: Sauerländer's. *Schriften zur Forstökonomie*. 2:1-60.

Bergland, O; Magnussen, K. & Navrud, S. (1995). *Benefit Transfer: Testing for Accuracy and Reliability*. Discussion Paper #D-03/ 1995. Norway: Department of Economics and Social Sciences. 21 p.

Bergstrom, J.C. (1990) Concepts and measures of the economic value of environmental

quality: a review, *Journal of Environmental Management*. 31:215-228.

Bishop, J. (1999). *Valuing Forests: A Review of Methods and Applications in Developing Countries*. International Institute for Environment and Development: London.

Bockstael, N. & McConnell, G. (1999). The behavioral basis of non-market valuation in valuing recreation and the environment: revealed preference methods in theory and practice (eds. Herriges, J.A. y C.L. Kling). *New Horizons in Environmental Economics*. Edwar Elgar. Estados Unidos.

Boyle, K. & Bergstrom, J. (1992). Benefit transfer studies: Myths, pragmatism, and idealism. *Water Resources Research*. 28 (3):675-683.

Brasington, D & Hite, D. (2005). Demand for Environmental Quality: A Spatial Hedonic Analysis. *Regional Science and Urban Economics*. 35, (1): 57-82.

Brouwer, R & Spaninks, F. (1999). The validity of environmental benefits transfer: Further empirical testing. *Environmental and Resource Economics*. 14:95-117.

Brouwer, R. (2000). Environmental value transfer: state of the art and future prospects. *Ecological Economics*. 32:137-152.

Casey, J; Kahn, J. & Rivas. A. (2006). Willingness to pay for improved water service in Manaus, Amazonas, Brazil. *Ecological Economics*. 58:365-372.

CEPAL (2001). *Aplicación de instrumentos economicos en la gestion ambiental en America Latina y el Caribe: desafios y factores condicionantes*. Santiago de Chile. P 80.

Ciriacy-Wantrup, S. (1947). Capital returns from soil conservation practices. En: *Journal of Farm Economics*. 29:1181- 1196.

Colombo, S & Hanley, N. (2008). How can we reduce the errors from benefits transfer? An investigation using the choice experiment method. *Land Economics*. 84 (1): 128-147.

Colombo, S; Calatrava, J & Hanley, N. (2007) Testing choice experiment for benefit transfer with preference heterogeneity. *American Journal of Agricultural Economics*, 89 (1):135-151.

Cooper, J; Hanemann, M & Signorello, G. (2002) One-and-one-half bounded dichotomous choice contingent valuation. *The Review of Economics and Statistics*. 84(4):742-750.

Correa, F. (2008). Tasa de descuento ambiental Gamma: Una aplicación para Colombia. *Lecturas de Economía, Universidad de Antioquia*. 69:141-162.

Correa, F; Osorio, J & Mendieta, J. (2010). Valoración económica de los impactos ambientales del proyecto hidroeléctrico el Buey. Informe Final, Contrato No. CT-2010-0136. Gerencia de generación energía. 276, p.

Chassany, J & Noublanche, C. (1998). Le rôle des acteurs locaux dans la valorisation économique du paysage: le cas de la vallée française des Cévennes ([The role of local stakeholders in landscape valuation: a case study of the French valley of Cévennes]). *Revue d'économie Méridionale*. 183, p.

Daily, G. (1997). ¿What are ecosystem services? *Natural Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. 18, p.

Daly, H. (1997). De la economía de un mundo vacío a la de un mundo lleno. *Desarrollo económico sostenible: Más allá del informe Brundtland*: 37-50.

De Groot, R; Wilson, M & Boumans, R (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41(3):393-408.

Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2013). Manual de soporte conceptual. Metodología general para la formulación y evaluación de proyectos. Dirección de inversiones y finanzas públicas. Bogotá, Colombia. 26. p.

Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2015). Manual conceptual de la metodología general ajustada (MGA). Dirección de investigaciones y finanzas públicas. Bogotá, Colombia. 91. p.

Departamento Nacional de Estadística (DANE) (2005). Censo general 2005. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>.

Desvousges, W; Johnson, F & Banzhaf, H. (1998). Environmental policy analysis with limited information. Principal and applications of the transfer method. Northampton, MA. Edward Elgar.

Desvousges, W; Naughton, M & Parsons, G.(1992). Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies. *Water Resources Research*. 28 (3):675-683.

Diamond, P & Hausman, J. (1994). Contingent valuation: is some number better than no number? *J Economics Perspect*. 8:45-64.

Durand, D & Point, P. (2000). Chapter3: Approche théorique et empirique de la valeur d'existence: applications a ux espèces animales protégées. [Theoretical and empirical approach of existence value: an application to protected species] *Contrat A848: Méthode d'évaluation contingente et décision publique*.

Elsasser, P; Meyerhoff, J; Montagne, C & Stenger, A. (2009). A bibliography and data base on forest benefit valuation studies from Austria, France, Germany and Switzerland–A possible base for a concerted European approach. *Journal of Forest Economics*. 15: 93-107.

Ellis, E. (2011) Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere *Phil. Trans.*
Ellis, E. Y Ramankutty, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 6:439–447.

Environmental Protection Agency (EPA) (2005). Workshop: Benefits transfer. Environmental Protection Agency's National Center for Environmental Economics (NCEE) and Environment Canada. Washington, D.C. Recuperado de: <https://www.epa.gov/environmental-economics/workshop-benefits-transfer>.

Escobar, L & Erazo, A. (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. *Gestión y Ambiente*. 9 (1): 25-38.

Eshet, T; Baron, M & Shechter, M. (2007). Exploring benefit transfer: disamenities of waste transfer stations. *Environmental & Resource Economics*. 37:521–547.

Figuroa, E & Pasten, B. (2010). Improving benefit transfer for wetland valuation: Income adjustment and economic values of ecosystem goods and services. *waddenacademie*. 44 p.

Figuroa, E. (2009). Valor económico de la contribución anual del sistema nacional de áreas protegidas de Chile y análisis de su financiamiento; In United Nations Development Program (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) and Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile (eds.), creación de un sistema integral de Áreas Protegidas para Chile. Documento de trabajo Net Impresores spa. Santiago, Chile. 107-280 p.

Figuerola, E. (2010) Valoración económica detallada de las áreas protegidas de Chile. In Final Report of a Project elaborated for the United Nations Development Program (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) and Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile. Santiago, Chile. 353, p.

Foley, J; Defries, R; Asner, G; Barford, C. & Bonan G. (2005). Global consequences of land use. *Science*. 309: 570–574.

Freeman, A. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the future. 512, p.

González, J; Etter, A; Sarmiento, A; Orrego, S; Ramírez, C; Cabrera, E; Vargas, D; Galindo, G; García, M & Ordoñez, M. (2011). Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 64 p.

Green, W. (2012). *Econometric analysis*. Prentice Hall. 7th Edición. 1231 p.

Gunawardena, P. (2010). Inequalities and externalities of power sector: A case of Broad lands hydropower project in Sri Lanka. *Energy Policy*. 38:726-734.

Guo, Z; Li, Y; Xiao, X; Zhang, L & Gan, Y (2007). Hydroelectricity production and forest conservation in watersheds. *Ecological Applications*. 17(6): 1557-1562.

Han, S; Kwak, S & Yoo, S. (2008). Valuing environmental impacts of large dam construction in Korea: An application of Contingent Valuation. *Environmental Impact Assessment Review*. 28: 256–266.

Hanemann, M & Vasquez, F. (2005). Embedding in stated preferences. Working paper, Universidad de California, Berkeley.

Hanemann, M. (1984). Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 66: 332-341.

Hanley, N & Bardier, E. (2009). Pricing nature: Cost-benefit analysis and environmental policy. *Editorial EE*. 213 p

Hanley, N; Shogren, J & White, B. (1997). *Environmental economics: In theory and practice*. Oxford University Press. New York.

Hanley, N; Wright, R. & Adamowicz, V. (1998). Using Choice experiments to value the environment. *Environmental and Resource Economics*. 11 (4): 413-428.

Hasler, B; Hime, S; Liekens, I; Navrud, S; De Nocker, L; Sceponavičiūtė, R; Henriette I. Jager & Smith, B. (2008). Sustainable reservoir operation: can we generate hydropower and preserve ecosystem values? *River Research And Applications*. 24: 340-352.

Hoffmann, R. (1996) problemas y perspectivas de la valoración de recursos y procesos naturales: análisis de costo-beneficio en áreas rurales del "Tercer Mundo". *Economía Informa*. 253 p.

Holm-Mueller, K & Muthke, T. (2004). National and international benefit transfer testing with a rigorous test procedure. *Environmental & Resource Economics*. 29: 323-336.

Integral (2012). *Estudio de Impacto Ambiental. Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Samaná Norte Proyecto Hidroeléctrico Porvenir II. Documento Técnico*. I_2240. 700 p.

Jäger, M; Garcia, J; Cajal, J; Burkart, R & Riegelhaupt, E. (2001). Valoración económica de los bosques: revisión, evaluación, propuestas. Fundación para la Conservación de Especies y el Medio Ambiente (FUCEMA). Informe final para Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y Oficina Regional para América del Sur. 30 p.

Johnston, R; Rolfe, J; Rosemberger, R & Brouwer, R. (2015). Benefit transfer of environmental and resource values. A guide for researchers and practitioners. Springer. 583 p.

Kahneman, D & Knetsch, J. (1992) Contingent valuation and value of public goods: reply. *J Environmental Economics Management*. 90-94.

Kaul, S; Boyle, N; Parmeter, C & Pope, J (2013). What can we learn from benefit transfer errors? Evidence from 20 years of research on convergent validity. *Journal of environmental economics and management*. 66: 90-104.

Kristofersson, D & Navrud, S (2005). Validity tests of benefit transfer –Are we performing the wrong tests? *Environmental and Resource Economics*. 30 (3): 279-286.

Lindhjem, H & Navrud, S. (2008). How reliable are meta-analyses for international benefit transfers? *Ecological Economics*. 66:425-435.

Loomis, J; Roach, B; Ward, F. & Ready, R. (1995). Testing transferability of recreation demand models across regions: a study of corps of engineer reservoirs, *Water Resources Research*,. 31 (3,): 721-730.

Loomis, J. (1992). The evolution of a more rigorous approach to benefit transfer: benefit function transfer, *Water Resources Research*. 28 (3): 701-705.

Loomis, J. & Feldman, M. (1995). An economic approach to giving “equal consideration” to environmental values in FERC hydropower relicensing. *Rivers*. 5 (2):96-108.

Loomis, J. & Rosenberger, R. (2006). Reducing barriers in future benefit transfers: needed improvements in primary study design and reporting. *Ecol. Econ.* 60 (2): 343–350.

Lovett, J; John, H; Lonard, B & John, H. (1997). Assessment of the impact of the Lower Kihansi Hydropower Project on the forests of Kihansi Gorge, Tanzania. *Biodiversity and conservation*. 6: 915–934.

Matthews, D; Hutchinson, W & Scarpa, R. (2009). Testing the stability of the benefit transfer function for discrete choice contingent valuation data. *Journal of Forest Economics*. 15(2):131-146.

Matthews, D; Hutchinson, W. & Scarpa, R. (2009). Testing the stability of the benefit transfer function for discrete choice contingent valuation data. *Journal of Forest Economics*. 13:131-146.

McFadden, D & Leonard, G. (1993). Issues in the contingent valuation of environmental goods, in Jerry a. Hausman (ed.) *Contingent valuation: a critical assessment (contributions to economic analysis, volume 220)* Emerald Group Publishing Limited. 220:165–215.

Mendieta, J. (1999). *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables: Aplicaciones de las técnicas de valoración no mercadeables, y el análisis costo beneficio y medio ambiente*. Centro de Estudios para el Desarrollo Económico. Facultad de Economía. Universidad de los Andes. Documento CEDE 99–10. Junio de 1999. Bogotá.

Millennium Ecosystem Assessment. (MEA) (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 279–286.

Minhaj, M. (2009). On the contingent valuation of mortality risk reduction in developing countries. *Applied Economics*. 41(2):171–181.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Decreto 2820 de 2010, por el cual se reglamenta el título VIII de la ley 99 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Minas y Energía (2012). Resolución 180423 de 21 de marzo de 2012. Plan de referencia Generación-Trasmisión 2012-2015. Colombia.

Ministerio de Minas y Energía (2015). Portafolio de proyectos de generación de energía. Bogotá Colombia. 99, p.

Mitchell, R. & R. Carson. (1989). Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Washington, D.C. *Resources for the Future*. 470, p.

Mogas, J & Riera, P. (2003). Validación del experimento de elección en la transferencia de beneficios. *Revista de Economía Pública*. 2 (165): 79-95.

Montagné, C. & Stenger, A. (2006). Valuing forest ecosystem services in France: state and stakes. In: *A Protocol and Database for the Environmental Valuation of French/European Forests*. 30: 26–27.

Morrison, M; Bennett, J; Blamey, R & Louviere, J. (2014). Choice modeling and tests of benefit transfer. *American Journal of Agricultural Economics*. 84 (1): 161-170.

Munasinghe, M. (1992) Environmental economics and sustainable development, Paper presented at the UN Earth Summit, Rio de Janeiro, Brazil, and reproduced as Environment Paper No. 3, World Bank, Wash. DC, USA.

Muramira, T. (2001). Valuing the losses caused to Mabira forest by hydropower development in Uganda innovation. Uganda: Special Issue on Valuation of Forest Resources in East Africa.

Muthke, T & Holm-Mueller, K. (2004). National and international benefit transfer testing with rigorous test procedure. *Environmental & Resource Economics*. 29:323-336.

Navrud, S & Ready, R. (2007) Environmental values transfer: Issues and Methods. Serie The economics of non-markets goods and resources. Springer. 290 p.

Navrud, S. & Bergland, O. (2001). Value transfer and environmental policy. Policy Research Brief No. 8. Cambridge Research for the Environment.

Nielsen, C. (1992). Der wertstadtnaher walder als erholungsraum. Eineo konomische Analyse Beispiel von Lugano (The Value of Periurban Forests As Recreation Area. An Economic Analysis at the Example of Lugano)]. Ruedger, Chur/Zu" rich.

Normandin, D. (1998). Report to the European commission, DG XI. Opinions et attitudes des lorrains par rapport á l'environnement et á la forét ([Opinions and behaviours of Lorraine's in habitants about environment and forest]). Les courriers de l'environnement de l'INRA. 34 p.

Orrego, S. (2009). Economic modeling of tropical deforestation in Antioquia (Colombia), 1980-2000: An Analysis at a Semi-Fine Scale with Spatially Explicit Data. Phd Dissertation, Oregon State University, 137p.

Osorio, J & Correa, F. (1999) Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico*. 6. (16):160-193.

Osorio, J. (2006). Método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y aplicaciones. *Revista semestre económico*. 18 p.

Panwar, S; Agrawal, D; Negi, G; Kanwal, K; Sharma, V; Lodhi, M; Singh, J & Bhatt, V (2010) Impact assessment of a hydroelectric project on the flora in the Western Himalayan region based on vegetation analysis and socio-economic studies. *Journal of Environmental Planning and Management*. 53 (7): 907-923

Pattanayak, S; Win, J; Depro, B & Van-Houtven, G. (2015). International health benefits transfer application tool: The use of PPP and inflation indices. *Research triangle institute*. Final report. 19, p.

Parsons, G. & Kealy, M. (1994). Benefits transfer in a random utility model of recreation, *Water Resources Research*. 30 (8): 2477-2484.

Pearce, D & Pearce, C. (2001). The value of forest ecosystems, Report to the Secretariat of the United Nations Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.

Pearce, D & Turner, R. (1990) *Economic of natural resource and the environment*, New York, Harvester Wheatsheaf. *Resources. Economics*. 50 (3):365-387.

Pearce, D; Atkinson, G & Mourato, S. (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. Editorial: OECD Publishing. 316 p.

Pearce, D. (1993). *Economic values and the Natural World*. Earthscan, Londreng1033. The forest area of the world and its potential productivity. Dept. of Geography, Royal University of Goteborg, Sweden.

Pearson G. & Kealy M. (1994) Benefits transfer in a random utility model of recreation. *Water Resources Research*. 8 (30): 2477-2484.

Ponce, R; Vásquez, F; Stehr, A; Debels, P., & Orihuela, C. (2011). Valuing the environmental impacts of hydropower plants: the case of landscape in the Chilean Patagonian. Project Twinlatin, European Community: Programme for Research and Technological Development. Chile: Priority Area "Global Change and Ecosystems", Contract No. 018436.

Portney, P. (1994). The contingent valuation debate: why economist should care. En: *The Journal of Economic Perspectives*. 8(4): 3-17.

Restrepo, M. & Giraldo, J. (2006). Aproximación al valor de daño ambiental de daño del relleno sanitario de la pradera a partir del método de transferencia de beneficios. Informe contrato 432 de 2006. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburra y Universidad de Antioquia.

Ready, R; Navrud, S; Brett, D, et al. (2004). Benefit transfer in Europe ¿How reliable are transfer between countries? *Environmental and Resource Economics*. 29:67-82.

Ready, R & Navrud, S. (2006). International benefit transfer: Methods and validity test. *Ecological Economics*. 60:429-434.

Richardson, L; Loomis, J; Kroeger, T & Frank, C. (2015). The role of benefit transfer in ecosystem service valuation. *Ecological Economics*. 15: 51-58

Riera, P; Signorello, G; Thiene, M; Mahieu, P; Navrud, S; Kavalf, P; Rulleaug, B; Mavsarh, R; Madureira, L; Meyerhoff, J; Elsasser, P; Notarol, S; Salvo, M; Giergiczny, M & Dragoi, S. (2012). Non-market valuation of forest goods and services: Good practice guidelines. *Journal of Forest Economics*. 18:259-270.

Rodriguez, N. (2011). Deforestacion y cambio de la cobertura del suelo en Colombia. Dinámica espacial, factores de cambio y modelamiento. Centre de Recerca Ecológica y Unidad de Ecología, Departamento de biología Animal, Vegetal y Ecología. UAB. Bogota D.C., Colombia. 134 p.

Rosemberger, R & Loomis, J. (2003) Benefits transfer In: Champ PA. Boyle KJ. Brown TC (Eds). A primer on nonmarket valuation. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands pp 445-482.

Rosemberger, R & Phipps, T. (2007). Correspondence and coverage in benefit transfer accuracy: meta-analytic review of the literature. En Navrud, S & Ready, R. (Ed.), Environmental value transfer: Issues and methods (pp. 23-43). Dordrecht. Springer.

Rosenberger, R. & Stanley, T. (2006). Measurement, generalization, and publication: Sources of error in benefit transfers and their management. 60(2):372-378.

Rosenberger, S & Loomis, J. (2000). Benefit Transfer of Outdoor Recreation Use Values: A Technical Document Supporting the Forest Service Strategic Plan (2000 Revision). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Schaafsma, M; Morse-Jones, S; Posen, P; Swetnam, R; Balmford, A; Bateman, I; Burgess, D; Chamshama, S; Fisher, B; Green, R; Hepelwa, A; Hernández-Sirvent, A; Kajembe, G; Kulindwa, K; Lund, J; Mbwambo, J; Meilby, L; Ngaga, Y; Theilade, I; Treue, K; Vyamana, V & Turner, R. (2012). Towards transferable functions for extraction of Non-timber Forest Products: A case study on charcoal production in Tanzania. Ecological Economics. 80: 48-62.

Seménienè, D. (2011). Making benefit transfers work: deriving and testing principles Shrestha, R. K. Y J.B. Loomis (2001). "Testing a Meta-Analysis Model for Benefit

Transfer in International Outdoor Recreation". *Ecological Economics*, 39:67- 83.

Shrestha, R & Loomis, J. (2001). Testing a meta-analysis model for benefit transfer in international outdoor recreation. *Ecological Economics*. 39(1): 57-83.

Smith, K; Van, G & Pattanayak, S. (2002). Benefit transfer via preference calibration: "Prudential Algebra" for Policy. *Land Economics*, 78 (1): 132-152.

Spash, C. & Arild, V. (2006). Transferring environmental value estimates: Issues and alternatives. *Ecological Economics*. 60: 379-388.

Stengera, A; Harou, P & Navrud, S. (2009). Valuing environmental goods and services derived from the forests. *Journal of Forest Economics*. 15:1-14.

Swallow, S; Weaver, T; Opaluch, J. & Michelman, T. (1994). Heterogeneous preferences and aggregation in environmental policy analysis: a landfill siting case», *American Journal of Agricultural Economics*. 76,:431-443.

Tao, Z; Yan, H & Zhan, J. (2012). Economic valuation of forest ecosystem services in Heshui Watershed using contingent valuation method. *Procedia Environmental Sciences*. 13: 2445-2450.

Uddin Sarwar A.; Keinosuke G. (2005) Cost-benefit analysis of environmental goods by applying contingent valuation method: some Japanese case studies. Editorial: Springer 1 edition. 159 p.

Unidad de Planeacion Minero Energetica (UPME) (2015). Bance participacion sectorial en Colombia. Recuperado el 18 de octubre de 2015. Recuperacod de: <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>.

Uribe, E; Mendieta, J; Carriazo, J & Carriazo, F. (2003). Introducción a a valoración ambiental y estudios de caso Bogotá. Ediciones Uniandes. 227 p.

Uribe, E; Mendieta, J & Carriazo, F. (2003). Introducción a la Valoración Económica Ambiental y Estudios de Caso. Bogotá

USDA (2001). General Technical Report RMRS-GTR-72. Departamento de Agricultura del Gobierno de los Estados Unidos.

VandenBerg, T; Poe, G. & Powell, J. (2001) Assessing the accuracy of benefits transfers: evidence from a multi-site contingent valuation study of groundwater quality. In: Bergstrom, J.C., Boyle, K.J., Poe, G.L. (Eds.), *The Economic Value of Water Quality*. Edward Elgar, Massachusetts.

Vasquez, Felipe; Cerda, Arcadio y Orrego, Sergio (2007) Valoración económica del ambiente: fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones En: *Argentina 2007*. Ed:Thomson Cono Sur. 1000 . 368, p.

Walsh, R; Johnson D & Mckean J. (1992) Benefit transfer of outdoor recreation demand studies 1968-1988. *Water Resources Research*. 28,(3):707-713.

Wang, G., Fang, Q., Zhang, L., Chen, W., Chen, Z., & Hong, H. (2009). Valuing the effects of hydropower development on watershed ecosystem services: Case studies in the Jiulong riverwatershed, Fujian Province, China. *Coastal and Shelf Science*. 86:363-368.

Wilson, M. & Hoehn, J. (2006). Valuing environmental goods and services using benefit transfer: The estate of art and science. *Ecological Economics*. 335-342

Woodward R. & Wui Y. (2001). The economic value of wetland service: a meta-analysis. *Ecological Economics*. 2(37):257-270.

Yepes, A; Duque, A; Navarrete, D; Phillips, J; Cabrera, E; Corrales, A; Álvarez, E; Galindo, G; García, M; Idárraga, A & Vargas, D. (2011). Estimación de las reservas y pérdidas de carbono por deforestación en los bosques del departamento de antioquia, Colombia. *Actual Biol*, 33(95): 193-208.

Zandersen, M; Termanse, M & Søndergaard, F. (2007). Testing benefits transfer of forest recreation values over a twenty-year time horizon. *Land Economics*. 83(3):412-440.

Anexo 1. Encuesta de valoración económica

ENCUESTA DE VALORACIÓN ECONÓMICA																																							
<p>Buenos días, mi nombre es: _____, hago parte de un grupo de personas que se encuentran desarrollando un estudio relacionado con un espacio natural ubicado en el norte de Antioquia. En este sentido nos interesa obtener información sobre su conocimiento y percepción acerca de este espacio. La información que usted nos suministra es de gran importancia, pues los resultados de la investigación serán utilizados para desarrollar ejercicios académicos que pueden ser de interés para diferentes actores públicos, privados y para la sociedad en general. Le agradezco mucho su colaboración al brindarme unos minutos para responder este cuestionario.</p> <p><i>La información suministrada es estrictamente confidencial y solo se usará con fines estadísticos</i></p>																																							
<p>A. Datos de Control</p>																																							
<p>Nombre del encuestador: _____</p>																																							
<p>Lugar de realización: _____</p>	<p>Hora de inicio: _____</p>																																						
<p>Fecha de realización: _____</p>	<p>Hora de finalización: _____</p>																																						
<p>A. I. Datos de Control</p>																																							
<p>Municipio _____ Vereda _____</p>																																							
<p>Tenga en cuenta: las personas encuestadas deben vivir en los municipios de la Puerto Nare, San Luis y San Carlos</p>																																							
<p>B. Preguntas de percepción del espacio natural</p>																																							
<p>En su municipio se han detectado bosques que prestan diversos servicios ambientales y beneficios a la comunidad. Estos bosques son importantes para la conservación de los recursos naturales al tiempo que ofrecen el paisaje natural actual del que disfrutan tanto los habitantes como los visitantes. A continuación, se le presentarán algunas preguntas relacionadas con estos bosques, su percepción acerca de ellos y su interacción con los mismos.</p>																																							
<p>1 ¿Usted o alguno de los miembros de su familia ha visitado en el último año áreas naturales con bosques en su municipio?</p> <p>Si <input type="text" value="1"/> No <input type="text" value="2"/></p> <p>2 En una escala de 1 a 5, siendo cinco lo más importante y uno lo menos importante. ¿Que tan importante es para usted la conservación de los bosques presentes en su municipio?</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Muy importante</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="text" value="2"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="text" value="3"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="text" value="4"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Nada importante</td> <td><input type="text" value="5"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table> <p>3 ¿Qué tan cerca vive usted de éstas áreas con bosques?</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Muy lejos</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Relativamente cerca</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Muy cerca</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	Muy importante	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>	Nada importante	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>	Muy lejos	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	Relativamente cerca	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	Muy cerca	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<p>4 ¿Piensa usted que lo afecta la degradación de las áreas naturales boscosas de su municipio?</p> <p>Si <input type="text" value="1"/> No <input type="text" value="2"/></p> <p>¿Por qué? _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5 Califique de 1 a 5 los siguientes servicios que prestan los bosques de su municipio. Siendo 5 muy importante y 1 poco importante.</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Paisaje</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Recreación no deportiva (paseos de olla, caminar)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Prevención de erosión, derrumbes y otros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Cultural</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Aire puro</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Provisión de agua</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Otro, ¿Cuál? _____</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Paisaje	<input type="checkbox"/>	Recreación no deportiva (paseos de olla, caminar)	<input type="checkbox"/>	Prevención de erosión, derrumbes y otros	<input type="checkbox"/>	Cultural	<input type="checkbox"/>	Aire puro	<input type="checkbox"/>	Provisión de agua	<input type="checkbox"/>	Otro, ¿Cuál? _____
Muy importante	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>																																					
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>																																					
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>																																					
	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>																																					
Nada importante	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>																																					
Muy lejos	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>																																					
Relativamente cerca	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>																																					
Muy cerca	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>																																					
<input type="checkbox"/>	Paisaje																																						
<input type="checkbox"/>	Recreación no deportiva (paseos de olla, caminar)																																						
<input type="checkbox"/>	Prevención de erosión, derrumbes y otros																																						
<input type="checkbox"/>	Cultural																																						
<input type="checkbox"/>	Aire puro																																						
<input type="checkbox"/>	Provisión de agua																																						
<input type="checkbox"/>	Otro, ¿Cuál? _____																																						

<p>C. Condiciones de uso del espacio ambiental</p>	<p>8 ¿Por que motivo (s) no hacen ninguna actividad en los bosques mencionados</p>
<p>A continuación, voy a realizar unas preguntas con el fin de determinar si usted dispone de información sobre los bosque situados en los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Náre.</p>	<p>(marque solo una opción)</p> <p>a. Es inseguro <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>b. No sabe como llegar <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p> <p>c. Difícil Acceso <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/></p> <p>d. Lejanía <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/></p> <p>e. No le interesa realizar actividades en el bosque <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/></p> <p>f. Otro, ¿cuál? _____ <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/></p>
<p>6 Los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Náre, son conocidos por su diversidad de bosques. ¿Conoce usted estos bosques?(se presenta ayuda gráfica)</p> <p>Si <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> (PASE A 7) No <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> (PASE A 12)</p>	<p>9 Número de veces que desarrolla alguna actividades en el sitio</p> <p>Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/></p>
<p>7 Acostumbra usted o alguien del hogar, desarrollar alguna actividad en estos bosques? De las siguientes actividades marque con una "X" las que usted y su familiar realizan.</p> <p>(puede marcar más de una opción)</p> <p>a. Caminatas, trotar, correr <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>b. Disfrutar del paisaje <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>c. Actividades educativas <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>d. Recolectar leña <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>e. Ir de paseo <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>f. Ninguna <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>g. Otro, cuál? _____ <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Si marcó la opción (f. Ninguna), pase a la pregunta 8</p>	<p>10 Gastos por visita:</p> <p>Transporte \$ <input type="text"/></p> <p>Alimentación \$ <input type="text"/></p> <p>Otros, ¿Cuales? _____ \$ <input type="text"/></p> <p>11 Visita otros sitios naturales en San Carlos, San Luis y Puerto Náre?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Si responde si, cual?: _____</p> <p>Número de veces al año que visita el sitio : <input type="text"/></p> <p>Tiempo de permanencia en el sitio : _____(hrs)</p> <p>Gastos por visita \$ <input type="text"/></p>
<p>D. Escenarios de Valoración Económica</p>	
<p>A continuación se explicarán dos proyectos que se pueden implementar en los bosques cercanos al río Nare y demás ríos cercanos a la zona, en jurisdicción de los municipios de San Luis, San Carlos y Puerto Náre. Tenga en cuenta que no es posible realizar ambos proyectos, si uno de los proyectos propuestos es de su preferencia, el otro no se realizará. Así, es importante aclarar que ésta consulta se hace con el objetivo de identificar cuál proyecto prefiere la comunidad y la realización de los mismos depende de lo que plantee la comunidad.</p>	
<p>Escenario 1 - Proyecto Hidroeléctrico</p> <p>El proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico está localizado al oriente del departamento de Antioquia, el embalse ocupará áreas de los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare. Sus impactos más representativos están asociados a la pérdida de 1.248 ha de bosques, pérdida de suelos utilizados con fines agrícolas, cambios en el paisaje de la zona, generación de aguas residuales y basura, generación de empleo para los pobladores de los municipios, incremento de los ingresos que tiene el municipio para obras públicas, construcción de vías y carreteras, incremento de la producción de energía para el municipio, el departamento y el país e incremento del potencial turístico de la zona, asociado al embalse.</p> <p>Considere que: si bien el proyecto anteriormente descrito genera diferentes impactos, nuestro interés principal es saber su opinión con respecto al impacto asociado al bosque y no sobre el mencionado para otros impactos.</p>	

Escenario 2 - Proyecto de conservación

El proyecto de conservación del bosque implica declarar una zona de 1.248 hectáreas de bosque como área protegida. Esto permite evitar que se desarrollen actividades económicas en esa zona y que se afecte al bosque. Sería importante para la región mantener esta área protegida ya que se conservaría las más de 15 especies de bosques nativos presentes en los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nâre, se evitaría el desplazamiento de fauna y se mantendría invariado el paisaje de la zona, entre otros beneficios

Pregunta de valoración económica

12 Por favor tenga en cuenta la información que le acabo de mencionar sobre las alternativas de proyectos contemplados en la zona de jurisdicción de los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nâre.

Considere que hasta el momento se desconoce la cantidad de dinero exacto necesario para realizar el proyecto de conservación (área protegida), pero sabemos que está en un rango de valores entre (B- y B+). Teniendo en cuenta todos los gastos mensuales que usted y su familia tienen; si para acceder a los beneficios del proyecto de conservación usted debiera aportar (B+), que sería cobrado de manera mensual durante 1 año, para la realización del proyecto de conservación, a través de la cuenta de servicios de agua potable que llega mensualmente a su casa. ¿Cómo votaría usted a esta consulta?

(Información para el encuestador) Si usted elije el escenario 1, no tendrá que asumir ningún pago, sin embargo, usted y su comunidad asumen los impactos del proyecto mencionados anteriormente. Si elije el escenario 2 usted y cada uno de los individuos de su comunidad, asumen una contribución mensual destinada para la realización del proyecto de conservación. ¿Cuál de los anteriores proyectos preferiría usted?

(Marque una X a la desecha del escenario que sea de su preferencia)

Escenario 1.	Proyecto Hidroeléctrico	
Escenario 2.	Proyecto de Conservación	

13 Si usted tiene que pagar (B-) que sería cobrado a través de la cuenta de agua potable que llega mensualmente a su casa. ¿Cuál de los anteriores proyectos preferiría usted?

(Marque una X a la desecha del escenario que sea de su preferencia)

Escenario 1.	Proyecto Hidroeléctrico	
Escenario 2.	Proyecto de Conservación	

Si para todas las preguntas su respuesta fue el escenario 1, pase a la pregunta 15. De lo contrario, continúe en la pregunta 14.

14 Porqué razón principal no estaría dispuesto a pagar por el proyecto de conservación?

(Marque solo una opción)

- a. El precio solicitado es muy alto
- b. No le interesa la realización del proyecto de conservación
- c. No puede pagar (bajos ingresos)
- d. El gobierno debe financiar el proyecto de conservación
- e. Deben pagar solo las personas de dinero

1	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>

f. Otra razón, cuál?

6	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

15 Por favor califique de 1 a 5, donde 5 es muy importante y 1 nada importante, los servicios que puede obtener en la zona de bosque

Nada importante					Muy importante
	1	2	3	4	5

- a. Hábitat de especies de animales
- b. Paisaje
- c. Recolección de leña y corte de madera
- d. Conservación de especies de arboles nativos

E. Condiciones del hogar

16 ¿Cuántas familias habitan en su hogar?

17 ¿Cuántas personas componen su hogar?
 Niños menores de 10 años

18 Cuánto tiempo lleva residiendo en este municipio?
 Meses Años

19 Donde nació?

En este municipio	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>
Otro municipio del mismo departamento	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>
En otro departamento	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>
En otro país	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>

20 Nivel educativo del jefe del hogar

Ninguno	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	Años de Edu	_____
Primaria	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		_____
Secundaria	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		_____
Técnico	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		_____
Tecnológico	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		_____
Superior	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>		_____

21 Aproximadamente, cuál es el ingresos mensuales de su hogar?
 \$ _____

22 Cuántos de los miembros de su hogar trabajan:

23 Aproximadamente cuánto gastó el mes pasado en su hogar?
 \$ _____

24 Cuál es su año de nacimiento?
 Año:

25 Género
 1 Hombre 2 Mujer

26 Usted vive en el casco urbano del municipio o en una vereda?
 Casco urbano 1
 Vereda 2 Cuál? _____

27 Actividad económica del jefe del hogar

Trabaja	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>
Oficios del hogar	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>
Estudia	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>
Rentista /pensionado	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>
Busca trabajo	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>
Incapacitado permanente	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>
Otra actividad, ¿Cuál?	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>

28 Usted considera que cada una de las preguntas de la encuesta fueron faciles de entender?
 Si 1 No 2

29 Usted considera que la explicación de las alternativas del proyecto y la pregunta de DAP, fueron faciles de entender?
 Si 1 No 2

Anexo 2. Cálculo de tamaño de muestra

El presente ejercicio, pretende definir el tamaño muestral óptimo que será utilizado para la encuesta de valoración económica para la valoración de bosque, desarrollado en el marco del proyecto de tesis titulado **“Viabilidad de la transferencia de valores económicos para la estimación de impactos sobre cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos para el Departamento de Antioquia”**. Para este diseño se utilizó la metodología de muestreo aleatoria simple, que se define como un procedimiento probabilístico de selección de los elementos que componen una muestra, tomados de una población homogénea de tamaño N , permitiendo que cada elemento tenga la misma oportunidad de ser elegida. Es necesario tener en cuenta para la definición del tamaño de la muestra, si el objetivo es estimar la media poblacional (μ) o la proporción poblacional (p).

En este caso, se desea determinar una proporción poblacional, para lo que es necesario definir el nivel de confianza con el cual se desea trabajar y el error máximo que se está dispuesto a admitir para el ejercicio. Teniendo en cuenta lo anterior, se usará un nivel de confianza del 95% y se estará dispuesto a admitir un error máximo de 5% o 6%, se replicará el ejercicio de definición de muestra óptima para los dos niveles de error máximo.

Es necesario tener en cuenta que la forma funcional utilizada para el cálculo de la proporción poblacional varía dependiendo de si se conoce el tamaño de la población o no. Así, para este ejercicio se tomó la información poblacional contenida en la Encuesta Nacional de Hogares (DANE, 2005), obteniendo los datos de población total y número de hogares para los municipios de San Carlos, San Luis y Puerto Nare, los municipios considerados como pertinentes para el estudio de valoración.

Para el municipio de San Carlos se determinó una población 16.690 personas en la totalidad del municipio, conteniendo 4.583 hogares, donde 1.631 están ubicados en la

cabecera municipal y 2.952 en el resto del territorio. Para San Carlos, se plantea que su población asciende a 15.826 personas y 4.576 hogares, en el caso de San Luis se encontró que su población está compuesta por 11.009 personas y 4.706 hogares.

Ya definido el tamaño de la población, se puede emplear la siguiente expresión matemática para estimar la proporción de la población:

$$n = \frac{NZ_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)}$$

Donde P es la proporción poblacional estimada en un estudio anterior. Si dado el caso no se dispone de esta información se considera un P = 0.5, ya que este valor de P proporciona el mayor tamaño de muestra posible, además sabiendo que P = 0.5 se puede concluir que (1-P) = 0.5, N es el tamaño poblacional, e es el error estándar

De este modo, aplicando la fórmula referida anteriormente, y tomando un nivel de confianza del 95%, un error esperado del 7% y una $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ de 1.96, se obtuvo una muestra para San Carlos de 194 y Puerto Nare de 193, obteniendo una muestra total para los cuatro municipios de 580 personas, si se asume una persona por unidad familiar. En las siguientes tablas, se resumen los datos considerados y los resultados finales del ejercicio de cálculo de tamaño de muestra óptima para los municipios de San Luis, San Carlos y Puerto Nare.

Tabla 31. Tamaño de muestra con un nivel de confianza del 95% y un error esperado de 7%

Municipio	Total, Hogares	Nivel de confianza	Error esperado	P	Q	Tamaño de muestra
San Luis	18.654	1,96	7,0%	50%	50%	194
San Carlos	16.064	1,96	7,0%	50%	50%	194
Puerto Nare	10.939	1,96	7,0%	50%	50%	193
Total	45.657					580

Fuente: elaboración propia a partir de DANE (2005).

Anexo 3. Libro de códigos de las variables empleadas en los modelos econométricos

SIGNIFICADO DE LA VARIABLE	VARIABLE	OPCIONES CONTENIDAS EN LA VARIABLE		TIPO DE VARIABLE	ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS
Valor de DAP declarado por el encuestado	bid	-	-	Continua	Promedio \$10.392 Mínimo \$6.000 Máximo \$12.000
Ingreso por hogar al mes declarado por el encuestado	ing	-	-	Continua	Promedio \$833.454 Mínimo \$10.000 Máximo \$6.000.000
Años de educación que declaro haber cursado el encuestado	edu	-	-	Continua	Promedio 8 Mínimo 0 Máximo 16
Género del encuestado	genero	Hombre	1	Discreta	Hombres 327 Mujeres 241
		Mujer	0		
Lugar de nacimiento del encuestado	lnaci	En el municipio	1	Discreta	En el municipio 63% En otro municipio 31% En otro departamento 5%
		En otro municipio	2		
		En otro departamento	3		

Anexo 3. (Continuación...)

Declaración de cercanía a áreas boscosas	cercabo	Muy lejos	1	Discreta	Muy lejos	25%
		Relativamente cerca	2		Relativamente cerca	38%
		Muy cerca	3		Muy cerca	36%
Calificación importancia del paisaje como servicio del bosque	cservpai	Calificación de 1 a 5, donde 5 muy importante y 1 nada importante	-	Discreta	Calificación	
					5	85%
					4	9%
					3	4%
					2	2%
					1	1%
Consideración sobre la afectación en el bienestar a partir de la degradación de los bosques	degbo	Si	1	Discreta	Si	96%
		No	0		No	4%
Calificación de la importancia de conservar los bosques	cconsebo	Calificación de 1 a 5, donde 5 es muy importante y 1 nada importante	-	Discreta	Calificación	
					5	90%
					4	7%
					3	3%
					2	0%
					1	0%

Fuente: elaboración propia