

CONTRALORÍA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA

**INFORME DE AUDITORIA NO. 26
22 DE DICIEMBRE DE 2015**

**ACTUACION ESPECIAL VALORACION DEL DAÑO AMBIENTAL PRODUCIDO POR EL SITIO DE
DISPOSICIÓN FINAL "EL CARRASCO"**

**MUNICIPIO DE BUCARAMANGA
VIGENCIA 2014 – PGA 2015**

Carrera 11 N° 34-52 Fase II Piso 4 / Teléfono 6522777 / Telefax 6303777
www.contraloriabga.gov.co / contactenos@contraloriabga.gov.co
Bucaramanga, Santander / COLOMBIA

CONTRALORÍA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA

INFORME DE AUDITORIA No. 26

22 DE DICIEMBRE DE 2015

**MAGDA MILENA AMADO GAONA
REYNALDO MATEUS BELTRAN
RAUL ALBERTO ANGARITA COGOLLO
YANINA LICETH BARON ORDOÑEZ**

**Contralora de Bucaramanga
Jefe Oficina de Vigilancia Fiscal y Ambiental
Auditor Fiscal (Líder)
Profesional Universitario**

MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

VIGENCIA 2014 – PGA 2015

Carrera 11 N° 34-52 Fase II Piso 4 / Teléfono 6522777 / Telefax 6303777
www.contraloriabga.gov.co / contactenos@contraloriabga.gov.co
Bucaramanga, Santander / COLOMBIA

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	4
1. ALCANCE	6
2. OBJETIVOS	6
3. CONSIDERACIONES JURIDICAS	6
4. CARTA DICTAMEN	7
5. DESARROLLO DE LA AUDITORIA	9
5.1 Descripción del Problema	9
5.2 Metodología de la Aplicación	10
5.3 Metodología Aplicada por el Consultor	11
6. CONCLUSIONES	18
7. RELACIÓN DE HALLAZGOS	19
8. ANEXOS - APOYO EN LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES EN EL RELLENO SANITARIO EL CARRASCO, elaborado por la Firma ECOSIMPLE S.A.S. (Contiene 47 folios)	20

INTRODUCCIÓN

La Constitución Política Nacional en su artículo 267 determina que el control fiscal es una función pública que se ejercerá en forma posterior y selectiva por la Contraloría General de la República, la cual vigila la gestión fiscal de la administración y de los particulares o entidades que manejen fondos o bienes públicos.

La vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en los principios de eficiencia, economía, eficacia, equidad y la valoración de los costos ambientales; la Actuación Especial para la Valoración del Daño Ambiental Producido por El Sitio de Disposición Final "El Carrasco" se llevó a cabo sobre la información que reportó la EMAB, con informes de auditorías, pruebas selectivas, de acuerdo con normas, políticas y procedimientos de auditoría de general aceptación.

En el artículo 268 de la Constitución Política Nacional y en la Ley 330 de 1996, se atribuye a las contralorías la responsabilidad de desarrollar el informe sobre el estado actual de los recursos naturales y el medio ambiente que se presenta al Congreso de la República cada anualidad.

En virtud del artículo 79 de la Constitución política de Colombia es deber del estado proteger la diversidad e integridad del medio ambiente.

Las Contralorías Territoriales tienen la responsabilidad mediante la aplicación de los sistemas de control de verificar la aplicación de los principios de economía, eficiencia, eficacia, equidad y valoración de costos ambientales.

En el contexto del Control Fiscal Ambiental, la valoración económica de costos ambientales funciona como un mecanismo de cuantificación *expost* para medir el impacto negativo de la inversión de los recursos públicos sobre el ambiente y evaluar si efectivamente se tomaron todas las medidas necesarias para minimizar, reducir, mitigar y compensar esos impactos. Es decir que el principio funciona para evaluar si en el proyecto se presentó un detrimento patrimonial del capital Natural de la Ciudad y cuantificar monetariamente ese detrimento (iniciando por el cambio biofísico del recurso) y proponer medidas para que se hagan las acciones necesarias para resarcir ese daño.

Además la aplicación del principio de la valoración de costos ambientales podría utilizarse para revisar si el análisis costo beneficio que se utilizó para adjudicar la licencia ambiental estuvo correctamente ejecutado y evaluado, bajo los principios de eficiencia, economía y efectividad, con el fin de hacer recomendaciones al proceso, buscando salvaguardar el patrimonio natural del país en ejercicios posteriores por parte de las entidades encargadas.

Aquí no termina el ejercicio del CFA, este proceso debe permitir además de cumplir con el objetivo propuesto, obtener información que haga posible hacer el seguimiento al estado de los recursos naturales y del medio ambiente en las diferentes regiones del país, según la escala que sea relevante para cada entidad, información que debe ser integrada de forma adecuada al informe sobre el Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente que deben publicar las Contralorías cada año.

De la verificación de estos principios en especial el de valoración de costos ambientales, se desprende entre otras la responsabilidad de lo que hoy se denomina el control fiscal ambiental, que no es otra cosa que la evaluación que los organismos de control fiscal deben realizar para determinar si las acciones e inversiones que realizan los diferentes agentes del Estado contribuyen a una verdadera protección, conservación y uso de los Recursos Naturales y del Ambiente.

ACTUACION ESPECIAL

1. ALCANCE

La Contraloría Municipal de Bucaramanga con fundamento en las facultades otorgadas en la Constitución Política, practicó informe ejecutivo referente a la Aplicación del Principio de valoración Económica de Costos Ambientales al sitio de Disposición Final el Carrasco, con el fin de evaluar los principios de eficiencia, eficacia, efectividad y valoración de costos ambientales para actuar en garantía del conjunto de derechos y deberes consagrados en la normatividad vigente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Realizar una valoración económica de los impactos generados por el sitio de disposición final “el Carrasco” utilizando como insumo el informe presentado por el contratista Ecosimple S.A.S. Aplicación Del Principio de Valoración Económica de Costos Ambientales Para El Relleno Sanitario “El Carrasco”
- Realizar los traslados de hallazgos a las instancias competentes si se llegan a presentar.
- Reportar los beneficios del control fiscal obtenidos durante el proceso Auditor.

3. CONSIDERACIONES JURÍDICAS

- Constitución Política de Colombia
- Ley 610 de 2000
- Ley 42 de 1993
- Ley 330 de 1992
- Ley 99 de 1993
- Guía Metodológica Para La Evaluación de Gestión de las Contralorías Respecto al Control Fiscal Ambiental en Desarrollo del Principio de Valoración de Costos Ambientales. Elaborado por la Auditoría General de la República Año 2014.

Doctor
SAMUEL PRADA COBOS
Gerente
EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE BUCARAMANGA- EMAB
Bucaramanga

La Contraloría Municipal de Bucaramanga, con fundamento en las facultades otorgadas por el Artículo 267 de la Constitución Política, practicó la Actuación Especial para la Valoración del Daño Ambiental Producido por El Sitio de Disposición Final “El Carrasco”; la valoración económica de costos ambientales funciona como un mecanismo de cuantificación *expost* para medir el impacto negativo de la inversión de los recursos públicos sobre el ambiente y evaluar si efectivamente se tomaron todas las medidas necesarias para minimizar, reducir, mitigar y compensar esos impactos. Es decir que el principio funciona para evaluar si en el proyecto se presentó un detrimento patrimonial del capital Natural de la Ciudad y cuantificar monetariamente ese detrimento (iniciando por el cambio biofísico del recurso) y proponer medidas para que se hagan las acciones necesarias para resarcir ese daño.

La auditoría verificó que la gestión se realizara conforme a las normas legales, estatutarias y procedimientos aplicables.

Es responsabilidad de la entidad el contenido de la información suministrada y analizada por la Contraloría Municipal de Bucaramanga.

La evaluación se llevó a cabo de acuerdo con normas de auditoría generalmente aceptadas, con políticas y procedimientos de auditoría establecidos por la Contraloría Territorial, consecuentes con las de general aceptación; por lo tanto, requirió acorde con ellas, de planeación y ejecución del trabajo de manera que el examen proporcione una base razonable para fundamentar nuestro concepto.

La auditoría incluyó el examen, sobre la base de pruebas selectivas de las evidencias y documentos que soportan valoración de los costos ambientales generados en el sitio de disposición final el carrasco, proceso auditado y el cumplimiento de las disposiciones legales. Los estudios y análisis se encuentran debidamente documentados en papeles de trabajo, los cuales reposan en los archivos de la Contraloría Municipal de Bucaramanga.

CONCEPTO SOBRE EL ANÁLISIS EFECTUADO

La Contraloría Municipal de Bucaramanga, como resultado de la auditoría adelantada, conceptúa que a la hora de analizar las inversiones realizadas en el sitio de Disposición Final El Carrasco, se encontró que los recursos invertidos no tienen una efectividad del 100%, ya que los productos y resultados de los mismos no cumplen completamente con la prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales identificados. Como consecuencia de ello la Empresa de Aseo de Bucaramanga ha tenido que realizar nuevas inversiones con el fin

de mitigar los impactos generados que se ocasionaron por no haber realizado las inversiones adecuadas en su momento.

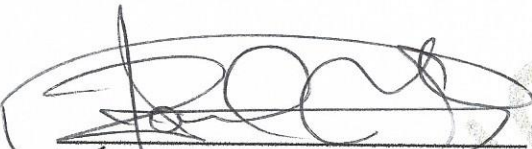
Relación de Hallazgos

En desarrollo de la presente auditoría, se estableció uno (1) hallazgo negativos de tipo Administrativo y uno (1) con alcance Fiscal por un valor de \$209.941.650,17.

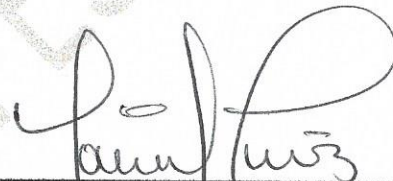
Plan de Mejoramiento

La entidad debe diseñar un Plan de Mejoramiento, con acciones y metas que permitan solucionar las deficiencias encontradas durante el proceso auditor y que se describen en el informe. Dicho Plan de Mejoramiento debe contener las acciones y metas que se implementarán por parte de la entidad, las cuales deberán responder a cada una de las debilidades detectadas y comunicadas por el equipo auditor, el cronograma para su implementación y los responsables de su desarrollo.

Bucaramanga, Diciembre 22 de 2015.



RAÚL ALBERTO ANGARITA COGOLLO
Auditor Fiscal



YANINA LICETH BARÓN ORDOÑEZ
Profesional Universitario

5. DESARROLLO DE AUDITORIA

5.1 Descripción del problema

El sitio de disposición final El Carrasco se encuentra localizado en un predio de 90 hectáreas ubicado al sur occidente de la ciudad de Bucaramanga en el Km 5 de la vía que conduce de la capital santandereana al municipio de Girón; este sitio de disposición se encuentra a 1 kilómetro del barrio El Provenir (Bucaramanga) y cerca de 600 metros del barrio de invasión llamado Pueblito Viejo en donde se ha venido desarrollando la vereda Río Frío (Girón). La elección de este sitio para disponer las basuras obedeció a un convenio entre el municipio, la empresa de aseo y una firma consultora canadiense conformada por el experto en rellenos sanitarios George Rivoche.

Para el año 1978 este sitio inició como un botadero a cielo abierto en donde los vehículos ingresaban por la vía Provenza-Malpaso y dejaban caer los residuos en la parte baja de la cañada (hoy cárcava II), posteriormente para el año 1985 se decidió disponer los residuos en el sector norte de las cañadas la cual se denominó zona I de la cárcava I.

Desde el inicio del botadero hasta el año 1996 se llevaron a cabo las operaciones sin control sobre la disposición, generación de vertimientos, emisión de gases y demás impactos asociados a esta actividad; a partir de 1996 los operadores del relleno elaboraron el Plan de Manejo Ambiental (PMA) el cual fue aprobado según la resolución 753 de 1998¹; en este se establecieron las acciones para efectuar la instalación de mecanismos de control y mantenimiento los cuales estaban orientadas a la clausura y pos clausura.

El Carrasco ya ha cumplido su tiempo de vida útil y su cierre se ha venido prologando desde el año 2005 en donde a través de la resolución 1079 de 2005 se ordenó la pre clausura, cierre y clausura y post clausura del relleno en un plazo menor a 36 meses, solicitud que fue postergada a través de la resolución 1684 de 2008, la cual modificó parcialmente la resolución 1390 de 2005 en donde se extendió el plazo hasta el 29 de septiembre de 2009, una vez cumplido el plazo el Ministerio de Ambiente dispuso a través de la resolución 1529 de 2010 la ampliación del tiempo de cierre por un término de 12 meses.

Para el año 2011, mediante la Acción Popular Radicado 2002-2891 del Juzgado Cuarto Administrativo de Bucaramanga, confirmado en segunda instancia por el Tribunal Administrativo de Santander, se ordenó el cierre definitivo del sitio denominado El Carrasco a partir del 30 de septiembre de 2011, de conformidad con lo expuesto en la parte motiva de la sentencia, en relación con el plazo máximo otorgado en la resolución 1529 de 2010.

Actualmente, año 2015, el relleno sigue en funcionamiento y su cierre establecido en el decreto 0190 de septiembre del año 2013 con un plazo de 24 meses a partir del primero de octubre de 2013, se ha vuelto a prorrogar por 24 meses a través del decreto 0158 de 2015.

¹ En el artículo 4° de dicha Resolución la CDMB advirtió que la empresa no podría iniciar la operación de la etapa II del relleno sanitario, sin la obtención previa de la correspondiente licencia ambiental

Como mecanismo para prorrogar su cierre se ha dado la declaratoria de emergencia sanitaria por parte de los alcaldes de turno, quienes manifiestan no tener una alternativa viable para la disposición de residuos del Área Metropolitana.

El hecho de que el relleno siga en funcionamiento con sobrecarga de residuos y el inadecuado manejo de impactos ambientales como las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de vectores, la presencia de gallinazos, el vertimiento de lixiviados a la quebrada La Iglesia, la contaminación de aguas subterráneas y demás impactos, representan hallazgos serios en el ejercicio de Control Fiscal Ambiental, los cuales han sido enfrentados por la Contraloría Municipal de Bucaramanga quienes manifestamos la necesidad de contar con instrumentos y herramientas que permitan establecer en unidades monetarias la pérdida del capital natural debido a las actividades efectuadas en El Carrasco, y así poder iniciar acciones compensatorias y legales.

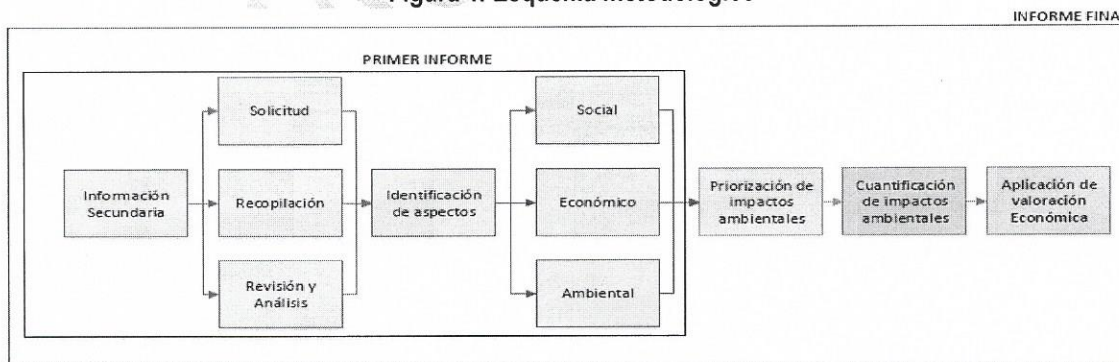
5.2 Metodología de la Aplicación

Para la aplicación del principio de valoración económica de costos ambientales, se empleó la Guía Metodológica Para La Evaluación de Gestión de las Contralorías Respecto al Control Fiscal Ambiental en Desarrollo del Principio de Valoración de Costos Ambientales, elaborada por la Auditoría General de la República Año 2014.

Así mismo se contó con el apoyo de las UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER en la reevaluación de la matriz de impacto ambiental desde un punto de vista académico.

En la Figura 1 se presenta el esquema metodológico propuesto para la aplicación del principio de valoración económica de costos ambientales, para lo cual se estableció la ruta para identificar la información requerida y las actividades en cada una de las etapas que conforman la construcción del flujo de caja.

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: Ecosimple S.A.S, elaboración propia

En el esquema metodológico propuesto para realizar la valoración económica se puede observar que durante el desarrollo del proyecto se generan dos productos, los cuales son: (1)

versión preliminar que contiene la revisión y diagnóstico de la información; y (2) documento final, el cual contiene el primer informe y la valoración económica de impactos ambientales.

El esquema metodológico es desarrollado a través de 5 etapas: (1) recopilación, revisión y análisis de información primaria y secundaria; (2) análisis de aspectos sociales, económicos y ambientales; (3) identificación y priorización de impactos ambientales; (4) cuantificación biofísica de impactos ambientales; y (5) aplicación de valoración económica.

El equipo auditor para el desarrollo de esta actuación especial ha contado con el apoyo de la firma consultora ECOSIMPLE, quienes en Coordinación con la AUDITORIA GENERAL DE LA REPUBLICA brindaron el soporte técnico para la aplicación de la Guía Metodológica para la Evaluación de Gestión de las Contralorías Respecto al Control Fiscal Ambiental en Desarrollo del Principio de Valoración de Costos Ambientales, realizándose diversas mesas de trabajo y obteniéndose como insumo un informe técnico sobre la **APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES EN EL RELLENO SANITARIO EL CARRASCO**

5.3 METODOLOGIA APLICADA POR EL CONSULTOR

A continuación se presentan las características generales de cada actividad:

- 1) Recopilación revisión y análisis de información: en esta fase se solicitó información secundaria relacionada con el proyecto con el fin de reconocer, identificar e investigar el contexto actual del relleno sanitario en cada uno de los aspectos que lo componen (ambientales, sociales, económicos, legales, financieros, entre otros); esta información fue solicitada por la Contraloría de Bucaramanga al ente auditado, así como informes de auditoría anteriores, visitas de obras e información de estudios realizados por la EMAB.
- 2) Análisis de aspectos, económicos y ambientales: se realizó el análisis social, económico y ambiental el cual permitió identificar los impactos que ha generado la existencia del relleno sanitario en aspectos externos como la salud de la población, los precios del suelo, las expectativas de vida, las actividades económicas, entre otros. De igual manera se pudo inferir los posibles impactos ambientales y su influencia en los otros aspectos.
- 3) Identificación y priorización de impactos ambientales: esta etapa se llevó a cabo simultáneamente con el análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales en donde se identificaron los impactos ambientales del proyecto así como las variables o factores que tienen incidencia en la disminución de la oferta de los servicios ecosistémicos.
- 4) Cuantificación biofísica de impactos ambientales: por medio de la información recopilada en etapas posteriores, se realizó la cuantificación biofísica de los impactos ambientales del relleno sanitario El Carrasco, con el fin de establecer un orden de magnitud sobre los mismos.

- 5) Aplicación de la valoración económica: al identificar, en ordenes de magnitud, los impactos ambientales generados, la incidencia de estos en el deterioro de los servicios ecosistémicos y la afectación que genera en la calidad de vida de las personas, se desarrolló la valoración económica de dichos impactos, con el fin de que pueda ser utilizada como una herramienta de decisión en diferentes ámbitos.

HALLAZGO No. 1:

A la hora de analizar las inversiones, se encontró que los recursos invertidos no tienen una efectividad del 100%, ya que los productos y resultados de los mismos no cumplen completamente con la prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales identificados. Como consecuencia de ello la Empresa de Aseo de Bucaramanga ha tenido que realizar nuevas inversiones con el fin de mitigar los impactos generados que se ocasionaron por no haber realizado las inversiones adecuadas en su momento.

En tal sentido, como inversiones efectivas fueron considerados cerca de \$6.866 millones de pesos, integrados al flujo de caja como "beneficios ambientales".

En las páginas 32 y 33 del mencionado estudio se plantea:

"Teniendo los beneficios y los costos asociados al relleno sanitario El Carrasco se evaluó qué ha pasado durante los años de funcionamiento de este lugar de disposición de residuos sólidos.

Por el lado de los beneficios se contó con las inversiones realizadas en el relleno, que ya sin ellas los impactos del relleno sobre los recursos serían superiores.

Para el caso de los costos, se incluyeron las inversiones esperadas las cuales si se hubieran efectuado en alguna de las etapas de funcionamiento del relleno los impactos se hubieran podido minimizar en una gran proporción, dentro de estas se encuentra la inversión de la planta de tratamiento de lixiviado la cual debió haberse realizado al inicio de la etapa de operación 1 del relleno (1999-2005) y los costos de mantenimiento y restauración los cuales no se hicieron en el momento en el que el relleno se le exigió su cierre (2006-2015).

Con lo anterior, se construyeron tres (3) escenarios en donde se tuvo constante el valor de las inversiones ejecutadas, inversiones efectivas, inversiones no efectivas e inversiones esperadas; para el primer escenario se incluyeron los efectos que causa el relleno sanitario a la salud de las comunidad y los costos de oportunidad los cuales hacen referencia a los usos potenciales que se podrían haber dado al suelo en el que está ubicado el Carrasco; el segundo se calculó el valor del detrimento público teniendo en cuenta solamente el costo de oportunidad; por último, en el tercer escenario se obtuvo este valor sin incluir ninguno de las dos variables incluidas en el primer aspecto.

Con el flujo definido, se estimó el valor presente neto (VPN) utilizando tres tasas diferentes de descuento: 4,0% correspondiente a la tasa de crecimiento esperada de largo plazo en el país; 10% es la tasa utilizada por el Banco Mundial y 12% que es la tasa establecida por el Departamento Nacional de Planeación como la Tasa Social de Descuento (TSD) para Colombia.

Tabla 10 Valor Presente Neto (VPN)

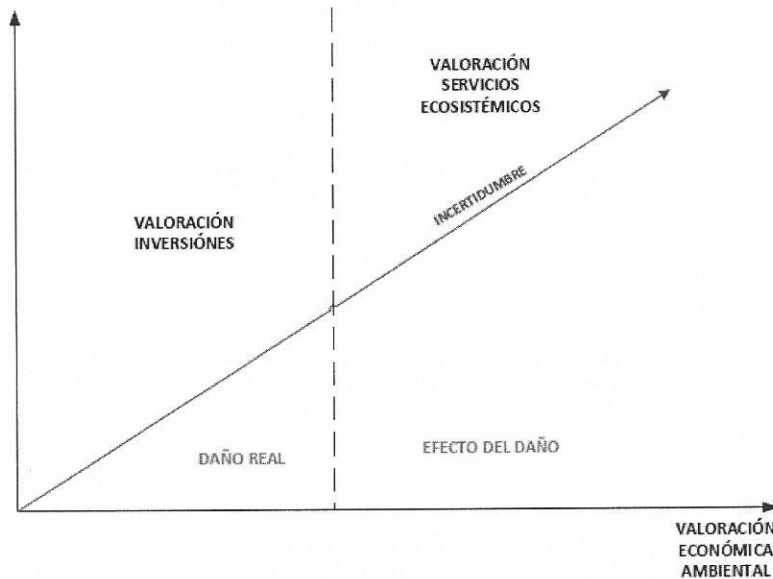
	Inversiones Ejecutadas	Inversiones Efectivas	Inversiones No Efectivas	Inversiones Esperadas	Salud	Costo de Oportunidad
ESCENARIO 1	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54	\$12.418.574.313,66	\$1.870.532.751,49
ESCENARIO 2	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54		\$1.870.532.751,49
ESCENARIO 3	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54		

	4%	10%	12%
ESCENARIO 1	\$ -13.708.330.720	\$ -12.707.639.566	\$12.418.152.134
ESCENARIO 2	-\$1.767.393.880	-\$1.418.026.553	-\$1.330.139.353
ESCENARIO 3	-\$223.992.341	-\$209.941.650,17	\$205.635.488,40

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Con el valor del detrimento de patrimonio público, el cual en este caso es el VPN, se puede reflejar la incertidumbre que existe al valorar las inversiones y valorar los servicios ecosistémicos a través de la siguiente figura:

Figura.2 Valoración de las inversiones Vs. Valoración de los S.E



En la figura se puede observar que al valorar las inversiones (Escenario 3) del relleno Sanitario el Carrasco el valor que se obtiene es más cercano al valor real, debido a que este tiene un menor grado de incertidumbre, es decir que la información con la que realizó la valoración es más confiable y se acerca más a la realidad; A medida que se asciende en la línea del color rojo va incrementando la incertidumbre (Escenario 1 y 2) debido a que se entra al campo de valorar los servicios ecosistémicos y/o el efecto que tienen los impactos ambientales sobre factores como la salud, el precio de las viviendas, el cambio en el costo de oportunidad del relleno entre otros.

A medida que se vaya pasando de la valoración de las inversiones a la valoración del los servicios ecosistémicos, se debe ir recopilando información confiable y si es el caso obtenida en campo la cual permita disminuir en el mayor grado la incertidumbre que rodea el valor de VPN que se obtenga.

Del informe presentado por la empresa Ecosimple S.A.S el equipo Auditor evidencia que las inversiones realizadas por la empresa Municipal de Aseo de Bucaramanga en el sitio de Disposición Final el Carrasco no han tenido la efectividad esperada generando un presunto daño fiscal por valor de \$ 209.941.650,17

RESPUESTA DE LA ENTIDAD:

En atención a su solicitud, dentro del plazo establecido para la presentación de aclaración sobre el asunto y con el ánimo de dar respuesta de fondo a las observaciones planteadas, consideramos necesario tener en cuenta los siguientes aspectos, no sin antes dejar indicado lo siguiente en relación a la garantía Constitucional al debido proceso y de manera especial a una de sus modalidades el derecho de defensa.

La Corte Constitucional en innumerables ocasiones ha desarrollado el concepto del debido proceso administrativo, en esta oportunidad traigo a colación la sentencia T-1341 de 2001, en los siguientes apartes:

"Como se ha afirmado en anteriores pronunciamientos de esta Corporación, el derecho fundamental al debido proceso, en los términos que establece el artículo 29 de la Carta Política, comprende una serie de garantías con las cuales se busca sujetar a reglas mínimas sustantivas y procedimentales, el desarrollo de las actuaciones adelantadas por las autoridades en el ámbito *judicial* o administrativo, con el fin de proteger los derechos e intereses de las personas vinculadas, pues es claro que el debido proceso constituye un límite material al posible ejercicio abusivo de las autoridades estatales¹.² (...)

También cabe destacar que las actuaciones administrativas y judiciales se subordinan a la efectividad del derecho al debido proceso y, consecuentemente, a los principios que lo integran. En efecto, el debido proceso muestra un contenido conformado por una pluralidad de principios, entre los cuales se encuentran el del juez natural, el de la presunción de inocencia, el de la defensa y contradicción, etc. Este último, como los demás que se establecen en el artículo 29 de la Constitución, presenta la estructura jurídica de un derecho fundamental³. Por consiguiente, su vigencia no está restringida a un ámbito específico, sino que constituye fundamento esencial tanto de los juicios administrativos como de las *actuaciones* realizadas en la sede administrativa. (...)

La efectividad de ese derecho en las instancias administrativas supone la posibilidad de que el administrado interesado en la decisión final que se adopte con respecto de sus derechos e intereses, pueda cuestionarla y presentar pruebas, así como controvertir las que se alleguen en su contra (CP, art. 29), pues, a juicio de la Corte, de esta forma se permite racionalizar el proceso de toma de decisiones administrativas, en tanto que "ello evidentemente constituye un límite para evitar la arbitrariedad del poder público" ⁴.

¹ Sentencia T-416/98

² Sentencia C-383 de 2000

³ Vid. Sentencia C-095 de 2001, con apoyo de la Sentencia T-572 de 1992.

⁴ Sentencia T-165 de 2001

Teniendo en cuenta lo manifestado, el suscrito se permite manifestar que:

a) Tanto la comunicación de la referencia, como en la comunicación firmada por los profesionales Raúl Alberto Angarita Cogollo y Yanina Liceth Barón Ordoñez hacen referencia a observaciones incluidas en el documento "Estudio técnico de valoración económica de costos ambientales en el relleno sanitario el Carrasco" el cual según información de su comunicación fue adelantado por la firma Ecosimple S.A.S. Al respecto debo manifestar que a la fecha la EMAB SA ESP no cuenta con el del citado documento y dada la relevancia de lo expuesto en aquel documento consideramos indispensable para responder las observaciones previamente estudiar su contenido.

b) En los apartes del estudio citados en su comunicación se manifiesta que las inversiones realizadas no contaron con una efectividad del 100% en relación con la completa prevención, corrección de impactos ambientales identificados. En uno de los apartes específico se presenta:

"Con lo anterior, se construyeron tres (3) escenarios en donde se tuvo constante el valor de las Inversiones ejecutadas. Inversiones efectivas, inversiones no efectivas e Inversiones esperadas; para el primer escenario se Incluyeron los efectos que causa el relleno sanitario a la salud de las comunidad y los costos de oportunidad los cuales hacen referencia a los usos potenciales que se podrían haber dado al suelo en el que está ubicado el Carrasco, el segundo se calculó el valor del detrimento público teniendo en cuenta solamente el costo de oportunidad; por último, en el tercer escenario se obtuvo este valor sin Incluir ninguno de las dos variables incluidas en el primer aspecto."

Esta afirmación que acompañada con un cuadro con los tres escenarios mencionados, es el único insumo que se presenta como soporte del presunto detrimento del patrimonio público, para pronunciamos de fondo con respecto a estos valores es necesario revisar entre otros aspectos relevantes los siguientes; i) Cuales son las inversiones consideradas dentro del monto total ii) Cálculo de valor de inversiones efectivas vs inversiones no efectivas iii) Valoración de los efectos sobre la salud de las comunidades, así como los monitoreos y los estudios que soportan estas valoraciones, en este particular es válido manifestar que el sitio de disposición el Carrasco es solo uno de los múltiples actores de la realidad ambiental de la región.

c) El escenario elegido para la cuantificación de presunto daño fiscal se valida con la el nivel de certidumbre entre el valor de la efectividad de las inversiones contrastado con la valoración económica ambiental (Valoración de los servicios eco sistémicos) sin embargo nuevamente no se adjunta información relacionada con el cálculo de los servicios ECOSISTEMICOS, información sin la que es posible avanzar en el análisis para proceder a responder su solicitud de fondo.

Previas estas consideraciones, respetuosamente solicitamos se nos facilite el estudio fuente junto con sus documentos de soporte de los apartes presentados en su solicitud, así como los demás documentos, monitoreos y estudios que soportan la cuantificación de las variables

citadas. De la misma forma dada la relevancia del asunto y la calidad técnica de la información a ser analizada, una vez contemos con la información respetuosamente *solicitada* se nos conceda un plazo prudencial para su análisis, pudiendo de esta forma entregar las aclaraciones pertinentes.

CONCLUSIÓN DEL EQUIPO AUDITOR:

Revisada y analizada la comunicación enviada por la EMAB S.A E.S.P. a este ente de Control Municipal el día 18 de Diciembre de 2015, resulta importante aclarar que el informe técnico elaborado por la firma consultora ECOSIMPLE se constituye en un insumo para el grupo auditor y no le asiste obligación a la Oficina de Vigilancia Fiscal trasladarlo durante el proceso de auditoría al sujeto de control. Adicionalmente, dentro del manual de procedimiento de ejecución del proceso auditor, actualizado por medio de la Resolución 00039 de 2015, se contempla que una vez determinado el alcance de cada observación estas deberán ser trasladadas al auditado para su respectiva contradicción, para lo cual contará con hasta cinco (5) días hábiles, a criterio del líder de la auditoría.

Dando cumplimiento a lo anterior, el equipo auditor realizó el traslado de la observación con su debida sustentación y otorgó un plazo prudencial en los términos establecidos por el mencionado manual de procedimiento.

En conclusión, se deja en firme la observación realizada constituyéndose HALLAZGO DE NATURALEZA FISCAL Y ADMINISTRATIVA por cuantía de \$ 209.941.650,17 como consecuencia de la falta de efectividad de las inversiones realizadas, dentro de las cuales se destaca la planta de tratamiento de lixiviado. (VER CUADRO 4.7 DEL INFORME TECNICO).

6. CONCLUSIONES

- A la hora de analizar las inversiones, se encontró que los recursos invertidos no tienen una efectividad del 100%, ya que los productos y resultados de los mismos no cumplen completamente con la prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales identificados. En tal sentido, como inversiones efectivas fueron considerados cerca de \$6.866 millones de pesos, integrados al flujo de caja como “beneficios ambientales”.
- En términos generales, los costos ambientales estimados económicamente se relacionaron con el valor de las inversiones que deberían haber sido ejecutadas para la atención de los impactos ambientales identificados, así como con el valor de algunos servicios ecosistémicos y ambientales que fueron afectados negativamente por dichos impactos negativos (al menos pérdidas en productividad – servicio de provisión; y costos por salud – servicio de regulación).
- Pérdidas en productividad: estos costos ambientales se asociaron al costo de oportunidad de no poder desarrollar un uso alternativo del área donde se encuentra ubicado el Carrasco, particularmente para dos periodos de tiempo; antes de convertirse en Relleno Sanitario (1978-1998), así como para el periodo de post-clausura esperado inicialmente, luego de la estabilización de sus pasivos ambientales (2016-2026). Dicho valor se estimó cercano a \$1.871 millones de pesos.
- Costos por salud: el derecho a un ambiente sano asociado a los servicios ambientales de los ecosistemas (provisión de aire puro y agua no contaminada, entre otros) fueron considerados, a partir de estimaciones relacionadas con los costos por el tratamiento de enfermedades respiratorias y digestivas, que entre 2005 y 2015 podrían ser cercanos a \$12.419 millones de pesos.
- La inversión de la planta de tratamiento de lixiviados realizada en el año 2015, influyó significativamente en la disminución del valor del detrimento del patrimonio público debido a que esta se considera que va tener un 100% de eficiencia.

7. RELACION HALLAZGOS

EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA									
CUADRO HALLAZGOS									
No.	DESCRIPCIÓN	CLASE DE HALLAZGO					CUANTIA	PRESUNTO RESPONSABLE	PÁG.
		A	D	F	S	P			
1	A la hora de analizar las inversiones, se encontró que los recursos invertidos no tienen una efectividad del 100%, ya que los productos y resultados de los mismos no cumplen completamente con la prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales identificados.	X		X			\$ 209.941.650,17	GERENTES DE LA EMAB S.A. E.S.P. DESDE EL AÑO 2009 A 2015 - SOLIDARIAMENTE	12 A 17

Bucaramanga, Diciembre 22 de 2015.


RAUL ALBERTO ANGARITA COGOLLO
 Auditor Fiscal (Líder)


YANINA LICETH BARON-ORDÓÑEZ
 Profesional Universitario

8. **ANEXOS - APOYO EN LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES EN EL RELLENO SANITARIO EL CARRASCO**, elaborado por la Firma ECOSIMPLE S.A.S. (Contiene 47 folios)

ACTUACION ESPECIAL

**APOYO EN LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS
AMBIENTALES EN EL RELLENO SANITARIO EL CARRASCO**

Elaborado por:

ECOSIMPLE S.A.S

Autores:

Henry Alterio

Margarita Bahamón

Fabian Parra

Presentado a:

CONTRALORÍA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA
AUDITORIA GENERAL DE LA REPÚBLICA (AGR)

Diciembre de 2015

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Antecedentes	4
Descripción del problema	6
3. Metodología de aplicación	7
4. Aplicación del principio de valoración económica de costos ambientales	9
4.1 Componente ambiental	9
4.1.1 Diagnóstico de la información	9
4.1.2 Línea de Tiempo	12
4.1.3 Identificación de Impactos Ambientales	14
4.1.4 Cuantificación Biofísica	15
4.1.5 Priorización de los Impactos Ambientales	17
4.2 Componente económico	18
4.2.1 Diagnóstico de información	18
4.2.2 Inversiones históricas	20
4.2.3 Construcción del Flujo de Caja Económico	26
4.2.3.1 Clasificación y estimación de beneficios y costos	27
4.2.3.2 Flujo de caja	31
5. Conclusiones	34
6. Recomendaciones	34
7. Bibliografía	36
8. Anexos	40
8.1 Impacto Ambiental	40
8.2 Licencia Ambiental	40
8.3 Plan de Manejo Ambiental	41
8.4 Metodologías de Valoración	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Esquema metodológico	8
Figura 4.1. Línea de tiempo de intervención	13
Figura 4.2. Hitos del Relleno Sanitario El Carrasco	13
Figura 4.3 Operación integral del relleno sanitario.....	20
Figura 4.4 Costos de disposición final, clausura y post clausura	20
Figura 4.5 Participación en presupuestos ejecutados	21
Figura 4.6 Efectividad de las inversiones	24
Figura 4.7 Valoración de las inversiones Vs. Valoración de los S.E.....	33
Figura 8.1. Flujo circular de la renta	42
Figura 8.2. Relación entre Economía y Recursos Naturales	42
Figura 8.3 Valor Económico Total (VET)	44
Figura 8.4. Tipos de métodos de valoración según información disponible.....	45
Figura 8.5. Métodos de valoración económica asociados al VET	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Descripción de los Impactos producidos por el relleno sanitario El Carrasco.....	14
Tabla 4.2. Valor biofísico de impactos ambientales	16
Tabla 4.3. Subproductos generados en la descomposición de residuos sólidos.....	17
Tabla 4.4. Variables relevantes.....	19
Tabla 4.5 Contratos asociados a la inversión.....	21
Tabla 4.6 Totales de contratos.....	23
Tabla 4.7 Efectividad por contrato	24
Tabla 4.8 Inversiones efectivas.....	26
Tabla 4.9 Impactos y pasivos ambientales asociados al relleno	27
Tabla 4.10 Costos ambientales asociados a El Carrasco (1978-2026)	28
Tabla 4.11 Costos de tratamiento.....	29
Tabla 8.1. Descripción de los métodos de valoración	46

1. Introducción

El presente documento tiene por objeto brindar apoyo al grupo de auditoría de la Contraloría Municipal de Bucaramanga, a través de una primera aproximación, a la aplicación del principio de la valoración económica de costos ambientales en el relleno sanitario El Carrasco ubicado en la ciudad de Bucaramanga. Para este objetivo, el documento se organiza de la siguiente manera: inicialmente se hace una breve descripción de los antecedentes del Control Fiscal Ambiental, así como la fundamentación del principio de valoración económica en la cual se basa este estudio; en la segunda sección se encuentra la metodología que se llevó a cabo en la aplicación para el caso específico del relleno sanitario El Carrasco; en la tercera sección se desarrolla la metodología, en su componente ambiental como económico en cuanto a impactos ambientales como definición de unidades físicas y su valoración económica; en la última sección se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

2. Antecedentes.

El Control Fiscal (CF) antes de la constitución de 1991 estaba regida por la ley 20 de 1975, la cual en su artículo 3 establecía que "La Contraloría General de la República aplicará sobre las dependencias incluidas en el presupuesto nacional, los sistemas de control fiscal, que ha venido empleando, dentro de sus etapas integradas de control previo, control perceptivo y control posterior"; el control previo se llevaba a cabo por las autoridad de control fiscal la cual se limitaba a examinar y probar el cumplimiento de las normas, procedimientos en las transacciones y operación de las entidades sujetas de control, lo cual ocasionaba congestiones en las funciones del ente fiscalizador y convertía el proceso en algo inoperante e ineficaz; pues la cantidad de investigaciones excedía su capacidad operativa.

Con la constituyente de 1991 se pasó de un sistema de control numérico legal (control de legalidad y control financiero) previo, perceptivo y posterior, a un esquema de control posterior y selectivo orientado hacia el control de gestión y resultado. En el artículo 267 se establece que el CF no solo se limita a un control financiero sobre el patrimonio de la nación sino que además incluye un análisis de gestión y de resultados, el cual es una función de la Contraloría General de la República, la cual vigila la gestión fiscal de la administración y de los particulares o entidades que manejen fondos o bienes de la Nación; asimismo en el artículo 80 se menciona que el nuevo enfoque que se le da al control fiscal abarca un modelo de desarrollo sostenible¹ relacionado con el uso adecuado de los recursos.

La vigilancia del control fiscal está fundamentado en la ley 42 de 1993 la cual en su artículo 8 establece que "La vigilancia de la gestión fiscal del Estado se fundamenta en la *eficiencia, la economía, la eficacia, la equidad y la valoración de los costos ambientales*, de tal manera que permita determinar en la administración, en un periodo determinado, que la asignación de recursos sea la más conveniente para maximizar sus resultados; que en igualdad de condiciones de calidad

¹ Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o derechos de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades (Gobierno Nacional, 1993).

de los bienes y servicios se obtenga el menor costo; que sus resultados se logren de manera oportuna y guarden relación con sus objetivos y metas" (Gobierno Nacional, 1993).

Por su parte la valoración de costos ambientales busca determinar la responsabilidad fiscal por daño ambiental, lo que implica la cuantificación de los impactos que causan los distintos agentes económicos por el uso y deterioro de los recursos naturales y el medio ambiente; además sirve para evaluar la gestión de protección, conservación, uso y explotación de los mismos y en función de esto establecer acciones que permitan resarcir el detrimento sufrido por el indebido manejo del ambiente.

En este sentido la valoración económica hace parte del Control Fiscal Ambiental (CFA) el cual según la Auditoría General de la República (AGR) tiene por objeto "Evaluar la gestión fiscal ambiental y los resultados obtenidos por la contraloría, en el propósito universal de proteger las inversiones y a su vez que se dé un uso racional a los recursos naturales y al medio ambiente con fundamento en la correcta y equitativa administración del patrimonio público, los recursos naturales y el medio ambiente" (Auditoría General de la República, 2014).

Sin duda, la valoración de costos ambientales es primordial a la hora de ejercer vigilancia sobre la gestión de las entidades que tienen incidencia en el manejo de los recursos naturales y así velar por la calidad de vida de las personas y un ambiente natural en armonía y equilibrio con las actividades antrópicas. En la actualidad se ha ido avanzando en la aplicación del principio de valoración de costos ambientales, el cual hasta el momento presenta dificultades en las auditorías de control fiscal ambiental debido a la ausencia de información y herramientas que permitan abordar de manera puntual los impactos ambientales y su cuantificación; en consecuencia se generan limitaciones a la hora de entablar acciones legales, las cuales permitan fiscalizar y compensar los impactos ambientales que producen ciertas actividades.

En este sentido la Auditoría General de la República y la Universidad Externado de Colombia han contribuido de manera significativa a través de la elaboración de la guía metodológica para la evaluación de gestión de las contralorías respecto al control fiscal ambiental en desarrollo del principio de valoración de costos ambientales, la cual se elaboró el año 2014 con el objetivo de dotar a las contralorías de un instrumento que les permita aplicar el CFA desde la perspectiva del capital natural y así cuantificar los impactos ambientales.

Para aplicar dicho principio, se debe tener presente que se entiende por Capital Natural (CN) como todos los stocks mundiales de activos naturales, que incluye geología, suelos, aire, agua y todos los seres vivos (Natural Capital Forum) en (Auditoría General de la República, 2014), compuesto tanto por los recursos naturales (RN) como los recursos ambientales (RA). Siendo los RN los recursos que generan beneficios asociados a la provisión de materias primas y energía utilizada en el proceso económico y los RA se relacionan con la función de receptor y asimilador de desechos del medio ambiente, así como con la provisión de bienes y servicios.

El principal problema que se le puede asociar a estos recursos es la sobreexplotación y su respectiva dificultad para retornar a los niveles adecuados del funcionamiento del recurso, de manera que implica que existe la obligación de pagar si se quiere mantener los niveles de CN necesarios para el desarrollo de la vida humana. En ese sentido, la necesidad de valorar los costos

(o los beneficios) ambientales radica en que muchos de estos recursos son bienes públicos² o de uso común³, lo que los hace vulnerables a la sobreexplotación o degradación por parte de los agentes económicos, sin que exista un costo determinado por este impacto negativo que han generado para los proyectos o actividades que han utilizado recursos públicos. De forma que se plantea que la ejecución e inversión de recursos públicos se puede asociar con los efectos negativos sobre los recursos naturales y ambientales.

Por lo anterior, en el presente documento se busca continuar con el fortalecimiento del CFA en Colombia tomando como insumo el instrumento metodológico propuesto en la guía metodológica elaborada en el año 2014. Para esta ocasión la Auditoría General de la República en conjunto con la Contraloría Municipal de Bucaramanga y la empresa de consultoría Ecosimple S.A.S aplicaron el principio de valoración de costos ambientales al caso particular del relleno sanitario El Carrasco; este es un proyecto que está impactando negativamente los recursos naturales y la salud de las comunidades, lo cual se traduce en la disminución del patrimonio natural del país.

Descripción del problema

El sitio de disposición final El Carrasco se encuentra localizado en un predio de 90 hectáreas ubicado al sur occidente de la ciudad de Bucaramanga en el Km 5 de la vía que conduce de la capital santandereana al municipio de Girón; este sitio de disposición se encuentra a 1 kilómetro del barrio El Provenir (Bucaramanga) y cerca de 600 metros del barrio de invasión llamado Pueblito Viejo en donde se ha venido desarrollando la vereda Río Frio (Girón). La elección de este sitio para disponer las basuras obedeció a un convenio entre el municipio, la empresa de aseo y una firma consultora canadiense conformada por el experto en rellenos sanitarios George Rivoche.

Para el año 1978 este sitio inicio como un botadero a cielo abierto en donde lo vehículos ingresaban por la vía Provenza-Malpaso y dejaban caer los residuos en la parte baja de la cañada (hoy cárcava II), posteriormente para el año 1985 se decidió disponer los residuos en el sector norte de las cañadas la cual se denominó zona I de la cárcava I.

Desde el inicio del botadero hasta el año 1996 se llevaron a cabo las operaciones sin control sobre la disposición, generación de vertimientos, emisión de gases y demás impactos asociados a esta actividad; a partir de 1996 los operadores del relleno elaboraron el Plan de Manejo Ambiental (PMA) el cual fue aprobado según la resolución 753 de 1998⁴; en este se establecieron las acciones para efectuar la instalación de mecanismos de control y mantenimiento los cuales estaban orientadas a la clausura y pos clausura.

El Carrasco ya ha cumplido su tiempo de vida útil y su cierre se ha venido prologando desde el año 2005 en donde a través de la resolución 1079 de 2005 se ordenó la pre clausura, cierre y clausura y post clausura del relleno en un plazo menor a 36 meses, solicitud que fue postergada a través de la

² Los bienes comunes o públicos se presentan cuando no están bien definidos los derechos de propiedad. Las características de estos bienes es que no son rivales en su consumo ni excluyentes, de manera que todos los individuos pueden utilizarlos e incluso de manera conjunta.

³ Tipo de bienes a los cuales todos los individuos pueden acceder (no es excluyente) pero si es rival en el consumo, de forma que utilizar un recurso por parte de una persona hace que se agote y dificulta que otra persona puede consumirla.

⁴ En el artículo 4° de dicha Resolución la CDMB advirtió que la empresa no podría iniciar la operación de la etapa II del relleno sanitario, sin la obtención previa de la correspondiente licencia ambiental

resolución 1684 de 2008, la cual modificó parcialmente la resolución 1390 de 2005 en donde se extendió el plazo hasta el 29 de septiembre de 2009, una vez cumplido el plazo el Ministerio de Ambiente dispuso a través de la resolución 1529 de 2010 la ampliación del tiempo de cierre por un término de 12 meses.

Para el año 2011, mediante la Acción Popular Radicado 2002-2891 del Juzgado Cuarto Administrativo de Bucaramanga, confirmado en segunda instancia por el Tribunal Administrativo de Santander, se ordenó el cierre definitivo del sitio denominado El Carrasco a partir del 30 de septiembre de 2011, de conformidad con lo expuesto en la parte motiva de la sentencia, en relación con el plazo máximo otorgado en la resolución 1529 de 2010.

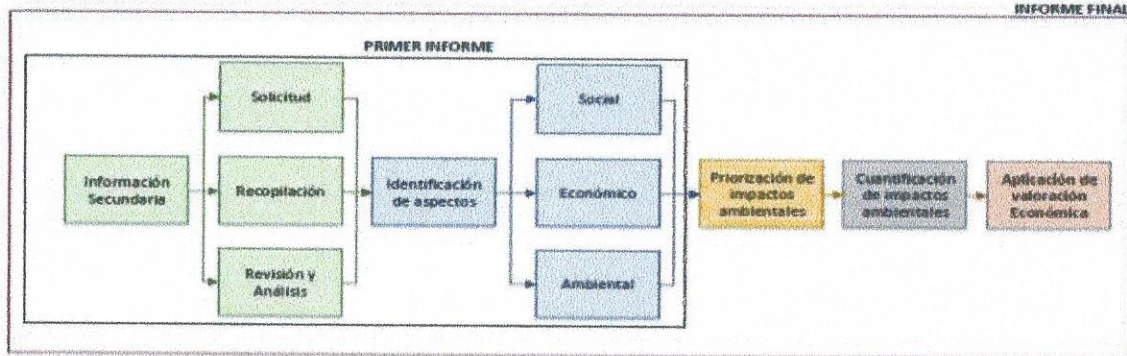
Actualmente, año 2015, el relleno sigue en funcionamiento y su cierre establecido en el decreto 0190 de septiembre del año 2013 con un plazo de 24 meses a partir del primero de octubre de 2013, se ha vuelto a prorrogar por 24 meses a través del decreto 0158 de 2015. Como mecanismo para prorrogar su cierre se ha dado la declaratoria de emergencia sanitaria por parte de los alcaldes de turno, quienes manifiestan no tener una alternativa viable para la disposición de residuos del Área Metropolitana.

El hecho de que el relleno siga en funcionamiento con sobrecarga de residuos y el inadecuado manejo de impactos ambientales como las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de vectores, la presencia de gallinazos, el vertimiento de lixiviados a la quebrada La Iglesia, la contaminación de aguas subterráneas y demás impactos, representan hallazgos serios en el ejercicio de Control Fiscal Ambiental, los cuales han sido enfrentados por la Contraloría Municipal de Bucaramanga quienes manifiestan la necesidad de contar con instrumentos y herramientas que permitan establecer en unidades monetarias la pérdida del capital natural debido a las actividades efectuadas en El Carrasco, y así poder iniciar acciones compensatorias y legales.

3. Metodología de aplicación.

En la Figura 3.1 se presenta el esquema metodológico propuesto para la aplicación del principio de valoración económica de costos ambientales, para lo cual se estableció la ruta para identificar la información requerida y las actividades en cada una de las etapas que conforman la construcción del flujo de caja.

Figura 3.1. Esquema metodológico



Fuente: Ecosimple S.A.S, elaboración propia

En el esquema metodológico propuesto para realizar la valoración económica se puede observar que durante el desarrollo del proyecto se generan dos productos, los cuales son: (1) versión preliminar que contiene la revisión y diagnóstico de la información; y (2) documento final, el cual contiene el primer informe y la valoración económica de impactos ambientales.

El esquema metodológico es desarrollado a través de 5 etapas: (1) recopilación, revisión y análisis de información primaria y secundaria; (2) análisis de aspectos sociales, económicos y ambientales; (3) identificación y priorización de impactos ambientales; (4) cuantificación biofísica de impactos ambientales; y (5) aplicación de valoración económica.

A continuación se presentan las características generales de cada actividad:

- 1) Recopilación revisión y análisis de información: en esta fase se solicitó información secundaria relacionada con el proyecto con el fin de reconocer, identificar e investigar el contexto actual del relleno sanitario en cada uno de los aspectos que lo componen (ambientales, sociales, económicos, legales, financieros, entre otros);
- 2) Análisis de aspectos, económicos y ambientales: se realizó el análisis social, económico y ambiental el cual permitió identificar los impactos que ha generado la existencia del relleno sanitario en aspectos externos como la salud de la población, los precios del suelo, las expectativas de vida, las actividades económicas, entre otros. De igual manera se pudo inferir los posibles impactos ambientales y su influencia en los otros aspectos.
- 3) Identificación y priorización de impactos ambientales: esta etapa se llevó a cabo simultáneamente con el análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales en donde se identificaron los impactos ambientales del proyecto así como las variables o factores que tienen incidencia en la disminución de la oferta de los servicios ecosistémicos;
- 4) Cuantificación biofísica de impactos ambientales: por medio de la información recopilada en etapas posteriores, se realizó la cuantificación biofísica de los impactos ambientales del relleno sanitario El Carrasco, con el fin de establecer un orden de magnitud sobre los mismos;

- 5) Aplicación de la valoración económica: al identificar, en ordenes de magnitud, los impactos ambientales generados, la incidencia de estos en el deterioro de los servicios ecosistémicos y la afectación que genera en la calidad de vida de las personas, se desarrolló la valoración económica de dichos impactos, con el fin de que pueda ser utilizada como una herramienta de decisión en diferentes ámbitos.

4. Aplicación del principio de valoración económica de costos ambientales.

4.1 Componente ambiental.

Con este componente se busca identificar los impactos ambientales del Relleno Sanitario El Carrasco, su cuantificación biofísica; y priorización para eso se revisó información secundaria entre la cual se encuentra la Matriz de impactos ambientales (Matriz Vitoria) elaborada para el proyecto, informes de gestión realizados por la Contraloría de Bucaramanga y la Procuraduría General de la Nación, resultados de análisis fisicoquímicos que se realizaron a los lixiviados en diferentes puntos del relleno hasta su vertimiento, informes sobre el diagnóstico y diseño para la modernización del sistema de tratamiento de lixiviados, entre otros.

Con la información en contexto se logró construir la línea del tiempo del Carrasco en la cual se pueden encontrar los sucesos más relevantes de este proyecto, desde 1978 cuando operaba como botadero a cielo abierto hasta la declaratoria de emergencia que permitió postergar el cierre del relleno programado para el año 2015 por 24 meses.

Al final de este componente se identificaron los impactos ambientales, para lo cual se tuvieron en cuenta los impactos reportados en la matriz Vitoria del relleno, de igual manera se asignaron unidades biofísicas a cada uno de los impactos y por último se priorizaron estos según la disponibilidad de información y la generación de pasivos ambientales.

4.1.1 Diagnóstico de la información

La información que se revisó para desarrollar el componente ambiental fue la siguiente:

- Informe técnico jurídico: en este documento se presentan los resultados de la visita de campo realizada por la Procuraduría General de la Nación el 20 de enero de 2014, en la cual se establecen las presuntas irregularidades que tiene el sitio de disposición, entre los resultados se encuentran: escurrimiento de lixiviados provenientes de la celda 3, por fuera del sistema de drenaje; la reutilización de la celda 2 la cual estaba bajo observación de la CDMB por posible infiltraciones al subsuelo; carencia de permiso de descargas a la fuente denominada el Carrasco; construcción de dique sobre dique y ronda de la quebrada El Carrasco sin cumplir con el procedimiento ambiental de ocupación de cauces (Procuraduría General de la Nación, 2014).

- Actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el relleno sanitario El Carrasco: debido a la emergencia declarada el 30 de septiembre mediante el decreto 0190 de 2013 por la Alcaldía de Bucaramanga, se continuo con la operación del relleno sanitario lo cual hizo necesario la actualización al Plan de Manejo Ambiental en donde se suprimieron algunas acciones que no son propias de la disposición final. Dentro de los temas planteados en las fichas del plan se encuentran las actividades de operación de la disposición final, actividades de la zona de disposición sobre la cárcava II, actividades de post clausura del relleno sanitario sobre la cárcava I, optimización del sistema de tratamiento de lixiviados, control de olores y monitoreo (Empresa de Aseo de Bucaramanga , 2013).
- Informe visita técnica sitio de disposición final de residuos El Carrasco: documento en donde se reporta la visita técnica efectuada con el fin de verificar el cumplimiento del PMA y el estado actual del sitio de disposición final El Carrasco, dentro de los resultados de la visita se encontró la afectación del cauce secundario producto de la recolección de aguas lluvias entre la ladera que limita El Carrasco, por la construcción del dique sin tener en cuenta la franja de aislamiento como lo establece la normatividad; que dentro del plan de contingencia no se establece una solución eficaz e inmediata a la hora de presentarse emergencias como derrames, en el plan de contingencia se cataloga el derrame de lixiviados como amenaza con una probabilidad de ocurrencia baja lo cual no es acorde con lo observado en campo y a la fecha no se han realizado adecuaciones a la planta para optimizar la remoción de DBO5 y SST como lo establece el Decreto 1594 de 1984 (Contraloría Municipal de Bucaramanga , 2014).
- Evaluación jurídica, técnica y ambiental de El Carrasco y análisis de alternativas para disposición de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga y municipios aledaños: estudio realizado por la empresa Soluciones Ambientales Estratégicas (SOLAMES) en donde se brindó asesoría especializada a la EMAB con el fin de realizar la evaluación jurídica, técnica y ambiental respecto al sitio de disposición final de residuos sólidos denominado El Carrasco y realizar un análisis de alternativas distintas a El Carrasco para hacer la disposición final de los residuos sólidos que se generan en los cuatro municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga y en los 9 municipios aledaños que llevan sus residuos a este lugar. Dentro de los resultados se obtuvo que los principales pasivos ambientales⁵ que tiene El Carrasco son el vertimiento de aguas residuales tratadas sobre la quebrada El Carrasco y la quebrada La Iglesia, y la proliferación de gallinazos en el sector, las alternativas identificadas se dividen dos grupos, en donde un grupo de proyectos de rellenos sanitarios que están en curso los cuales tienen licencia ambiental y un segundo grupo de polígonos que han sido identificados como posibles sitios de disposición final de residuos (Empresa de Aseo de Bucaramanga , 2014).

⁵ Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos a largo plazo sobre el medio ambiente (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009)

- Diagnóstico y diseño a detalle para la modernización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de lixiviados del sitio de disposición final El Carrasco: debido a la continua generación de lixiviados, los cuales generan alta contaminación, y la poca remoción que tiene la Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTLX), la EMAB estableció un documento en donde evalúa distintas alternativas para el correcto tratamiento de lixiviados a través del diagnóstico de la PTLX actual. Se obtuvo como alternativa más viable y con mejores resultados la implementación de un sistema de filtración por membranas la cual se basa en el proceso de osmosis inversa o reversa (Empresa de Aseo de Bucaramanga, 2014).
- Informe de impactos ambientales: el informe de impactos ambientales generados por el sitio de disposición final denominado El Carrasco ubicado en el Municipio de Bucaramanga; fue elaborado con base en la información y revisada por la CDMB, así mismo las conclusiones obtenidas se basan de las diferentes visitas técnicas realizadas por funcionarios de la Contraloría Municipal de Bucaramanga a El Carrasco. Como resultados se encontró que el relleno genera más impactos negativos que positivos sobre los recursos naturales, además que en la zona de influencia del proyecto se percibe la afectación negativa como olores, emisión de biogás y lixiviados producidos por la descomposición de los residuos (Contraloría Municipal de Bucaramanga, 2013).
- Informe contaminación de El Carrasco: documento elaborado por la Contraloría Municipal de Bucaramanga en donde se presentan los principales impactos ambientales que tiene el sitio de disposición final El Carrasco, los cuales se agrupan en el deterioro del paisaje, la contaminación del aire, repercusiones en flora y fauna e impactos en la salud (Contraloría Municipal de Bucaramanga, 2015).
- Análisis fisicoquímico de la quebrada La Iglesia aguas arriba y aguas abajo: el laboratorio de análisis químico de aguas residuales de la Universidad Pontificia Bolivariana realizó muestreos y análisis de algunos parámetros de calidad del agua en las zonas altas y bajas de la quebrada La Iglesia y comparó los resultados con los valores permitidos según el decreto 1584 de 1984; como resultado se encontró que las concentraciones de grasas y aceites, arsénico, y mercurio sobrepasan los límites establecidos en el decreto (Universidad Pontificia Bolivariana, 2013).
- Análisis fisicoquímico del afluente piscina de homogenización, bello amanecer y salida al predio Quebrada La Iglesia: análisis realizado por el laboratorio de análisis químico de aguas residuales de la Universidad Pontificia Bolivariana en el afluente piscina de homogenización, bello amanecer y la salida al predio Quebrada La Iglesia; dentro de los resultados se encuentra una alta presencia de selenio en los tres lugares muestreados en función de los valores permitidos por el decreto 1595 de 1984 (Universidad Pontificia Bolivariana, 2013).
- Análisis fisicoquímico de agua superficial y subterránea: análisis realizado por el laboratorio de análisis químico de aguas residuales de la Universidad Pontificia Bolivariana en algunos

cuerpos de aguas superficiales y a través de piezómetros para las aguas subterráneas, dentro de los resultados se encuentra que parámetros como la temperatura, pH, fenoles y mercurio se están por encima de los valores permitidos (Universidad Pontificia Bolivariana, 2013).

- Monitoreo de calidad del aire para la Empresa De Aseo De Bucaramanga –EMAB S.A. E.S.P- en el sitio de disposición final El Carrasco: el consultor K2 fue contratado por la EMAB para el estudio del Monitoreo de Calidad del Aire en donde se midieron las concentraciones de material particulado PST (partículas suspendidas totales) y material particulado PM10 (partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 μm) emitidos en la zona de estudio; como resultado se obtuvo que los valores de PST y PM10 medidos se encuentran entre los límites permisibles establecidos en la resolución 610 de 2010 (Empresa de Aseo de Bucaramanga , 2013) .

Con toda esta información, se identificó la ausencia de valores asociados a concentraciones de los gases de efecto invernadero en la zona de influencia, caracterización de fauna y flora, niveles de ruido que se generan en la zona y capacidad de infiltración de los suelos.

4.1.2 Línea de Tiempo

Como ya se mencionó, El Carrasco ha estado funcionando desde el año 1978 como lugar de disposición de residuos, sin embargo, no siempre ha estado definido como relleno sanitario, por esta razón, con la revisión y análisis de información se lograron identificar los hitos que han sucedido en El Carrasco.

Iniciando en el año 1978 este sitio de disposición operaba como botadero a cielo abierto, posteriormente con la elaboración y presentación del plan de manejo en el año 1998 se autorizó la intervención de la cárcava 1, zona 1 y zona 2; esto permitió que El Carrasco a partir de este año fuera considerado como relleno sanitario debido a las adecuaciones y mecanismos de manejo de residuos. Así mismo con las declaratorias de emergencias las cuales iniciaron en el año 2005 se ha pospuesto el cierre del relleno sanitario hasta el presente año (2015). Es decir, El Carrasco funcionó como botadero a cielo abierto durante los años 1978-1998, con la presentación y elaboración del PMA pasa a tener denominación de relleno sanitario (1999-2005) y con la no clausura, el relleno ha venido funcionando hasta la fecha (2006-2015).

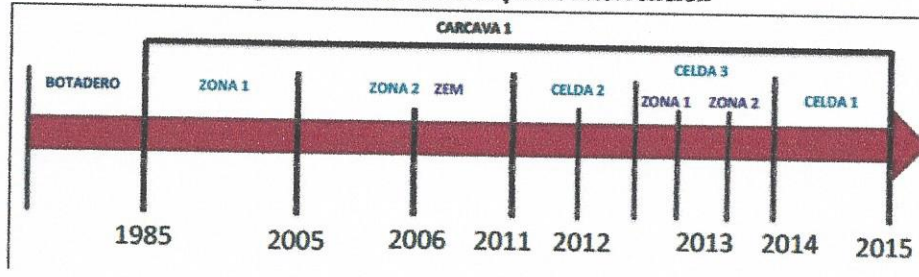
Frente a las zonas clausuradas y las que se encuentran intervenidas actualmente se tiene la siguiente información y su ubicación en la línea del tiempo en la

Figura 4.1

- Zona del botadero antiguo, intervenida entre 1977 y 1985 (Clausurada).
- Cárcava 1 zona 1, intervenida entre 1985 y 2005 (Clausurada).
- Cárcava 1 zona 2, intervenida entre 2005 y 2006 (Clausurada).
- Zona de Extracción de Materiales - ZEM, intervenida entre 2006 y 2011, donde hoy funciona la celda 1, actualmente en operación.
- Celda 3 zona 1, intervenida entre 2011 y 2012, (en proceso de clausura).

- Celda 3 zona 2, intervenida entre 2012 y 2013 (en proceso de clausura).
- Celda 1, actualmente en intervención desde 2013 que operará hasta el 30 de septiembre de 2015.

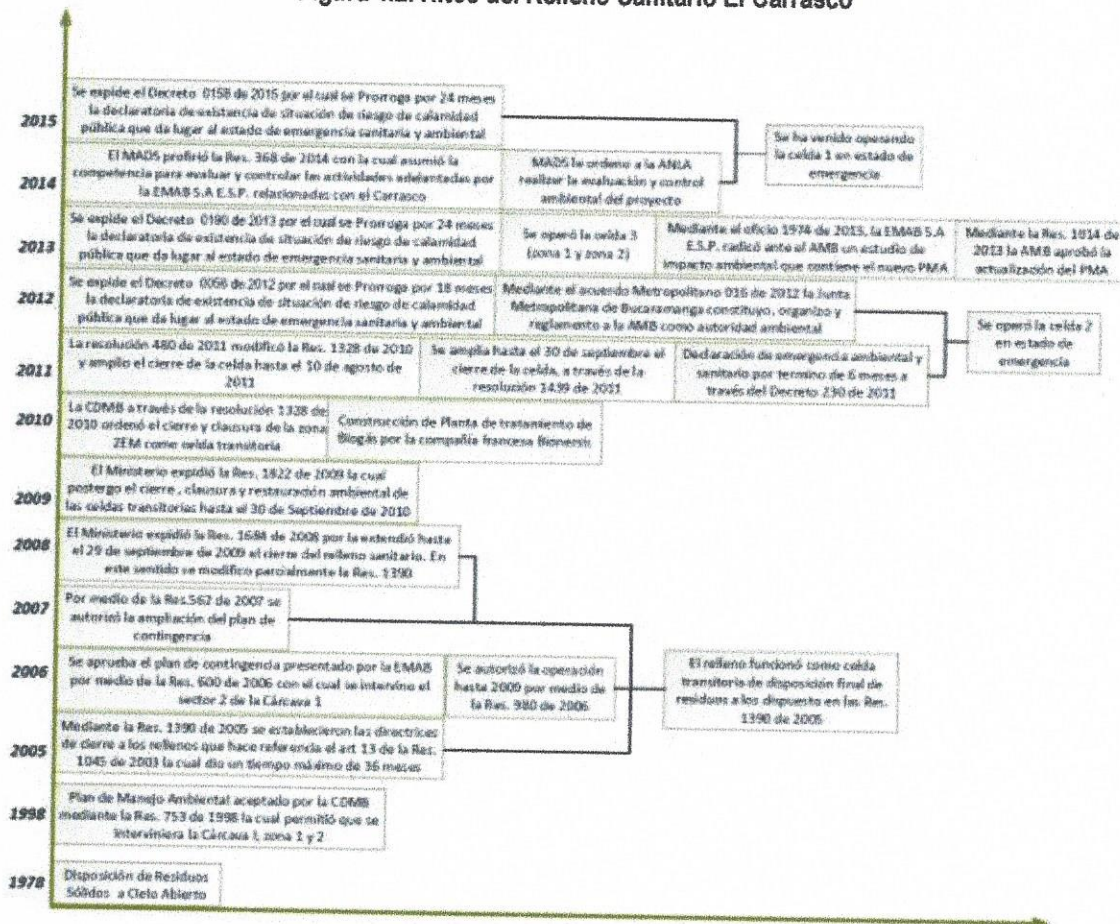
Figura 4.1. Línea de tiempo de intervención



Fuente: (SOLAMES, 2015)

Por el lado, en la Figura 4.2 se presentan los hitos mencionados así como otros complementarios, los cuales han sido relevantes por los efectos generados en el relleno y en la comunidad en general.

Figura 4.2. Hitos del Relleno Sanitario El Carrasco



Fuente: Ecosimple S.A.S, elaboración propia

4.1.3 Identificación de Impactos Ambientales

Una vez definidos los momentos de El Carrasco como relleno sanitario se definieron unos impactos ambientales como prioritarios, estos impactos ambientales fueron extraídos de la matriz Vitoria elaborada para el relleno sanitario, la cual establece estos por aspecto y ponderación según la metodología propuesta por Conesa Fernández; de igual manera con el apoyo de la Unidad Tecnológica de Santander se logró reevaluar la ponderación de dicha matriz, en concordancia con la situación actual del relleno y los impactos que genera este tipo de proyectos al medio ambiente.

Para la identificación de los impactos ambientales, su cuantificación biofísica en el tiempo, el periodo en el que se generan pasivos ambientales⁶ y el análisis financiero el cual incluye la valoración económica, se elaboró (1) un archivo Excel como soporte por parte de la consultoría, el cual permite por medio de una línea del tiempo identificar los aspectos mencionados.

Respecto a este archivo frente al componente ambiental se cuenta con la hoja "Cuant. Imp. Ambiental" la cual por medio de una línea del tiempo la cual comprende el periodo 1978-2025, se identificaron los impactos ambientales en las etapas que van desde el botadero a cielo abierto (1978-1998), funcionamiento como relleno sanitario (1999-2005), funcionamiento del botadero asociado al no cierre (2006-2017) y la etapa de post clausura (2018-2025); adicionalmente se incorporaron los pasivos ambientales que se han generado en los diferentes momentos del Carrasco y que actualmente se están produciendo, los cuales tienen una duración aproximada de 10 años.

De igual forma para la identificación de los impactos ambientales se tuvo en cuenta que la disposición en el Carrasco es de aproximadamente 900 toneladas por día de residuos sólidos provenientes de Bucaramanga, Girón, Piedecuesta, Floridablanca, Lebrija, El Playón, Rionegro, California, Matanza, Suratá y Charta, quienes aportan diariamente 431 ton, 40 ton, 43 ton, 15 ton, 8,5 ton, 5,4 ton, 111 ton, 79 ton, 2 ton, 1,6 ton y 0,7 ton respectivamente; lo cual genera una serie de impactos ambientales que influyen negativamente en la calidad de vida de las personas y disminuyen la disponibilidad de los recursos naturales; generando en consecuencia un *decremento al capital natural del país*.

En la Tabla 4.1 se describen los impactos ambientales que genera el relleno sanitario El Carrasco para los cuales se priorizaron las unidades biofísicas.

Tabla 4.1. Descripción de los Impactos producidos por el relleno sanitario El Carrasco

Factor	Recurso Impactado	Descripción	Impacto ambiental
	Paisaje	La disposición final de residuos sin ningún manejo ambiental o sanitario genera impactos que deterioran el paisaje, los cuales se ven reflejados negativamente en el aspecto visual debido a los residuos sólidos a cielo	Cambios en el ecosistema terrestre del lugar

⁶ Ver nota 5

Abiótico		abierto, su dispersión en el entorno y la presencia de animales los cuales son atraídos por estos ambientes.	Cambios en la estructura del paisaje
		Igualmente los lixiviados contienen variedad de elementos y sustancias tóxicas como metales pesados, detergentes, plaguicidas y plastificantes los cuales pueden producir efectos adversos en la flora e intoxicaciones en la fauna, debido a las altas concentraciones.	Contaminación visual
	Aire	Uno de los aspectos más impactados en la construcción y operación del relleno sanitario es el aire, debido a que en todas las etapas del proyecto se genera este impacto y puede ocasionar problemas en la salud y el entorno. Dentro de las problemáticas más evidentes se encuentra la emisión de gases de efecto invernadero los cuales pueden generar incendios, y la suspensión de microorganismos en partículas de polvo.	Aumento de la concentración del material particulado
			Emisión de gases de efecto invernadero
			Malos olores
			Ruido
	Agua	La generación de lixiviados en los rellenos sanitarios es una problemática que impacta de manera considerable el recurso hídrico debido a la gran afectación que tienen estos sobre la calidad y cantidad de agua, asimismo los procesos de precipitación e infiltración pueden aumentar la magnitud del impacto en las aguas superficiales y subterráneas, lo cual aumenta la probabilidad de que se presenten afectaciones a la salud.	Disminución de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales
			Disminución de las características fisicoquímicas de las aguas subterráneas
			Perdida en la cantidad del recurso
	Suelo	Las altas cargas contaminantes que poseen los lixiviados y la remoción de la capa superficial del suelo generan impactos en los suelos los cuales producen procesos erosivos y la disminución en la capacidad productiva de estos; de igual manera la mala compactación de residuos y la desestabilización de taludes pueden ocasionar movimientos de tierra los cuales impactarían en diversos recursos naturales.	Alteración de los usos actuales y potenciales del suelo
Procesos de erosión de la tierra			
Alteración de la estabilidad del suelo			
Alteración de permeabilidad del terreno			

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Cabe resaltar que la cuantificación biofísica de los impactos ambientales y la priorización que se realizó posteriormente está en función de la información disponible, la cual tuvo como objetivo seleccionar aquellos impactos con mayor incidencia en el medio ambiente; se debe mencionar que los aspectos que no fueron objeto de valoración se trataron de manera general en este documento.

4.1.4 Cuantificación Biofísica

Con la revisión de información secundaria y la identificación de impactos ambientales, se procedió a identificar las unidades de medida (biofísicas) de dichos impactos; al realizar este paso, ya se está valorando la magnitud del impacto.

La información consultada, dentro de la cual se encuentran análisis de laboratorio, informes de gestión, informes técnicos, fichas del plan de manejo, normatividad, noticias en los medios públicos, entre otros, fueron elaborados y documentos en el periodo 2013-2014.

En la Tabla 4.2 se presentan los impactos ambientales y su correspondiente valor.

Tabla 4.2. Valor biofísico de impactos ambientales

Recurso Impactado	Aspecto	Unidad biofísica	Valor
Paisaje	Cambios en la forma del relieve	Ha	90
	Cambios en la estructura del paisaje	Ha	90
	Contaminación visual	Ha	90
Aire	Aumento de la concentración del material particulado	ppm, ppb, mg/m ³	PM10: 27 µg/m ³ PM10: 47 µg/m ³ PST: 47 µg/m ³ PST: 86 µg/m ³
	Emisión de gases de efecto invernadero	m ³ .ton.	27459 tCO ₂ e/año
	Maños olores	OUe/m ³	-
	Ruido	Decibeles	-
Agua	Disminución de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales	Unidades de pH µs/cm mg/fenol/L mgNO ₂ /L mgNO ₃ /L mg O ₂ / L mg O ₂ /L mg O ₂ /L mg NH ₃ -N/L mgAs /L mgCd/L mgPb /L µgHg /L	pH/T: 8,05/ 29,6 Selenio: 0,065 DQO: 12522 DBO5: 7065 Cloroformo: < 1,2 Arsénico: 0,076 Cadmio:<0,002 Plomo:<0,004 Mercurio: < 0,00027 Niquel: 0,32 Plata: <0,0036 Cianuro Total:<0,007 Grasas y aceites: 57 Sólidos sedimentables: 0,44 Sólidos suspendidos totales: 158
	Disminución de las características fisicoquímicas de las aguas subterráneas		pH/T: 6.43/ 25.3 Conductividad Eléctrica:8.69 Fenoles: < 0.21 Nitritos: 0.204 Nitratos: 8.18 DQO: 13.4 DBO5: <11.0 Oxígeno Disuelto: 1.04 Nitrógeno amoniacal: < 5.2 Arsénico: 0.82 Cadmio:<0.002 Plomo:<0.005 Mercurio: < 0.50
	Perdida en la cantidad del recurso	m ³ , l/seg	73.478.880 l/año
Suelo	Alteración de los usos actuales y potenciales del suelo	Ha	90
	Procesos de erosión de la tierra	Ha	90
	Alteración de la estabilidad del suelo	Ha,m ³	90
	Alteración de permeabilidad del terreno	cm/s	-

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con base en la Matriz de Impactos VITORIA.

4.1.5 Priorización de los Impactos Ambientales

Según el Decreto 838 de 2005 un Relleno Sanitario (RS) es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final; esta definición se establece para rellenos construidos de manera eficiente y con las medidas técnicas y operativas adecuadas que permitan reducir los impactos ambientales y la afectación a la salud de las personas.

Los residuos que son depositados en los RS presentan una serie de cambios los cuales pueden ser: (1) físicos asociados con la compactación de los residuos, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo; (2) químicos los cuales están en función de las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno los cuales abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en líquidos, la evaporación de compuestos volátiles, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas; (3) biológicos los cuales son uno de los más importantes en los rellenos debido a que los microorganismos presentes en los residuos descomponen la materia orgánica de manera aerobia (presencia de oxígeno) lo cual genera principalmente bióxido de carbono y anaerobia (sin presencia de oxígeno) en donde la materia orgánica se transforma en bióxido de carbono, metano, amoníaco, ácido sulfhídrico, entre otros (Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, 2007).

En la mayoría de los casos todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, en donde la fracción orgánica es la que presenta mayores cambios, lo cual se traduce en la generación de subproductos integrados por líquidos, gases y sólidos. En la Tabla 4.3 se presentan algunos subproductos, su descripción y el recurso que se ve impactado.

Tabla 4.3. Subproductos generados en la descomposición de residuos sólidos

Subproducto	Descripción	Recurso impactado
Lixiviado o percolado	Es un líquido de color oscuro, mal oliente, producido por la descomposición de los residuos sólidos. Al tener contacto los lixiviados con las aguas lluvias, estas aumentan su volumen y se pueden infiltrar en las diferentes capas del subsuelo, llegando a contaminar el recurso hídrico superficial y subterráneo.	Recurso Hídrico
Gases	Los rellenos sanitarios se comportan como un digestor anaerobio, debido a la descomposición o putrefacción natural de los residuos sólidos en la cual se producen gases tales como el dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, amoníaco, mercaptanos y metano; este último es de gran interés porque puede ser aprovechado en la	Aire

	generación de energía y producción de combustible; así como el alto riesgo que representa este gas al acumularse en los espacios vacíos del relleno lo cual puede generar explosiones.	
--	--	--

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con base en Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales (2007).

En este sentido, para la priorización de los impactos ambientales se tuvo en cuenta los recursos impactados por la generación de subproductos descritos en la Tabla 4.3, los cuales corresponden a aquellos impactos que generan pasivos ambientales, y la disponibilidad de información.

Frente a los criterios mencionados, ya se han identificado los recursos impactados por los subproductos los cuales son el recurso hídrico y el aire; respecto a la disponibilidad de información se puede observar en el diagnóstico de información del componente ambiental, que se han realizado análisis fisicoquímicos del recurso hídrico y manejo de lixiviados de manera periódica a través de los años y se cuenta con el registro de los resultados para diferentes periodos, hasta el mes de febrero del año 2015. Esto permite asociar los parámetros de calidad del agua medidos en campo con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente.

Respecto a la información relacionada con el recurso suelo y el paisaje, no se cuenta con información actualizada ni con unidades biofísicas que permitan evidenciar en el tiempo el cambio en el paisaje y la pérdida mecánica y física de los suelos.

Por último, los impactos causados al aire producto de las emisiones de gases de efecto invernadero tienen unidades biofísicas para el dióxido de carbono y el metano; sin embargo la generación de malos olores y el ruido no han sido cuantificados.

En conclusión los impactos ambientales causados al recurso hídrico y al aire serán objeto de valoración, debido a las grandes implicaciones que tienen estos aspectos en el medio ambiente y la disponibilidad de unidades biofísicas.

Así mismo también se incluyeron elementos de análisis y cuantificación biofísica en torno al suelo y al paisaje.

4.2 Componente económico.

Realizar evaluaciones utilizando información primaria es costoso ya que requiere desarrollar encuestas o talleres así como definir el problema de la manera más acotada posible para poder aplicar la metodología de valoración económica adecuada. En este sentido, en este apartado, se presenta información secundaria, obtenida tanto de fuentes oficiales como de otros trabajos donde se han aplicado técnicas para abordar el problema.

4.2.1 Diagnóstico de información

Debido a que la información que se utilizará en este documento corresponde a información secundaria, es importante encontrar documentos que justifiquen y proporcionen datos referentes al relleno sanitario El Carrasco. Los valores asociados a documentos que se presentan en este informe han evaluado algún factor ambiental que es afectado por la existencia del relleno pero no necesariamente presentan una valoración de dicha afectación.

En ese sentido, la resolución del ((MADS) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) señala que gran cantidad de los reclamos asociados al relleno tiene que ver con la presencia de gallinazos así como a la acción popular interpuesta por los habitantes del barrio El Porvenir y de conjunto residencial Balcones de Provenza, quienes están ubicados a menos de 1.000 metros del relleno, distancia por debajo a la establecida por la norma.

Así mismo, (Assaf Carrascal & Assaf Carrascal, 2012) aplican una encuesta a habitantes del barrio El Porvenir, para establecer cómo se ven afectados en distintos aspectos, como la vida y salud por ejemplo, por la presencia del relleno sanitario El Carrasco a tan corta distancia.

Para hacer esta evaluación, las autoras, aplicaron una encuesta a 67 habitantes del barrio⁷, de los cuales 28 eran mujeres y 39 hombres. Algunos de los resultados, que interesan para este documento, se presentan en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Variables relevantes

Variable de estudio	Observaciones
Patologías	Alergias
	Problemas respiratorios
	Gripa
	Tos
	Problemas de piel
Plagas	Ratas
	Zancudos
	Insectos
	Aves de carroña
	Moscas
Olores	Insoponible en las madrugadas

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con la información de (Assaf Carrascal & Assaf Carrascal, 2012)

(Agudelo Prada, et al., 2010) analizan y valoran la población de gallinazos negros mediante trabajo de campo con presencia en el relleno sanitario y en su área de influencia. Encontraron que en el relleno existen 3529 gallinazos, cifra elevada que se debe a las condiciones del relleno donde los animales no tienen que desplazarse porque encuentran las condiciones de alimentación, reproducción y seguridad. Por otro lado, encontraron que (...) una primera *caracterización realizada en los aeropuertos de Colombia definió como una de las principales causas de riesgo de peligro aviario la presencia y abundancia del gallinazo negro o chulo, debido principalmente al mal manejo e inadecuada disposición final de residuos sólidos o debido a asentamientos humanos ilegales que se constituyen en invasiones sin una infraestructura de servicios adecuada*" (Agudelo Prada, et al., 2010, p. 59)

⁷ Las 67 encuestas las obtienen con un nivel de confianza del 95% y 1% de error.

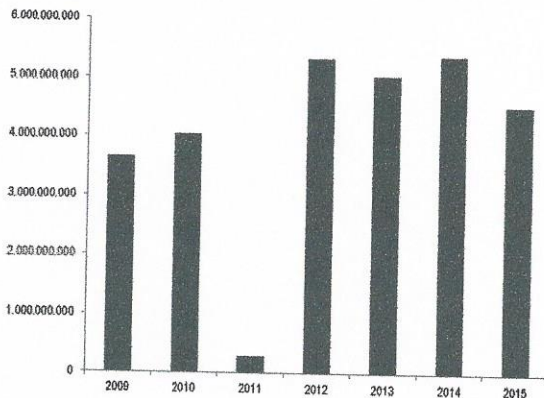
Para el momento del estudio, en el relleno sanitario tenían como método de ahuyentamiento de los gallinazos la pólvora y el cañón. Para estos métodos, los autores encontraron que solamente se dispersan los animales de forma temporal ya que los animales ya se han acostumbrado y se retiran a una corta distancia y retornan nuevamente al relleno.

4.2.2 Inversiones históricas

En los siguientes apartados se hace referencia únicamente a las inversiones efectuadas por la Empresa de Aseo de Bucaramanga, ya que en las reuniones de trabajo adelantadas con los funcionarios de la Contraloría Municipal de Bucaramanga se acordó que no se analizaría lo correspondiente a operación o funcionamiento ya que esto debe hacerse sin importar la ubicación del relleno, siempre y cuando este prestando el servicio de disposición final de residuos sólidos.

Según los presupuestos ejecutados de la Empresa de Aseo de Bucaramanga asociados al relleno sanitario El Carrasco para las diferentes vigencias mostraron que:

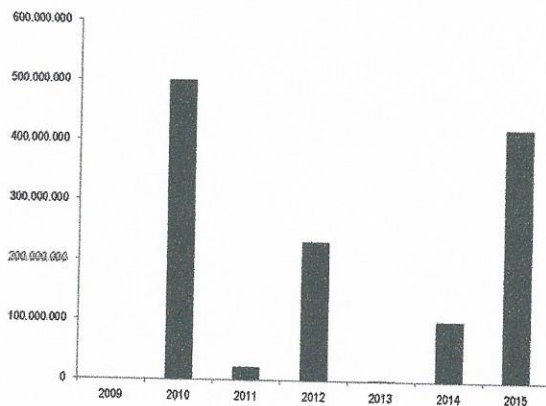
Figura 4.3 Operación integral del relleno sanitario



En cuanto a la operación integral del relleno sanitario para los años 2009-2015, se puede ver que, en general, se destina entre 3,500 millones y 5,300 millones para su operación. Sin embargo, para el año 2011 esta inversión es inferior a los 1,000 millones, indicando un comportamiento atípico.

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con información de los presupuestos ejecutados de Empresa de Aseo de Bucaramanga

Figura 4.4 Costos de disposición final, clausura y post clausura

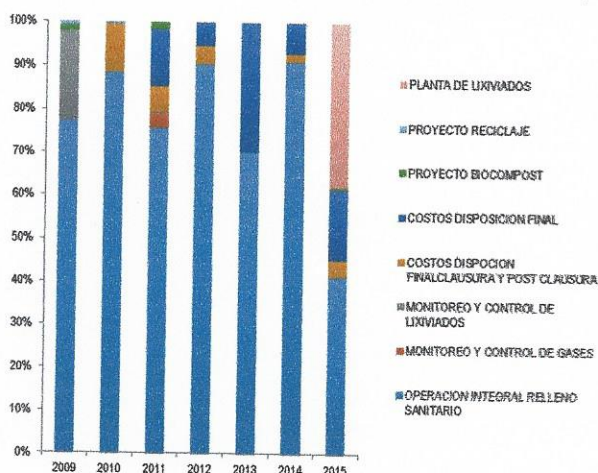


Los valores de este periodo, 2009-2015 corresponde a una etapa de operación por parte del relleno cuando ya debería estar clausurado. Se puede ver que los mayores montos ejecutados corresponden al año 2010 con cerca de 500 millones y para el año 2015 con un poco más de 400 millones.

En la Figura 4.2 se confirman con los hitos que en el año 2010 se cierra la zona ZEM como celda transitoria (resolución 1328) y para el año 2015 se deben tomar medidas para cerrar en 24 meses el relleno (resolución 0158)

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con información de los presupuestos ejecutados de Empresa de Aseo de Bucaramanga

Figura 4.5 Participación en presupuestos ejecutados



Las disposiciones presupuestales están enfocadas principalmente a la operación integral del relleno, dentro de cada año ocupan una fracción importante del presupuesto, en algunos años del 90% (2010, 2012 y 2014). Pese a que en el año 2009 y 2015 se hizo una inversión considerable en la planta de lixiviados, es solo en el año 2015 donde se refleja. Los programas asociados a reciclaje, biocompost y monitoreo de gases tienen participaciones poco significativas.

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con información de los presupuestos ejecutados de Empresa de Aseo de Bucaramanga

Por otro lado, al enfocar las inversiones por el lado de los contratos suscritos por parte de la Empresa de Aseo de Bucaramanga se encontró que:

Tabla 4.5 Contratos asociados a la inversión

Año	Objetivo	Monto
2009	Construcción de obra de anclaje y recuperación de la geomembrana en piscina de tratamiento de lixiviados y obras necesarias para la remoción de lodo de las piscinas de la zona de la Planta de Tratamiento.-	\$13,964,206
	Construcción de la segunda etapa de la optimización del sistema de tratamiento de lixiviados para el Relleno Sanitario "El Carrasco"	\$919,135,516
	Adecuación física de la planta de compostaje ubicada en el sitio de disposición final el Carrasco	\$32,213,987
2010	Construcción de la primera fase de las redes eléctricas de la planta de lixiviados del sitio de disposición final	\$67,685,786
	Construcción de la segunda fase de la red eléctrica de la planta de lixiviados del sitio de disposición final denominado el Carrasco de propiedad de la EMAB	\$45,946,348
	Efectuar la conducción de lixiviados y adecuación de la caseta de bombeo en la Zem desde la PTLXV antiguas pagos	\$84,909,396
2011	Construcción eléctrica para la alimentación de un sistema de bombeo y su puesta en funcionamiento, la cual se encuentra ubicada en la nueva planta de tratamiento de lixiviados	\$59,410,725
2012		
2013	Construcción de un dique de contención en el sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$999,952,584
	Construcción de un nuevo pondaje en el sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$715,972,841
	Diseño e implementación del nuevo sistema de selección aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos adelantados por la EMAB SA ESP	\$37,000,000

	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos diseño evaluación e implementación de las medidas necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de Septiembre de 2013	\$8,500,000
2014	Contrato de obra de construcción drenajes en la masa existente de residuos para evacuación de lixiviados y canalización para las aguas de esorrentina provenientes de las áreas de drenaje en la parte posterior del dique de contención en el sitio de disposición final denominado el carrasco	\$882,989,601
	Contrato de construcción del cerramiento obras de control conducción de los caudales y actividades para estabilización y bioingeniería para la clausura del ares definida en los estudios previos y en los términos de referencia del sitio de disposición final el carrasco	\$780,801,600
	Contrato de obra de construcción de sistema de drenaje de lixiviados en la zona adyacente para la disposición final de residuos sólidos en el carrasco , instalación geomembrana 60 mil en la zona adyacente para la disposición final de residuos sólidos en el carrasco	\$720,130,348
	Suministro de 240 docenas de voladores de 5 golpes para utilizarse en el sitio de disposición final de residuos sólidos el Carrasco.	\$4,776,000
	Suministro de 800 docenas de voladores de cinco golpes para utilizarlos en el sitio de disposición final de residuos sólidos denominado el Carrasco.	\$13,520,000
	Suministro de lona impermeable para cubrimiento temporal de residuos como parte de la operación de disposición final	\$0.00
	Compra de 100 mallas para gavión galvanizado triple torsión de 2 mt x 1mtx 5mt y 105 mt3 de bolo entre 4 y 10 kg de alambre para amarre para elaboración de gaviones y protección del sector continuo al canal de concreto que conduce las aguas lluvias del sitio de disposición final de la EMAB	\$4,800,000
	Contratar el proceso y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisión de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada del 30 de septiembre de 2013 hace parte integral del presente contrato el informe de oportunidad y conveniencia y la propuesta presentada por el contratista	\$15,000,000
	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisor de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de septiembre de 2013 hace parte integral del presente contrato el informe de oportunidad y conveniencia y la propuesta presentada por el contratista	\$15,000,000
	Para realizar la formulación, estudios e implementación de proyectos ambientales, tecnologías de compostaje, control biológico de plagas, control aviaro en el sitio de disposición final.	\$16,100,000
	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisión de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de septiembre de 2013	\$17,000,000
Contratar la consultoría cuyo objeto es la prestación del servicio de asesoría especializada con el fin de realizar evaluación jurídica técnica y ambiental respecto al sitio de disposición final de residuos sólidos denominado el Carrasco que opera la compañía en el municipio de Bucaramanga y que presta este servicio a 17 municipios del departamento de Santander y formular recomendaciones concretas debidamente soportadas que resulten del caso para solucionar definitivamente el problema de la disposición final de residuos sólidos que se presenta en la región	\$394,984,200	

	Contrato de consultoría para el diagnóstico estudio y re-diseño de detalle para la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de lixiviados y planta de desgasificación sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$165,513,753
2015	Construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento del lixiviados en el sitio de disposición final el carrasco ubicado en jurisdicción de Bucaramanga en desarrollo de la mitigación al impacto ambiental producido por los vertimientos de lixiviados al recurso hídrico del municipio de Bucaramanga	\$3,154,000,000
	El contrato de obra para la construcción de drenaje dentro de la masa de residuos, construcción de estructuras de control de ingreso y salida de lixiviados de los pondajes, instrumentación del canal para el control de aguas de escorrentía en el sitio de disposición final el Carrasco	\$884,072,916
	Consultoría para los diseños de ingeniería de detalle para la construcción de la planta de compostaje en el sitio de disposición final el Carrasco	\$41,180,000
	Realizar análisis de estabilidad general y de capacidad para la disposición de residuos sólidos en la celda transitoria del relleno sanitario El Carrasco	\$146,150,000
	Asesoría especializada con el fin de realizar evaluación jurídico técnica y ambiental respecto al sitio de disposición final de residuos sólidos denominado El Carrasco que opera en el municipio de Bucaramanga	\$249,990,000

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con información suministrada por la Contraloría Municipal de Bucaramanga

Donde se encuentra que el año 2011 es un año atípico ya que las inversiones asociadas a contratos y los presupuestos ejecutados tienen valores poco significativos a los demás años presupuestales, posiblemente se debe a la falta de información para dicho año. Los bajos valores de los años 2009 hasta 2012 se explica a que los contratos asociados a esas fechas son reducidos respecto a los años 2013, 2014 y 2015.

En cuanto al monto de las inversiones, se encontró que es desde el año 2013 desde donde se empiezan a realizar inversiones considerables por encima de los 1,700 millones, llegando a los 4,475 millones correspondientes al año 2015, valor elevado asociado a la construcción, operación y mantenimiento de la nueva planta de tratamiento de lixiviados.

Tabla 4.6 Totales de contratos

Año	Totales
2009	\$965,313,709
2010	\$198,541,530
2011	\$59,410,725
2012	0
2013	\$1,761,425,425
2014	\$3,130,615,502
2015	\$4,475,392,916

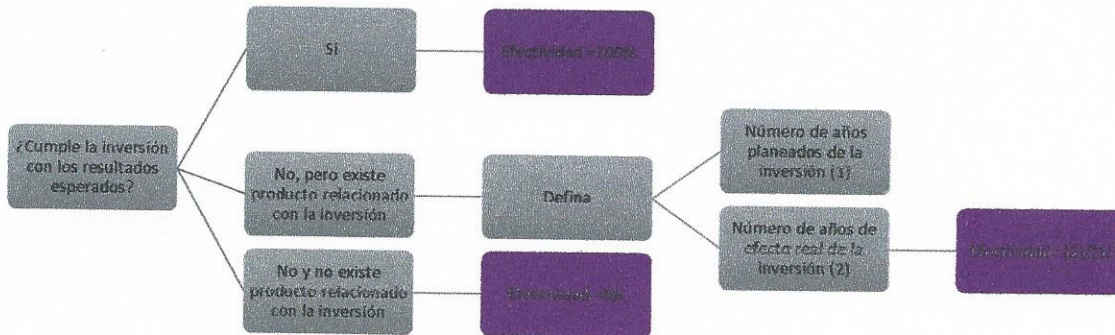
Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con información suministrada por la Contraloría Municipal de Bucaramanga

Por otro lado, cuando se hace una inversión se espera que asociados a dicha asignación del gasto puedan cumplir con ciertos criterios como lo son de equidad, eficiencia o efectividad, donde el primero implica garantizar el cumplimiento de la noción colectiva de justicia distributiva, en tanto que la eficiencia tienen como propósito asegurar la máxima cantidad de productos alcanzados con un nivel de gasto determinado y los criterios de efectividad buscan que los productos, resultados e impactos del gasto cumplan con los objetivos para los cuales son programados (Arregoces Castillo, Jola Sánchez, Quintero Cuello, & Velásquez Henao, 2012).

En ese sentido, a las inversiones acá presentadas debe ser posible asignarle un criterio de efectividad para determinar si los resultados que se están obteniendo son los esperados, determinando que las inversiones asociadas al relleno sanitario son realmente efectivas.

Para evaluar la efectividad de las inversiones se propone aplicar el siguiente procedimiento:

Figura 4.6 Efectividad de las inversiones



Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Aplicando la efectividad a las inversiones asociadas a los contratos se tiene que:

Tabla 4.7 Efectividad por contrato

Año	Objetivo	Monto	Efectividad
2009	Construcción de obra de anclaje y recuperación de la geomembrana en piscina de tratamiento de lixiviados y obras necesarias para la remoción de lodo de las piscinas de la zona de la Planta de Tratamiento.-	\$13,964,206	0.375
	Construcción de la segunda etapa de la optimización del sistema de tratamiento de lixiviados para el Relleno Sanitario "El Carrasco"	\$919,135,516	0.375
	Adecuación física de la planta de compostaje ubicada en el sitio de disposición final el CARRASCO	\$32,213,987	0
2010	Construcción de la primera fase de las redes eléctricas de la planta de lixiviados del sitio de disposición final	\$67,685,786	0.375
	Construcción de la segunda fase de la redes eléctrica de la planta de lixiviados del sitio de disposición final denominado el Carrasco de propiedad de la EMAB	\$45,946,348	0.375
	Efectuar la conducción de lixiviados y adecuación de la caseta de bombeo en la ZEM desde la PTLXV antiguas pagos	\$84,909,396	0.375
2011	Construcción eléctrica para la alimentación de un sistema de bombeo y su puesta en funcionamiento, la cual se encuentra ubicada en la nueva planta de tratamiento de lixiviados	\$59,410,725	0.375
2012			
2013	Construcción de un dique de contención en el sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$999,952,584	0.375
	Construcción de un nuevo pondaje en el sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$715,972,841	0.35
	Diseño e implementación del nuevo sistema de selección aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos adelantados por	\$37,000,000	0

	la EMAB SA ESP		
	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos diseño evaluación e implementación de las medidas necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de Septiembre de 2013	\$8,500,000	1
	Contrato de obra de construcción drenajes en la masa existente de residuos para evacuación de lixiviados y canalización para las aguas de esorrentina provenientes de las áreas de drenaje en la parte posterior del dique de contención en el sitio de disposición final denominado el carrasco	\$982,989,601	0.375
	Contrato de construcción del cerramiento obras de control conducción de los caudales y actividades para estabilización y bioingeniería para la clausura del ares definida en los estudios previos y en los términos de referencia del sitio de disposición final el carrasco	\$780,801,600	0
	Contrato de obra de construcción de sistema de drenaje de lixiviados en la zona adyacente para la disposición final de residuos sólidos en el carrasco , instalación geomembrana 60 mil en la zona adyacente para la disposición final de residuos sólidos en el carrasco	\$720,130,348	0.375
	Suministro de 240 docenas de voladores de 5 golpes para utilizarse en el sitio de disposición final de residuos sólidos el Carrasco.	\$4,776,000	0
	Suministro de 800 docenas de voladores de cinco golpes para utilizarlos en el sitio de disposición final de residuos sólidos denominado el Carrasco.	\$13,520,000	0
	Suministro de lona impermeable para cubrimiento temporal de residuos como parte de la operación de disposición final	\$0.00	0
2014	Compra de 100 mallas para gavión galvanizado triple torsión de 2 mt x 1mt x 5mt y 105 mt3 de bolo entre 4 y 10 kg de alambre para amarre para elaboración de gaviones y protección del sector continuo al canal de concreto que conduce las aguas lluvias del sitio de disposición final de la EMAB	\$4,800,000	1
	Contratar el proceso y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisión de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada del 30 de septiembre de 2013 hace parte integral del presente contrato el informe de oportunidad y conveniencia y la propuesta presentada por el contratista	\$15,000,000	1
	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisor de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de septiembre de 2013 hace parte integral del presente contrato el informe de oportunidad y conveniencia y la propuesta presentada por el contratista	\$15,000,000	1
	Para realizar la formulación, estudios e implementación de proyectos ambientales, tecnologías de compostaje, control biológico de plagas, control aviarío en el sitio de disposición final.	\$16,100,000	0
	Contratar procesos y subprocesos de asesoría para los procesos de estructuración contractual, supervisión de ejecución de obras y actividades necesarias para mitigar los efectos de la disposición final de residuos en el relleno sanitario el Carrasco a partir de la emergencia sanitaria declarada el 30 de septiembre de 2013	\$17,000,000	1

	Contratar la consultoría cuyo objeto es la prestación del servicio de asesoría especializada con el fin de realizar evaluación jurídica técnica y ambiental respecto al sitio de disposición final de residuos sólidos denominado el Carrasco que opera la compañía en el municipio de Bucaramanga y que presta este servicio a 17 municipios del departamento de Santander y formular recomendaciones concretas debidamente soportadas que resulten del caso para solucionar definitivamente el problema de la disposición final de residuos sólidos que se presenta en la región	\$394,984,200	1
	Contrato de consultoría para el diagnóstico estudio y re-diseño de detalle para la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de lixiviados y planta de desgasificación sitio de disposición final denominado el Carrasco	\$165,513,753	1
2015	Construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento del lixiviados en el sitio de disposición final el carrasco ubicado en jurisdicción de Bucaramanga en desarrollo de la mitigación al impacto ambiental producido por los vertimientos de lixiviados al recurso hídrico del municipio de Bucaramanga	\$3,154,000,000	1
	El contrato de obra para la construcción de drenaje dentro de la masa de residuos, construcción de estructuras de control de ingreso y salida de lixiviados de los pondajes, instrumentación del canal para el control de aguas de escorrentía en el sitio de disposición final el Carrasco	\$884,072,916	1
	Consultoría para los diseños de ingeniería de detalle para la construcción de la planta de compostaje en el sitio de disposición final el Carrasco	\$41,180,000	1
	Realizar análisis de estabilidad general y de capacidad para la disposición de residuos sólidos en la celda transitoria del relleno sanitario El Carrasco	\$146,150,000	1
	Asesoría especializada con el fin de realizar evaluación jurídico técnica y ambiental respecto al sitio de disposición final de residuos sólidos denominado El Carrasco que opera en el municipio de Bucaramanga	\$249,990,000	1

De manera que aplicando la efectividad a las inversiones totales se tiene que efectivamente han tenido el rendimiento presentado en la Tabla 4.8:

Tabla 4.8 Inversiones efectivas

Año	Inversiones totales	Inversiones efectivas
2009	\$965,313,709	\$349,912,396
2010	\$198,541,530	\$74,453,074
2011	\$59,410,725	\$22,279,022
2012		
2013	\$1,761,425,425	\$634,072,713
2014	\$3,130,615,502	\$1,250,967,934
2015	\$4,475,392,916	\$4,475,392,916

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

4.2.3 Construcción del Flujo de Caja Económico

El objetivo de esta sección es presentar la manera como se construyó el flujo de caja del relleno sanitario El Carrasco. Para elaborar cualquier flujo es necesario definir cuáles son los beneficios y

los costos asociados, para así estimar a través de los años el efecto neto. En ese sentido, en las siguientes secciones se presenta la definición y obtención de estos elementos para el caso de El Carrasco.

4.2.3.1 Clasificación y estimación de beneficios y costos

Por el lado de los beneficios, se definen como todas aquellas inversiones que se han realizado hasta este momento en el relleno, ya que sin estas el impacto sobre los recursos naturales sería mayor a los que actualmente se pueden estar presentando. Por lo tanto, los beneficios que se utilizarán en el flujo de caja corresponden a las inversiones, ya afectadas por su efectividad, como se muestra en la Tabla 4.8

Para los costos, lo primero es definir cuáles son los efectos negativos que se pueden encontrar en el relleno, para esto se utilizará la línea del tiempo asociada, de manera que los efectos del relleno se pueden separar en impactos de operación y pasivos ambientales como se presenta en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9 Impactos y pasivos ambientales asociados al relleno

Impactos - Botadero a cielo abierto (1978-1998)
Pasivos - Botadero a cielo abierto (1999-2008)
Impactos - Operación I (1999-2005)
Pasivos - Operación I (2006-2015)
Impactos - Operación II (2006-2017)
Pasivos Post-clausura (2018-2026)

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Los valores asociados a la operación y a los pasivos ambientales se encontrarán como la valoración económica de un recurso ambiental (ya en unidades biofísicas). En este sentido, para poder valorar se debe contar con un precio y unas cantidades físicas. Para el caso de las cantidades físicas se utilizarán los valores encontrados en el componente ambiental ya descrito en este documento.

Para encontrar los valores recomendados de funcionamiento del relleno se propone evaluar los recursos asociados a agua, aire y suelo; para el caso del recurso hídrico se tuvo en cuenta el costo de adquisición y funcionamiento de la PTLX en donde el valor de referencia fue de \$4.038.072.916 el cual es el costo de la nueva PTLX que se adquirió el año 2015, como esta inversión debió haberse generado desde que el Carrasco empezó su funcionamiento como relleno sanitario (1998), se deflactó la inversión actual y se obtuvo el valor que debió haber generado el relleno sanitario para el año 1998 el cual fue de \$1.834.640.169; para el caso del aire, el factor asociado corresponde a la reducción de toneladas de CO₂ por valor de \$1,400 pesos (año 2015 (Behrentz, Espinosa, Márquez, Ortiz, & Saavedra, 2014)) y para el suelo se tendrá presente el costo de reforestar y mantener una

hectárea, así como la rentabilidad se asume un valor de 1,560,970 \$/ha (2015⁸) y los costos de reforestación y mantenimiento, por valores del año 2010, de \$3,485,617 y \$680,900 respectivamente (Miranda Reyes & Torres Rodríguez, 2010)

De manera que con estas dos informaciones (precio y cantidad) se tiene una primera aproximación a los recursos que deberían utilizarse en cada uno de los años para tener un buen funcionamiento. Los valores se pueden encontrar en la hoja "valoración económica" en el archivo de Excel que Ecosimple S.A.S adjunta como soporte.

A manera de resumen, los costos ambientales asociados a cada una de las etapas de El Carrasco se presentan a continuación (**Tabla 4.10**), donde vale la pena señalar que los costos van disminuyendo desde el año 2016 y se asume un costo constante para la época de post clausura ya que se supone que a partir del año 2017 ya deja de funcionar como relleno.

Tabla 4.10 Costos ambientales asociados a El Carrasco (1978-2026)

BOTADERO A CIELO ABIERTO	1978	\$1,098,371	OPERACIÓN COMO RELLENO SANITARIO	1999	\$1.852.106.010	POST CLAUSURA POR NO CIERRE	2018	\$140,487,300
	1979	\$1,402,744		2000	\$19.072.706		2019	\$140,487,300
	1980	\$1,780,329		2001	\$20.593.020		2020	\$140,487,300
	1981	\$2,258,991		2002	\$21.822.350		2021	\$140,487,300
	1982	\$2,812,961		2003	\$23.374.969		2022	\$140,487,300
	1983	\$3,303,123		2004	\$24.771.071		2023	\$140,487,300
	1984	\$3,848,463		2005	\$846.642.894		2024	\$140,487,300
	1985	\$4,787,500	OPERACIÓN ASOCIADA AL NO CIERRE	2006	\$1,208,807,738		2025	\$140,487,300
	1986	\$5,591,315		2007	\$1,132,038,435		2026	\$140,487,300
	1987	\$6,989,794		2008	\$1,291,053,941			
	1988	\$9,016,534		2009	\$1,402,988,479			
	1989	\$11,410,602		2010	\$1,177,653,101			
	1990	\$14,861,408		2011	\$1,161,843,674			
	1991	\$19,321,912		2012	\$1,167,311,364			
	1992	\$24,523,608		2013	\$1,355,848,716			
	1993	\$29,779,108		2014	\$1,394,545,776			
	1994	\$36,424,935		2015	\$1,469,201,700			
	1995	\$43,999,708	2016	\$178,929,900				
	1996	\$53,482,522	2017	\$178,929,900				
1997	\$63,119,770							
1998	\$74,358,143							

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

⁸ Valores asociados a la producción de eucalipto bajo un escenario pesimista de producción de 25 m³/ha
Fuente: <http://elpilon.com.co/el-negocio-forestal/>

Por otro lado, existen afectaciones a la salud de los habitantes que viven cerca del relleno los cuales se consideran los efectos ocasionados por los impactos ambientales, en este sentido se propone utilizar transferencia de beneficios para poder asociar los costos de tratamiento de enfermedades respiratorias y digestivas por estar en la zona de influencia de un relleno.

Para estimar el costo de tratamiento, se definió que el recurso hídrico estaría ligado con enfermedades digestivas mientras que el recurso aire con enfermedades respiratorias. Para hallar los costos de tratamiento se debe saber el número de casos y el costo asociado de tratar cada una de las enfermedades. Para el número de casos se partió del valor presentado en (Meneses Pérez, 2010) correspondiente a los casos ocurridos en 2009 en Ocaña ocasionados por la falta de tratamiento de residuos. Para el caso del relleno El Carrasco se propone modificar esos casos por un 11 % más, esto debido a que existe una población de 10,000 habitantes que están ubicados a menos de 800 metros del relleno⁹ y la probabilidad de tener afecciones respiratorias o digestivas ocasionadas por el relleno es mayor.

Por otro lado, el costo de tratar estas enfermedades se tomará dado y corresponde a \$152,200 y \$381,400 para el caso digestivo y respiratorio respectivamente para el año 2009.

De manera que el costo de tratamiento se encuentra al multiplicar el número de casos, ya para el caso del relleno, por el costo de tratamiento para cada enfermedad. Los valores definidos para costos de tratamiento por año se presentan en la Tabla 4.11 así como los costos acumulativos para el periodo de análisis de 2005-2015.

Tabla 4.11 Costos de tratamiento

Recurso	2005	2006	2007
Costo de tratamiento enfermedades digestivas	\$201,500,670	\$248,577,231	\$310,597,994
Costo de tratamiento enfermedades respiratorias	\$619,128,610	\$669,952,108	\$738,912,172
Costos totales de tratamiento por año	\$820,629,280	\$918,529,339	\$1,049,510,166

Recurso	2008	2009	2010
Costo de tratamiento enfermedades digestivas	\$388,906,469	\$402,419,844	\$323,993,682
Costo de tratamiento enfermedades respiratorias	\$813,368,748	\$908,941,038	\$759,938,464
Costos totales de tratamiento por año	\$1,202,275,217	\$1,311,360,882	\$1,083,932,146

Recurso	2011	2012	2013
Costo de tratamiento enfermedades digestivas	\$314,043,524	\$312,822,566	\$380,172,774
Costo de tratamiento enfermedades respiratorias	\$750,582,141	\$754,272,435	\$873,181,477

⁹ Para encontrar el valor del 11% lo primero que se hizo fue asociar el número de casos de enfermedades con la población de Ocaña y los 10,000 habitantes del barrio El Porvenir que son los que tiene mayores probabilidades de tener afectaciones en su salud por la cercanía al relleno. Luego, se asoció ese número de casos obtenidos con los casos inicialmente ocurridos en Ocaña y se obtiene, para todos los años con los que se cuenta información, que es cercano al 11%. Por lo tanto, al estar cerca del relleno tiene más casos en los cuales se puede presentar afectaciones en la salud.

Costos totales de tratamiento por año	\$1,064,625,666	\$1,067,095,001	\$1,253,354,251
Recurso	2014	2015	Total de años (2005-2015)
Costo de tratamiento enfermedades digestivas	\$391,022,492	\$411,956,456	
Costo de tratamiento enfermedades respiratorias	\$898,101,127	\$946,182,292	
Costos totales de tratamiento por año	\$1,289,123,618	\$1,358,138,748	\$12,418,574,314

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Se encontró que, en promedio, los costos asociados de tratar enfermedades digestivas y respiratorias están alrededor de los 1,200 millones de pesos, de manera que para los once años analizados, mantener abierto el relleno sanitario El Carrasco puede ser cercano a \$12,418,574,314.

1.3.3.1. Otros factores que podrían considerarse como costos

En el marco de la evaluación del relleno, se identificaron algunos factores de riesgo adicionales que se reaccionan a continuación:

- Gallinazos

En (Agudelo Prada, et al., 2010) se encontró que en el relleno sanitario, para el año 2009 había en promedio 3529 gallinazos. Su presencia además de afectar a los vecinos con contaminación visual, tiene asociado un riesgo mayor y es el que le representa al aeropuerto ya que el relleno se encuentra a menos de 13 kms. En ese sentido, en Rico et al., 2006, p.2 en (Carvajal Rodríguez, 2013) señalan que: *las estimaciones para el cambio total de una turbina que ha sufrido colisión por aves pueden llegar hasta US\$5 millones. Así mismo, en promedio, la demora o cancelación de un vuelo inicial por daños ocasionados por actividad aviaria, resulta en casi cuatro demoras secundarias subsecuentes o cancelaciones, ya sea de vuelos que siguen en el aeropuerto o de vuelos de conexión en otros aeropuertos. Estos costos pueden ser cercanos a US\$75.000 en el retraso inicial o la cancelación del vuelo inicial, y pueden ser de US\$35.000 por cada retraso secundario, o de nuevo de US\$75.000 si este vuelo tiene que ser cancelado (...)* Otros costos directos e indirectos también pueden tenerse en cuenta, como son los seguros para aerolíneas, la pérdida del good will de la aerolínea como consecuencia de los accidentes o demoras, los gastos médicos de personas o fatalidades y sus correspondientes seguros, el diseño de turbinas y aeronaves más resistentes – es preciso considerar que aviones más fuertes y pesados traen costos adicionales por mayor gasto de combustible y por ende aumento de la polución global-, entre otros.

- Precios de las viviendas

En el caso concreto del relleno sanitario, se encontró que uno de los principales problemas asociados tiene que ver con los olores que pueden hacer insoportable la permanencia cerca de dichos lugares de disposición final de residuos.

En el trabajo de (Assaf Carrascal & Assaf Carrascal, 2012) encontraron que los habitantes de los conjuntos cercanos se quejaban constantemente de los olores, (López Oliveros & García Estevez,

2006) evalúan los precios de las viviendas, utilizando la metodología de los precios hedónicos, que se encuentran cerca del relleno sanitario afectados por los olores del mismo. Sin embargo, para estimar el olor no basta con saber solo cuánta basura está depositada y su composición sino de la concentración, la magnitud, el grado de dispersión y dilución (López Oliveros & García Estevez, 2006).

Para evaluar el impacto de los olores en los precios de la vivienda, los autores utilizan la metodología de los precios hedónicos, para lo cual utilizan una muestra de 98.717 predios, correspondientes al 83% de predios edificados cuyo fin es ser habitacional.

Estiman que el precio de la vivienda está en función del tamaño del lote, el área construida, el tipo de vivienda (casa o apartamento), niveles socioeconómico (asociado al estrato) y la contaminación del aire (quejas y estudio olfatométrico, es en esta variable donde las quejas se asociadas al mal olor del relleno).

El modelo arrojó los signos esperados y determinó que respecto al olor, los precios de las viviendas que se encuentran en el radio de influencia del relleno tienen un 18.5% de caída en el precio de la misma, lo que equivale a tener una disponibilidad a pagar de \$7.804.339 menos sobre el valor del inmueble, que a precios de septiembre de 2015 correspondería a \$11.045.290¹⁰ por vivienda.

Aunque estos factores afectan considerablemente el bienestar de los habitantes que se encuentran en la zona de influencia del relleno, no se incluyen primero porque corresponden a un riesgo asociado a un conflicto ambiental pero no es posible relacionarlos directamente con un recurso, como es el caso de la afectación aviaria por la presencia de los gallinazos del relleno y por otro lado, la característica de propiedad privada de las viviendas que se ven afectadas por la presencia del relleno, de manera que aunque están asociadas a problemas de carácter ambiental son de tienen connotaciones de bienes privados.

4.2.3.2 Flujo de caja

Teniendo los beneficios y los costos asociados al relleno sanitario El Carrasco se evaluó qué ha pasado durante los años de funcionamiento de este lugar de disposición de residuos sólidos.

Por el lado de los beneficios se contó con las inversiones realizadas en el relleno, que ya sin ellas los impactos del relleno sobre los recursos serían superiores (señalado anteriormente en la Tabla 4.8).

Para el caso de los costos (**Tabla 4.10**), se incluyeron las inversiones esperadas las cuales si se hubieran efectuado en alguna de las etapas de funcionamiento del relleno los impactos se hubieran podido minimizar en una gran proporción, dentro de estas se encuentra la inversión de la planta de tratamiento de lixiviado la cual debió haberse realizado al inicio de la etapa de operación 1 del relleno (1999-2005) y los costos de mantenimiento y restauración los cuales no se hicieron en el momento en el que el relleno se le exigió su cierre (2006-2015).

¹⁰ Cálculos propios, IPC <http://www.dane.gov.co/index.php/precios-e-inflacion/indice-de-precios-al-consumidor>, suponiendo que el valor inicial es de octubre de 2006.

Con lo anterior, se construyeron tres (3) escenarios en donde se tuvo constante el valor de las inversiones ejecutadas, inversiones efectivas, inversiones no efectivas e inversiones esperadas; para el primer escenario se incluyeron los efectos que causa el relleno sanitario a la salud de las comunidad y los costos de oportunidad los cuales hacen referencia a los usos potenciales que se podrían haber dado al suelo en el que está ubicado el Carraco; el segundo se calculó el valor del detrimento público teniendo en cuenta solamente el costo de oportunidad; por último, en el tercer escenario se obtuvo este valor sin incluir ninguno de las dos variables incluidas en el primer aspecto.

Con el flujo definido, se estimó el valor presente neto (VPN) utilizando tres tasas diferentes de descuento: 4,0% correspondiente a la tasa de crecimiento esperada de largo plazo en el país; 10% es la tasa utilizada por el Banco Mundial y 12% que es la tasa establecida por el Departamento Nacional de Planeación como la Tasa Social de Descuento (TSD) para Colombia.

Tabla 4.10 Valor Presente Neto (VPN)

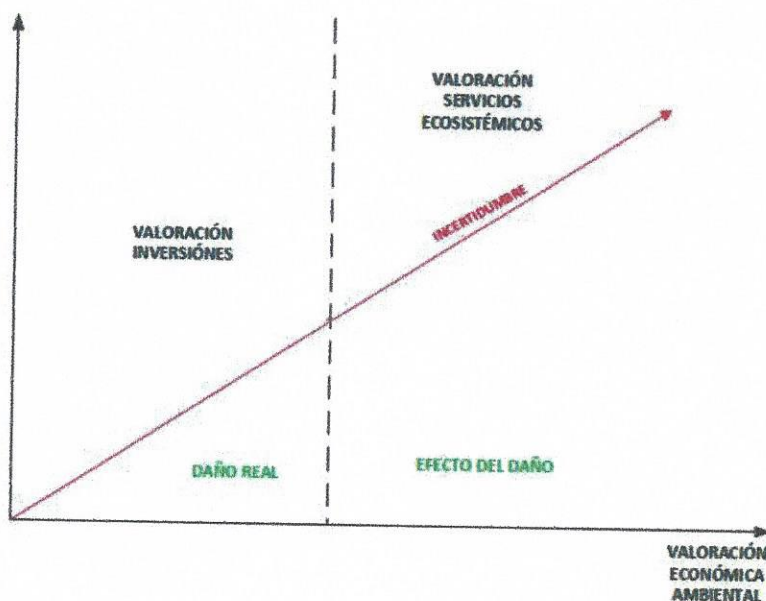
	Inversiones Ejecutadas	Inversiones Efectivas	Inversiones No Efectivas	Inversiones Esperadas	Salud	Costo de Oportunidad
ESCENARIO 1	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54	\$12.418.574.313,66	\$1.870.532.751,49
ESCENARIO 2	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54		\$1.870.532.751,49
ESCENARIO 3	\$10.649.779.128,38	\$6.866.157.376,38	\$3.783.621.752,00	\$2.483.021.083,54		

VALOR PRESENTE NETO			
	4%	10%	12%
ESCENARIO 1	\$ -13.708.330.720	\$ -12.707.639.566	-\$12.418.152.134
ESCENARIO 2	-\$1.767.393.880	-\$1.418.026.553	-\$1.330.139.353
ESCENARIO 3	-\$223.992.341	-\$209.941.650,17	-\$205.635.488,40

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia

Con el valor del detrimento de patrimonio público, el cual en este caso es el VPN, se puede reflejar la incertidumbre que existe al valorar las inversiones y valorar los servicios ecosistémicos a través de la siguiente figura:

Figura 4.7 Valoración de las inversiones Vs. Valoración de los S.E



En la figura se puede observar que al valorar las inversiones (Escenario 3) del relleno Sanitario el Carrasco el valor que se obtiene es más cercano al valor real, debido a que este tiene un menor grado de incertidumbre, es decir que la información con la que realizó la valoración es más confiable y se acerca más a la realidad; A medida que se asciende en la línea del color rojo va incrementando la incertidumbre (Escenario 1 y 2) debido a que se entra al campo de valorar los servicios ecosistémicos y/o el efecto que tienen los impactos ambientales sobre factores como la salud, el precio de las viviendas, el cambio en el costo de oportunidad del relleno entre otros.

A medida que se valla pasando de la valoración de las inversiones a la valoración de los servicios ecosistémicos, se debe ir recopilando información confiable y si es el caso obtenida en campo la cual permita disminuir en el mayor grado la incertidumbre que rodea el valor de VPN que se obtenga.

5. Conclusiones

- A la hora de analizar las inversiones, se encontró que los recursos invertidos no tienen una efectividad del 100%, ya que los productos y resultados de los mismos no cumplen completamente con la prevención, corrección y compensación de los impactos ambientales identificados. En tal sentido, como inversiones efectivas fueron considerados cerca de \$6.866 millones de pesos, integrados al flujo de caja como “beneficios ambientales”.
- En términos generales, los costos ambientales estimados económicamente se relacionaron con el valor de las inversiones que deberían haber sido ejecutadas para la atención de los impactos ambientales identificados, así como con el valor de algunos servicios ecosistémicos y ambientales que fueron afectados negativamente por dichos impactos negativos (al menos pérdidas en productividad – servicio de provisión; y costos por salud – servicio de regulación).
- Pérdidas en productividad: estos costos ambientales se asociaron al costos de oportunidad de no poder desarrollar un uso alternativo del área donde se encuentra ubicado el Carrasco, particularmente para dos periodos de tiempo; antes de convertirse en Relleno Sanitario (1978-1998), así como para el periodo de post-clausura esperado inicialmente, luego de la estabilización de sus pasivos ambientales (2016-2026). Dicho valor se estimó cercano a \$1.871 millones de pesos.
- Costos por salud: el derecho a un ambiente sano asociado a los servicios ambientales de los ecosistemas (provisión de aire puro y agua no contaminada, entre otros) fueron considerados, a partir de estimaciones relacionadas con los costos por el tratamiento de enfermedades respiratorias y digestivas, que entre 2005 y 2015 podrían ser cercanos a \$12.419 millones de pesos.
- La inversión de la planta de tratamiento de lixiviados realizada en el año 2015, influyo significativamente en la disminución del valor del detrimento del patrimonio público debido a que esta se considera que va tener un 100% de eficiencia.

6. Recomendaciones

- Por ser un flujo de caja de largo plazo, se recomienda utilizar la tasa de descuento de 12% (tasa social de descuento), cuyo Valor Presente Neto (VPN).
- Se recomienda tomar los valores de referencia obtenidos en el escenario 3, debido a que en este se encuentra menor incertidumbre en el valor del detrimento del patrimonio público.

- Este análisis es una primera aproximación a la aplicación del principio de valoración de costos ambientales, con base en la información secundaria disponible, haciendo uso en algunos casos de la metodología de valoración económica “transferencia de beneficios”. En tal sentido, se recomienda desarrollar análisis específicos que permitan precisar algunos de los siguientes componentes:
 - Corroborar la magnitud de los impactos ambientales identificados como relevantes, a través de su caracterización, y cuantificación biofísica de indicadores.
 - Inversiones efectivas: efectividad ambiental de las inversiones cuyo objeto estaba relacionado con “prevenir, corregir, mitigar y compensar” de manera directa a los impactos ambientales.
 - Inversiones esperadas: analizar el tipo de inversiones y el valor de las inversiones que son necesarias para atender los impactos ambientales del Relleno Sanitario, y que aún no han sido desarrolladas.
 - Pérdida de servicios ecosistémicos: Profundizar en análisis puntuales sobre usos alternativos del suelo donde se encuentra ubicado el relleno sanitario, así como en los impactos en salud relacionados con enfermedades que se asocian con la presencia del relleno sanitario, entre otros aspectos.
- Esta aplicación permite identificar que el principio de valoración de costos ambientales, no solamente se relaciona con las inversiones realizadas, sino también con aquellas que deberían haber sido desarrolladas para “prevenir, corregir, mitigar y compensar” de manera directa los impactos ambientales. Adicionalmente, y más allá de las inversiones, el principio debe aplicarse a la pérdida de capital natural, y la consecuente pérdida de servicios ecosistémicos y ambientales para la sociedad.
- No obstante sus limitaciones, este ejercicio permite contar con una aproximación a la aplicación del principio de costos ambientales, y por tanto, brinda una guía para futuros ejercicios, los cuales podrán seguir siendo precisados y fortalecidos.

7. Bibliografía

- (MADS) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (11 de marzo de 2014). Recuperación ambiental del relleno sanitario El Carrasco. *Resolución 0368* .
- Agudelo Prada, S. A., Alarcón Castañeda, S. F., Arias Amaya, J. I., Aza Ojeda, G., Castañeda Londoño, M. F., Dávila Arena, H. A., et al. (2010). *Situación actual de los gallinos negros (Coragyps atratus) aparcados en el sitio de disposición final de residuos sólidos "El Carrasco", Bucaramanga y sus áreas de influencia (Chimitá, Girón y Lebrija) periodo 2009*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Alier, J. M., & Roca Jusmet, J. (2013). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica.
- Arregoces Castillo, A., Jola Sánchez, A. F., Quintero Cuello, D. M., & Velásquez Henao, L. D. (2012). *Bases para el análisis de la eficiencia y la efectividad de la inversión pública en Colombia*. DNP, Archivos de Economía .
- Assaf Carrascal, K. S., & Assaf Carrascal, S. H. (2012). *Sitio de disposición final de residuos sólidos El Carrasco y la afectación a derechos fundamentales y colectivos*. Universidad Pontificia Bolivariana, http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/2086/1/digital_24593.pdf.
- Auditoría General de la República. (2014). *guía metodológica para la evaluación de gestión de las contralorías respecto al control fiscal ambiental en desarrollo del principio de valoración de costos ambientales*. Bogotá.
- Auditoría General de la República. (2014). *Instructivo Control Fiscal Ambiental*. Bogotá.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: McGraw Hill.
- Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: McGraw Hill.
- Behrentz, E., Espinosa, M., Márquez, J. C., Ortiz, E. Y., & Saavedra, L. V. (2014). *PRODUCTOS ANALÍTICOS PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES SOBRE ACCIONES DE MITIGACIÓN A NIVEL SECTORIAL: SECTOR RESIDUOS*. Universidad de los Andes.
- Carvajal Rodríguez, J. A. (2013). *EVALUACIÓN Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN DEL PELIGRO AVIARIO EN LOS AEROPUERTOS EL DORADO, JOSÉ MARÍA CÓRDOVA Y PERALES*. ESPECIALIZACIÓN ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA, <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10446/1/CarvajalRodriguezJairoAlejandro2013.pdf>.
- Contraloría Municipal de Bucaramanga . (2014). *Informe visita técnica sitio de disposición final de residuos "El Carrasco"*. Bucaramanga.
- Contraloría Municipal de Bucaramanga. (2015). *Informe contaminación el Carrasco*. Bucaramanga.
- Contraloría Municipal de Bucaramanga. (2013). *Informe de Impactos Ambientales* . Bucaramanga.

- Cristeche, E., & Penna, J. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales.
- Cruz, G. (2005). *Economía Aplicada a la Valoración de Impactos Ambientales*. Universidad de Caldas.
- Daly, H., & Farley, J. (2004). *Ecological Economics: Principles and Applications*. Island Press.
- Delacámara, G. (2008). *Guía para decisores análisis económico de externalidades ambientales*. CEPAL. Naciones Unidas .
- Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. (2007). From http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/unidad3.html
- Empresa de Aseo de Bucaramanga . (2013). *Actualización del Plan de Manejo Ambiental para el Relleno Sanitario El Carrasco*. Bucaramanga.
- Empresa de Aseo de Bucaramanga . (2014). *Evaluación jurídica, técnica y ambiental de El Carrasco y análisis de alternativas para disposición de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga y municipios aledaños*. Bucaramanga.
- Empresa de Aseo de Bucaramanga . (2013). *Monitoreo de calidad del aire para la empresa de aseo de Bucaramanga –EMAB S.A. E.S.P- en el sitio de disposición final El Carrasco ubicado en el municipio de Bucaramanga, departamento de Santander*. Bucaramanga.
- Empresa de Aseo de Bucaramanga. (2014). *Diagnóstico y diseño a detalle para la modernización y puesta en marcha del sistema de tratamiento de lixiviados del sitio de disposición final El Carrasco*. Bucaramanga.
- Erazo-Erazo, R. (2000). DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO «LA VIZCACHA» DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, LIMA-PERU. *REvista peruana de química e ingeniería química* , 3 (1), 58-66.
- Freeman III, A. M. (2003). *The measurement of environmental and resource values: theory and methods* (Segunda ed.). RFF Press Book.
- Gobierno Nacional . (1993). *Ley 99 de 1993*. Bogotá.
- Gobierno Nacional. (1975). *Ley 20 de 1975*. Bogotá.
- Gobierno Nacional. (1993). *Ley 42 de 1993*. Bogotá.
- Hanley, N., Shogren , J., & White, B. (2007). *Environmental economics : in theory and practice* (Segunda ed.). Palgrave Macmillan.
- López Oliveros, I., & García Estevez, R. E. (2006). Valoración Económica de la Contaminación por olores en el área de influencia del relleno sanitario El Carrasco: Una aplicación de la metodología de precios hedónicos. *Universidad Industrial de Santander* .
- Mankiw, G. (2002). *Principios de Economía*. McGraw-Hill Intreamericana, S.A.
- Martínez, A. (2010). Retos para el desarrollo de una economía no convencional y perspectivas sobre la valoración de bienes ambientales. *Revista Sotavento MBA- Universidad Externado de Colombia* (16), 8-26.

- Mendianta, J. C. (2007). *Herramientas Microeconómicas Básicas para el estudio de las Metodologías de Valoración Ambiental y su Aplicabilidad Práctica en la Evaluación Económica de Políticas y Proyectos Ambientales Y PROYECTOS AMBIENTALES*. Notas de Clase, CEDE.
- Mendieta, J. C. (2005). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. *Documento CEDE 99-10*. Universidad de los Andes. Facultad de Economía.
- Mendieta, J. C. (2005). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables*. Universidad de los Andes, Facultad de Economía. Bogotá: Documento CEDE 99-10.
- Meneses Pérez, M. A. (2010). Análisis del impacto socioeconómico del proyecto relleno sanitario regional La Madera en el municipio de Ocaña, Norte de Santander. *Universidad Industrial de Santander*, 86.
- Ministerio de Agricultura . (22 de Diciembre de 1993). *Ley 99 de 1993*. From <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de Octubre de 2014). *Decreto 2041 de 2014*. From <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=59782#53>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y CEDE. (2010). *Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental: Manual Técnico*.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (21 de Abril de 2005). *Decreto 1220 de 2005*. From <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16316>
- Miranda Reyes, A., & Torres Rodríguez, D. M. (2010). Plan de reforestación de predios pertenecientes al municipio de Tenjo (Cundinamarca). *Universidad de la Salle*.
- Ordóñez Lozano, O. L. (2010). *Estudio prospectivo de uso para disposición final de residuos sólidos, en el área parcial del predio "E Carrasco" propiedad del amb S.A E.S.P.* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Química.
- Organización Internacional de Normalización. (2004). *Impacto Ambiental*. From <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:es>
- Procuraduría General de la Nación. (2014). *Informe técnico- jurídico de visita al relleno sanitario el Carrasco*. Bucaramanga.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Sitios Contaminados*. From http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServletfe05.html

SOLAMES. (2015). *Evaluación jurídica, técnica y ambiental de El Carrasco y análisis de alternativas de disposición de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga y municipios aledaños*. Bucaramanga.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2010). *Definición de Impacto Ambiental*. From http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_1_definicion_impacto_ambiental.html

Universidad Pontificia Bolivariana. (2013). *Análisis de calidad a la Quebrada la Iglesia*. Bucaramanga.

Universidad Pontificia Bolivariana. (2013). *Análisis fisicoquímico del agua superficial y subterránea*. Bucaramanga.

Universidad Pontificia Bolivariana. (2013). *Análisis fisicoquímico en diferentes puntos de la Quebrada la Iglesia*. Bucaramanga.

8. Anexos

8.1 Impacto Ambiental

Según el RAS 2000 TITULO F el impacto puede ser definido como cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

De igual manera Conesa (2010), establece que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes; es importante tener en cuenta que los proyectos según su naturaleza pueden generar impactos negativo y/o impactos positivos los cuales brindan beneficios sociales y ambientales a las comunidades.

Según la norma ISO 14001:2004, Sistemas de Gestión Ambiental, el impacto ambiental se define como cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización; entendiendo Aspecto ambiental como el elemento de las actividades, productos o servicios que puede interactuar con el medio ambiente.

8.2 Licencia Ambiental

Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de está, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La Licencia Ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad.

El uso aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, deberán ser claramente identificados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

La Licencia Ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una Licencia Ambiental.

La Licencia Ambiental contendrá al menos:

1. La identificación de la persona natural o jurídica, pública o privada a quien se autoriza la ejecución o desarrollo de un proyecto, obra o actividad, Indicando el nombre o razón social, documento de identidad y domicilio;

2. El objeto general y localización del proyecto, obra o actividad;
3. Un resumen de las consideraciones y motivaciones de orden ambiental que han sido tenidas en cuenta para el otorgamiento de la licencia ambiental;
4. Lista de las diferentes actividades y obras que se autorizan con la licencia ambiental;
5. Los recursos naturales renovables que se autoriza utilizar, aprovechar y/o afectar, así mismo las condiciones, prohibiciones y requisitos de su uso;
6. Los requisitos, condiciones y obligaciones adicionales al Plan de Manejo Ambiental presentado que debe cumplir el beneficiario de la licencia ambiental durante la construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono y/o terminación del proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

8.3 Plan de Manejo Ambiental

Conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad". Ley 99 de 1993 Decreto 1220 / 2005.

8.4 Metodologías de Valoración

Las metodologías de valoración tratan de establecer en términos económicos, afectaciones ambientales que por no tener un mercado definido, carecen de un valor monetario.

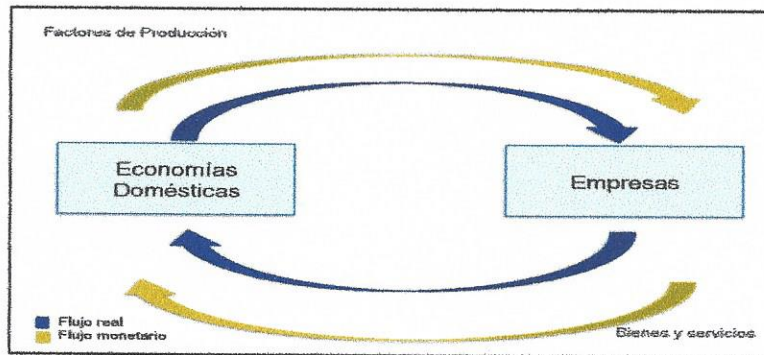
Para desarrollar las metodologías vale la pena primero presentar la relación entre el sistema económico y los recursos provistos por la naturaleza.

El diagrama de flujo circular¹¹ es una manera sencilla de presentar el funcionamiento de un sistema económico, donde los componentes centrales son las empresas y los individuos, quienes producen y consumen los bienes y servicios disponibles en el mercado respectivamente. Estos agentes pueden interactuar en dos mercados diferentes, el primero de ellos es el mercado de bienes y servicios donde los hogares compran y las empresas venden los productos y el segundo es el mercado de factores de producción donde los hogares son los que venden y las empresas compran la fuerza de trabajo (Mankiw, 2002).

¹¹ Cabe anotar que el flujo circular presentado corresponde a la representación más sencilla, este flujo se debe complementar incluyendo otros sectores como por ejemplo gobierno o los recursos ambientales.

De manera que los hogares venden el uso de su trabajo, la tierra y el capital a las empresas en los mercados de factores de producción mientras que las empresas utilizan esos factores para producir bienes y servicios, los cuales son vendidos a los hogares en el mercado de bienes y servicios (Mankiw, 2002). Dando como resultado en estos mercados un flujo real (en término de bienes) y un flujo monetario (dado por el flujo de dinero) como se muestra en la Figura 8.1

Figura 8.1. Flujo circular de la renta



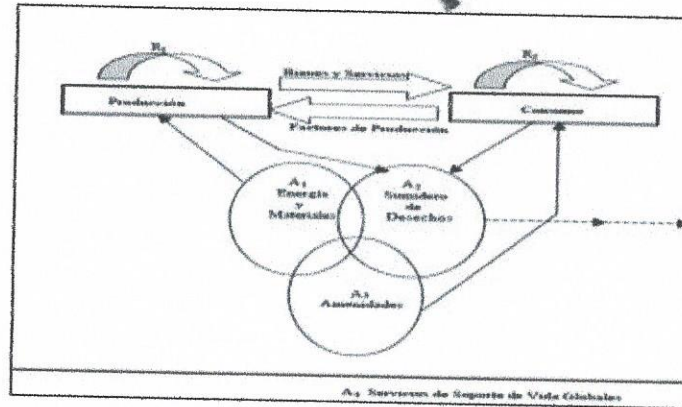
Fuente: Adaptado de (Alier & Roca Jusmet, 2013)

Como ya se mencionó, la economía estudia la producción de bienes, servicios y la distribución de los factores con el fin de proveer a los individuos de bienes necesarios para su desarrollo y comodidad, sin embargo, dichas actividades son posibles gracias al intercambio que realiza con el sistema físico, lo cual evidencia que existe una relación estrecha entre la economía y los recursos naturales. Por un lado, la naturaleza provee materias primas (A1) que son transformadas en los mercados de bienes y servicios y de factores de producción¹², generando residuos o desechos (A2) que son expulsados¹³ nuevamente al medio, las cuales pueden reciclarse o ser desecho como tal, como se presenta en la Figura 8.2 Otro papel del ambiente es el Amenidades (A3) definidos como aquellos aprendizajes y valores educacionales y espirituales, además de ser el soporte de la vida (A4).

Figura 8.2. Relación entre Economía y Recursos Naturales

¹² Corresponde al flujo circular sencillo presentado en la Figura 8.1

¹³ En el caso de ser receptor de desechos es importante determinar la capacidad de asimilación, es decir, determinar el punto a partir del cual el impacto es negativo en la vida de los actores de este flujo.



Fuente: (Hanley, Shogren , & White, 2007)

Con lo anterior presente, si existen cambios en la calidad (cantidad) de los recursos que pueda proveer el sistema global, es de esperarse que el bienestar de los individuos se vea afectado por este cambio.

En general cuando se analiza la economía se puede contar con precios de los factores y de los bienes, sin embargo cuando se trata de recursos naturales no es evidente el mercado donde se comercializan y mucho menos los precios asociados a cada uno de ellos. De manera que poder asignarle un precio a los recursos naturales se convierte en un reto.

En este sentido, (Azqueta, 1994, p. 11) afirma que:

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad que permita compararlo con otros componentes del mismo. Por lo tanto, lo normal será utilizar para ello un denominador común, que ayude a sopesar unas cosas y otras y que, en general, no es otro que el dinero.

El término de valor puede tener varias acepciones, según sea la ciencia que lo aborde, una de ellas puede considerar su enfoque intrínseco (definido por la ecología) e instrumental (economía), donde se entiende que es intrínseco porque es valioso en si mismo (no es derivado de la utilidad que pueda representar), mientras que es instrumental si se valora como un medio para otro fin o propósito. El enfoque del bienestar se basa en el concepto de economía neoclásica en el cual uno de los objetivos de las actividades económicas es incrementar el bienestar de los individuos. (Freeman III, 2003, pp. 6-8)

En general, cuando se trata de asignarle valor a los recursos naturales, el inconveniente es que no tienen un mercado convencional donde el precio es determinado por la interacción de la oferta con la demanda, en palabras de (Mendieta, Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables, 2005) se entienden como los bienes no mercadeables¹⁴.

“Ante la imposibilidad de valorar los bienes de naturaleza no mercadeable por medio de los métodos de valoración convencionales (tales como las estimaciones de curvas de demanda para los bienes

¹⁴ Se entiende que estos mercados los precios no reflejan el valor por la existencia de fallas como lo son las externalidades, bienes públicos e información asimétrica dando como resultado asignaciones no óptimas de los bienes.

utilizando información de mercado), surgen dos enfoques principales para dirigir el proceso de valoración de estos tipos de bienes” (Mendieta, Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables, 2005)

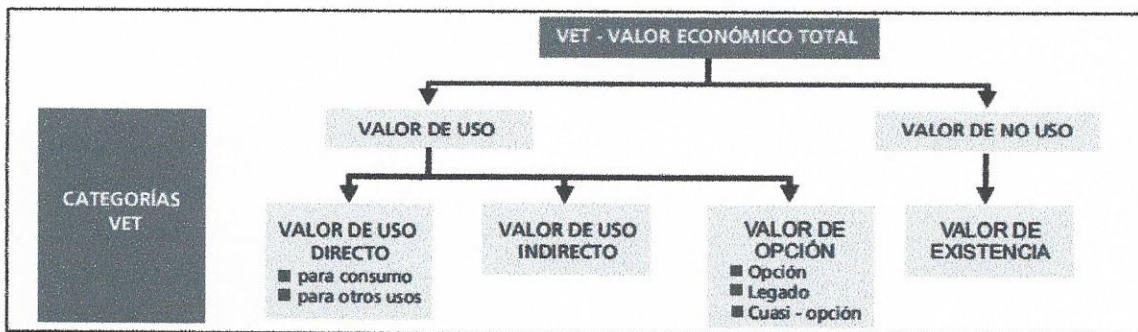
Por lo cual, para definir el valor económico total (VET) de los bienes ambientales, se utiliza la clasificación de valores de uso y valores de no uso. De manera que cuando se hace referencia al **uso** se entiende que el valor puede ser de: (Azqueta, 2007) (1994) (Martínez, 2010)

- **Uso directo:** cuando el valor se deriva directamente de utilizar el recurso de manera observable.
- **Uso indirecto:** apropiación indirecta del recurso (por ejemplo el sol o los saberes ancestrales)
- **Opción:** se presenta cuando los usuarios no utilizan el bien pero quiere tener la opción de poder utilizarlo en el futuro
 - Legado: mantener un bien para el disfrute de las futuras generaciones
 - Opción. Definido como el valor que tiene no cerrar las posibilidades de una futura utilización del bien
 - Cuasi opción: refleja el beneficio neto de posponer una decisión hasta obtener una mayor información

Los **valores de no uso** están definidos por aquellos individuos que no utilizan directa o indirectamente el recurso en la actualidad y no esperan utilizarlo en un futuro cercano. Sin embargo lo valoran por existir (**valor de existencia**).

De manera que el VET es la suma de la estimación de los valores de uso y de no uso de los bienes y servicios ambientales, tal como se presenta en la Figura 8.3

Figura 8.3 Valor Económico Total (VET)

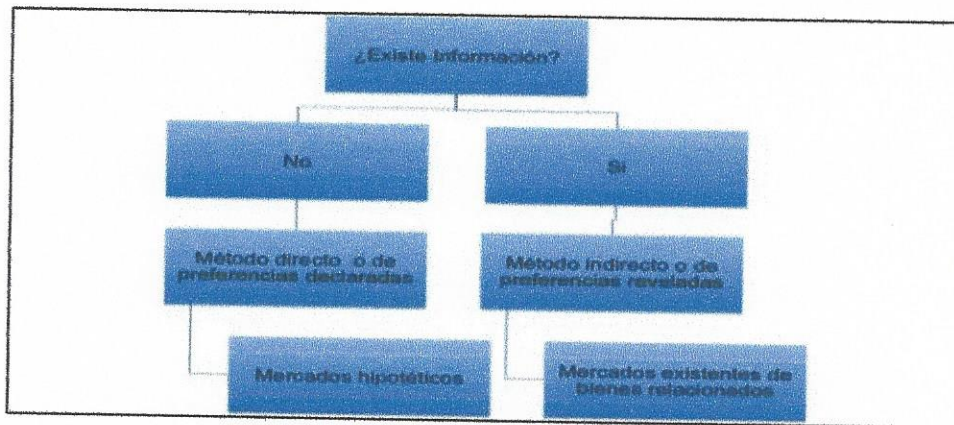


Fuente: (Cristeche & Penna, 2008)

La clasificación de los valores del medio ambiente pueden abarcarse según sean **métodos indirectos o de preferencias reveladas**, se asocia a la observación del comportamiento de los bienes que tienen un mercado (casi siempre bienes privados) y su relación con los bienes que no lo tienen (los bienes ambientales). Y el **método directo o de preferencias declaradas** que consiste en recolectar de manera directa la información de los posibles usuarios, debido a que no existe

información de mercados asociada a estos bienes no mercadeables. Los tipos de métodos se presentan en la Figura 8.4

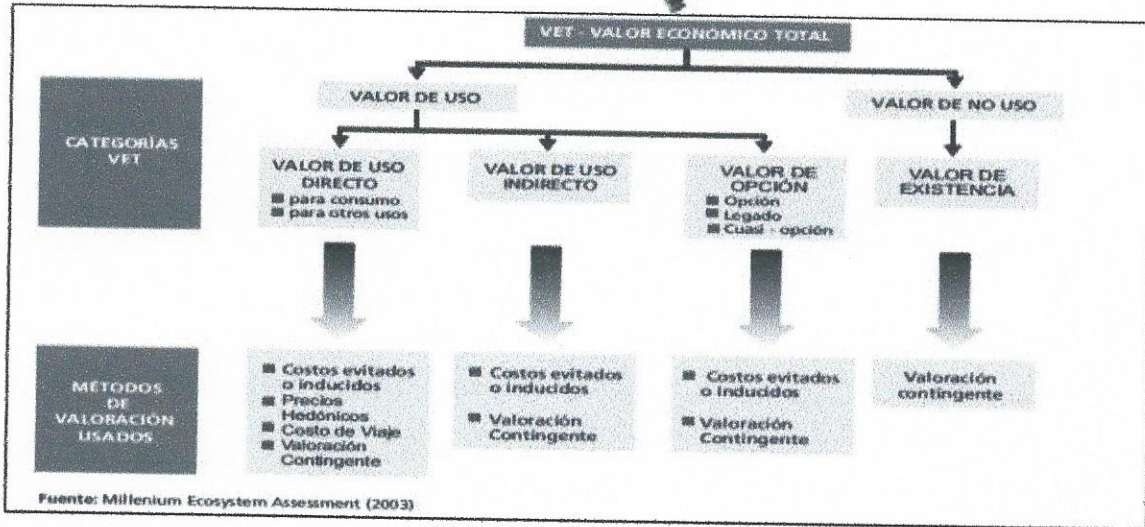
Figura 8.4. Tipos de métodos de valoración según información disponible



Fuente: Ecosimple S.A.S. elaboración propia

Así que, una vez definido el VET, se le puede asociar las metodologías para cada uno de los valores (Figura 8.5)

Figura 8.5. Métodos de valoración económica asociados al VET



Fuente: (Cristeche & Penna, 2008)

En la Tabla 8.1 se presenta una breve descripción de los métodos de valoración. Es importante señalar que estas metodologías son las más utilizadas y se puede encontrar bastante información al respecto.

Tabla 8.1. Descripción de los métodos de valoración

Método de valoración	Descripción del método
Costos evitados	<p>En este método el bien ambiental puede o no comerciarse en el mercado. Cuando el bien ambiental no se comercia en el mercado pero se puede relacionar con un bien (distinto al ambiental) que si lo tenga.</p> <p>El bien ambiental puede ser:</p> <ol style="list-style-type: none"> insumo en la función de producción: saber cómo afecta el cambio en la calidad del bien público al rendimiento de los otros factores en la producción de un bien privado. <p>Herramientas: matriz dosis respuesta; costos de reemplazo, costos de oportunidad, costos de relocalización, costos preventivos</p> <p>El bien ambiental hace parte de la función de producción de utilidad¹⁵: analizan las situaciones donde cambios de calidad ambiental afectan la función de utilidad ya sea aumentando o disminuyendo la demanda de algún bien que sea parte de la función de producción.</p>

¹⁵ Concepto de Gary Becker que hace referencia al hecho que una familia se comporta como productores que mezclan bienes y servicios para obtener un nivel de utilidad.

Costo de viaje	<p>En este método se estudia la valoración de bienes ambientales que requieren de movilización para su consumo. En ese sentido muestra la relación entre bienes privados (asociados con llegar a un lugar recreativo) y los servicios ambientales del lugar, de manera complementaria. Es decir, hace referencia a los costos asociados para disfrutar del bien ambiental.</p> <p>"El objetivo de esta metodología es encontrar los beneficios sociales que el espacio natural proporciona, que permita justificar los costos de prevención y los costos de oportunidad" (Cruz, 2005)</p>
Precios hedónicos	<p>Con este método se busca describir todos los atributos del bien privado que explican el precio y definir cuál es la importancia relativa de cada uno de ellos dentro de la función total.</p>
Valoración contingente	<p>Método que consiste en preguntar directamente a las personas sobre la valoración de un bien.</p>
Análisis costo beneficio	<p>"Técnica que se basa en la comparación de beneficios y costos de una alternativa, y entre diferentes alternativas, y la posterior toma de una decisión a partir de los resultados del balance" (Mendianta, 2007)</p>
Transferencia de resultados	<p>"la transferencia de beneficios se utiliza para calcular los valores económicos de los servicios de los ecosistemas mediante la transferencia de la información disponible de estudios ya realizados en otro sitio o lugar" (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y CEDE, 2010)</p>

Fuente: Ecosimple S.A.S elaboración propia con base en (Delacámara, 2008) (Azqueta, 2007) (1994) (Cristeche & Penna, 2008) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003) (Mendianta, 2007)