

# **Incidencia presupuestal de los requerimientos medioambientales en un proceso constructivo**

**Ángela María Upegui García**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Magíster en Administración**

**Asesores**

**Temático: Ricardo Uribe Marín**

**Metodológico: Ulises Orestes Cuéllar Bermúdez**

**Universidad EAFIT  
Escuela de Administración  
Maestría en Administración de Negocios  
Medellín  
2016**

## **Resumen**

La legislación medioambiental vigente en Colombia, particularmente aplicada en el sector de la construcción, ha impactado de manera significativa los costos de ejecución de los proyectos inmobiliarios, debido a la gran cantidad de condiciones, regulaciones y nuevas prácticas que deben implementarse para su adecuado cumplimiento. Esta investigación busca encontrar los costos relacionados con la actividad de gestión medioambiental en un proyecto de construcción, y establecer cuáles de estos son controlables y no controlables, con el fin de determinar indicadores que sirvan de herramienta para costear de manera efectiva presupuestos de proyectos en momento de pre factibilidad, e indicadores de control que permitan hacer seguimiento a la actividad durante su proceso de ejecución.

## **Palabras Clave**

Medio ambiente

Gestión ambiental

Sostenibilidad

Desarrollo sostenible

Legislación medio ambiental

Objeto de Costo

Recurso

Proceso constructivo

## **Abstract**

The environmental legislation in Colombia, particularly applied in the construction sector, has impacted significantly the costs of implementing real estate projects due to the large number of conditions, regulations and new practices that must be implemented for proper compliance. This research seek to find and costs related to the activity of environmental management in a construction project and establish which of these are controllable non-controllable, in order to determine indicators as a tool to finance effectively project budgets in time prefeasibility and monitoring indicators that enable to track activity during the implementation process.

## **Key Words**

Environment

Environmental management

Sustainability

Sustainable development

Environmental legislation

Cost object

Resource

Construction process

## **1. Introducción**

Esta investigación buscó valorar el impacto que tienen las nuevas leyes medioambientales en un proceso constructivo, de acuerdo a su legislación, tipología constructiva, y normatividad ambiental, la cual en el Valle de Aburrá está liderada para este sector por el Área Metropolitana, como entidad gubernamental que reglamenta y congrega el gremio en este tema a nivel local.

La actividad objeto de estudio enmarcada en un proceso constructivo se caracteriza por no reflejarse directamente en el objeto entregable al cliente, es decir que no le agrega valor, pero es necesario para el desarrollo del proceso constructivo enmarcado en las características de localización territorial y de conciencia comunitaria del entorno en que nos desarrollamos. Esta condición lo define como un costo indirecto, pero teniendo en cuenta su condición particular para este caso se denomina como un costo ambiental que debe ser claramente controlable, puesto que su desfase en la ejecución presupuestal afecta directamente los resultados en términos reales de utilidad para los socios de un proyecto.

Actualmente la ejecución de esta actividad se está haciendo de manera instintiva, con un costo global derivado de un tanteo proporcional. Hasta el momento no se conoce de un análisis teórico práctico que haya tenido una base de estudio conceptual que abarque las condicionantes inherentes a la actividad presentes en el terreno de trabajo, las cuales permitan proyectar de manera veraz y certera lo que se espera consumir por este concepto en un proceso constructivo. Esto trae como consecuencia información poco confiable.

Por esta razón este estudio planteó como objetivo principal valorar el impacto que tiene la nueva legislación medioambiental en el presupuesto de un proceso constructivo,

determinando la proporción de incidencia en el costo directo del presupuesto de construcción. Para alcanzar este objetivo se establecen los siguientes objetivos específicos: identificar las tareas, componentes y su respectiva proyección de costos de la actividad medioambiental; identificar y clasificar los costos de relación con el medioambiente; e identificar cuáles costos son controlables y no controlables en la actividad de gestión ambiental durante un proceso constructivo.

Para alcanzar estos objetivos se tomó como base de estudio una obra en construcción ubicada en el municipio de La Estrella, Antioquia, la cual era la cuarta etapa de un proyecto de seis, donde después de haber superado la curva de aprendizaje, y con el apoyo del aspirante al título de ingeniero ambiental, Jaime David Oviedo, se midió y analizó cada una de las tareas realizadas para cumplir los lineamientos que dicta la regulación ambiental durante un periodo de 7 meses entre febrero y agosto del año 2015.

Esta información recopilada sirvió como base de datos para analizar y concluir los resultados entregados en este documento de consulta con los hallazgos y respectivas conclusiones reflejados en un indicador que permite valorar, con respecto al presupuesto de costo directo de construcción, la actividad medioambiental a la luz de la norma aquí presentada.

## **2. Marco de referencia conceptual**

La legislación colombiana durante su historia, desde Simón Bolívar con la Gran Colombia en el siglo XIX, ha tenido en cuenta variables de tipo ambiental para regular en la sociedad. Desde mediados del siglo XX se establecieron conceptos más amplios de protección ambiental y sostenibilidad, para lo cual se creó el INDERENA como la entidad que velaba

por la gestión ambiental a nivel nacional. En la convención de Estocolmo (Suecia), convocada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como consecuencia de la gran crisis ambiental del mundo y realizada en junio de 1972, se establecieron los principios rectores de los derechos ambientales y las razones para la conservación del ecosistema reconocidas internacionalmente, las cuales sirvieron como punto de partida para la legislación que está vigente en Colombia (Velásquez, s.f).

Los lineamientos para la regulación y protección del medioambiente en Colombia han sido reglamentados por varios decretos desde la citada convención de Estocolmo, pero llegó a consolidarse a partir de la Constitución de 1991 donde se implementó el desarrollo sostenible a través de 49 artículos dedicados a la protección del medioambiente, los cuales desencadenaron una gran cantidad de derechos y obligaciones encaminados a la implementación de estos conceptos, tanto a nivel del ciudadano como de las entidades gubernamentales, pues son ellos los entes encargados y responsables de velar por que se cumplan estos lineamientos (Velásquez, s.f).

La situación planteada en esta investigación se emplazó en la ciudad de Medellín y su área metropolitana, donde, con base en la legislación nacional, se establecieron las regulaciones y condiciones a controlar en el “Manual de gestión socio-ambiental para obras en construcción”. Este manual fue presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como entidad encargada en la zona para atender los temas de índole ambiental, en el mes de diciembre del año 2009 a las empresas constructoras más representativas de la región, con el fin de generar un compromiso con el gremio y la sociedad, razón por la cual los proyectos de construcción de edificaciones de todos los tipos iniciaron sus estudios para incorporar estas nuevas condiciones a las prácticas de los procesos constructivos.

## **2.1.Marco legal**

La Constitución colombiana de 1991 y la ley 99 de 1993 consideró el manejo y conservación del medioambiente bajo el cumplimiento de los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro (1992) sobre medioambiente y desarrollo, el Convenio sobre diversidad biológica, la Agenda 21, la Convención de cambio climático, etc. (Ministerio del Medio Ambiente, 2001), haciendo concordar los aspectos de desarrollo económico, medioambiente sano y equilibrio ecológico con el fin de garantizar una vida digna para todos los seres humanos, por medio de las de los siguientes principios:

**1. Derecho a un ambiente sano.** “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines” (Unidad de Planeación Minero Energética UPME).

**2. El medioambiente como patrimonio común.** Se impone a los ciudadanos y al Estado, el proteger los recursos naturales y velar por la conservación del ambiente, apoyado en la función social de propiedad que implica obligaciones y derechos (Unidad de Planeación Minero Energética UPME ).

**3. Desarrollo sostenible.** Enfocado en el uso racional de los recursos naturales que conducen al crecimiento económico, mejora en la calidad de vida y el bienestar social. El Estado velará por el aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales, atendiendo de igual manera la prevención y control de los factores de deterioro ambiental,

imposición de sanciones y exigencia de la reparación de los daños causados (Unidad de Planeación Minero Energética UPME ).

Adicionalmente, en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos, los 170 países miembros, entre ellos Colombia, se comprometieron a aunar esfuerzos para proteger el medioambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos transfronterizos y la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)).

#### **2.1.1. Planeación ambiental local y desarrollo sostenible**

Los lineamientos establecidos por la Constitución Política y la realidad de conciencia ambiental a nivel mundial, conlleva a la reflexión acerca de posibles soluciones y mecanismos para promover la sostenibilidad natural a través de acciones enfocadas en el ámbito local que pueden tener repercusiones a nivel global.

Como elemento fundamental para lograr este objetivo se “introdujo lo ambiental como componente estratégico de los planes de desarrollo económico y social teniendo en cuenta que los recursos naturales además de ser la base fundamental del patrimonio de la nación son recursos de capital que permiten desde la dimensión ambiental dinamizar acciones sectoriales y territoriales, generando empleo, valor agregado e ingresos regionales y nacionales” (Ministerio del Medio Ambiente, 2001).

Adicionalmente teniendo en cuenta la perspectiva ecológica del desarrollo sostenible definido como "el desarrollo que satisface las necesidades y aspiraciones del presente sin dejar en entredicho la posibilidad de que las futuras generaciones satisfagan las



suyas" (Muschett, 1998) dicho desarrollo puede ser analizado desde diferentes perspectivas y puntos de trabajo, entre ellas la aplicación de la tecnología como medio para alcanzar el máximo de productividad humana y consecuentemente el mejoramiento de la calidad de vida.

La tecnología, desde la perspectiva del desarrollo sostenible, se concentra en utilizar técnicas menos contaminantes, lo cual supone que los productos de estos procesos mantienen niveles reducidos de emisiones y residuos con lo que elimina el consecuente proceso de tratamiento y control (Muschett, 1998). Los desarrollos tecnológicos pueden ser considerados como sostenibles cuando cumplen con los siguientes requisitos:

1. "Reducen de forma efectiva la contaminación del medioambiente, en favor de la protección de la salud, el bienestar público y los intereses ecológicos" (Muschett, 1998).

2. "Demuestran un avance técnico importante con menores tasas de generación de residuos" (Muschett, 1998).

3. "Son aplicables a partir de sus fases iniciales de desarrollo desde un punto de vista genérico, es decir sirve para aplicarse en varios sectores industriales, lo que conlleva a que desde el ámbito político puede ser un punto de apoyo del sector público al sector privado" (Muschett, 1998).

4. "Ofrecen una relación gana - gana entre el rendimiento social y el del sector privado" (Muschett, 1998).

A la luz de estos aspectos y obedeciendo la Ley 388 de 1997 de ordenamiento territorial, la cual incluye como uno de sus objetivos la protección del medioambiente, y entre sus principios la función social y ecológica de la propiedad, la mencionada protección medioambiental se define conceptualmente como el "conjunto de acciones político-

administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales" (Ministerio del Medio Ambiente, 2001).

Bajo este lineamiento se establece que es al nivel metropolitano al que le compete elaborar los planes de desarrollo y las normas generales que definen los objetivos y criterios a los cuales los municipios deben acogerse para alcanzar las metas propuestas, en este caso de protección medioambiental. Así mismo define los actores que intervienen según el plan que proponga seguir, entre los cuales, además de los entes de orden estatal, se involucran los gremios de producción, la sociedad civil y la academia (Ministerio del Medio Ambiente, 2001).

Para desarrollar el tema de normatividad ambiental en el Valle de Aburrá, se abordaron los aspectos que permiten entender el enfoque y propósito de ésta desde el punto de vista técnico y legal. Por esta razón se revisaron los siguientes temas relacionados con el control y mitigación de impactos sociales y ambientales que pueden ser afectados durante un proceso constructivo: gestión del riesgo, programa para manejo de residuos, política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos, control de emisiones atmosféricas, prevención de contaminación de cuerpos de agua y redes de servicios públicos, manejo de vegetación, fauna y flora, manejo del tránsito y la gestión social (Área Metropolitana del

Valle de Aburrá, Secretaría del Medio ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

En el caso de Medellín y el Valle de Aburrá, la entidad gubernamental responsable de la formulación e implementación del Plan de Gestión Integral de los Residuos Peligrosos (RESPEL) es el Área Metropolitana la que a su vez tiene definidos interiormente sus competencias, objetivos, metas y roles específicos para la formulación del plan de gestión, orientando sus prioridades a prevenir y minimizar la generación de RESPEL, promover la gestión y manejo seguro de los residuos peligrosos generados y promover el cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos por el país, en especial el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, 2007) y (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

### **2.1.2. Acuerdo de responsabilidad, competitividad y eficacia ambiental en el área metropolitana del Valle de Aburrá**

Las premisas que acompañan la transformación de región y eficacia ambiental entre el subsector constructor – CAMACOL regional Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, quienes unieron voluntades y convinieron como objetivo ser un "instrumento de gestión de la Política de Producción y Consumo Sostenible, apoya acciones concretas y precisas que conduzcan al mejoramiento de la gestión pública y empresarial y a la prevención, control y reducción de la contaminación, mediante la adopción de producción y operación más limpias, ambientalmente sanas y seguras, orientados a disminuir el nivel de la contaminación de las actividades productivas y de operaciones, reducir los riesgos

relevantes para el ambiente y optimizar el uso de los recursos naturales en el área de influencia del Convenio" (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

Este propósito suscita gestionar desde la estructuración de lineamientos claros hasta la implementación y capacitación del personal profesional de la construcción, en los temas concernientes al sistema de gestión ambiental en el interior de las empresas comprometidas con el acuerdo, motivando el cumplimiento de la normatividad ambiental y el mantenerse al día con las obligaciones ambientales consecuentes. Este es el camino para generar consciencia de los impactos ambientales generados por las diferentes actividades desarrolladas por las empresas en sus procesos constructivos, promoviendo así la identificación y correcto manejo de las acciones correctivas, preventivas y de mejora necesarias para la corrección y disminución de los impactos ambientales (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014)

### **2.1.3. Gestión ambiental en obras civiles del área metropolitana del Valle de Aburrá**

Con este compromiso adquirido y a través de la implementación de estrategias voluntarias que permitan promover acciones desde los actores que intervienen directa e indirectamente en el sector, como transportadores de materiales, proveedores y acciones en la ejecución de las obras, se puede establecer el aporte del gremio en favor del saneamiento ambiental desde los siguientes aspectos:

1. "Promoción de estrategias de acción eficaces para la adaptación de la normatividad ambiental" (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

2. “Liderar y promover estrategias de estudio e investigación de situaciones relevantes en impacto ambiental con la implementación de desarrollos tecnológicos que permitan el mejoramiento del mismo” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

3. “Promover el uso racional y/o alternativo de los recursos naturales usados con mayor frecuencia en las actividades componentes de los procesos constructivos como: agua, madera, energía, combustibles, aceites, etc.” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

4. “Adoptar conciencia en cuanto a la reposición técnica y adecuada de los individuos arbóreos que sea necesario talar para el emplazamiento de los proyectos constructivos, cumpliendo con los requerimientos de la entidad competente y de acuerdo a las pertinentes prácticas silviculturales” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009)

5. “Promover prácticas de construcción sostenible desde la concepción, diseño y planeación de los proyectos” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

6. Educar y concientizar a los diferentes actores del gremio en cuanto a la responsabilidad y cuidado ambiental” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

Todos estos esfuerzos serán plataforma para fortalecer lazos y promover vínculos de trabajo entre el sector público y la empresa privada, además de aportar en beneficio al bienestar común de la sociedad.

#### **2.1.4. Gestión del riesgo**

"La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse" (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres).

El riesgo se expresa en función del resultado combinado de las amenazas y la vulnerabilidad. Para el enfoque integral del mismo se requiere su identificación y análisis además de la concepción y aplicación de medidas para su prevención y mitigación. El estar vulnerables aduce la exposición, fragilidad y susceptibilidad de las condiciones físicas, socio económicas y ambientales que incrementan el impacto de una amenaza; estas son de condición controlable. Las amenazas por el contrario se consideran no controlables o parcialmente controlables y se refieren a los procesos o fenómenos naturales con suficiente intensidad, en un espacio y tiempo específicos, para causar daño (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres).

Bajo el marco de la normatividad ambiental objeto de este estudio, la gestión del riesgo está enfocada en establecer un método lógico y sistemático que permita determinar los factores de amenaza o vulnerabilidad de cualquier actividad, función o proceso que desarrolle las empresas constructoras y de esta manera puedan minimizar los efectos negativos y potencializar las oportunidades, ganancias, posicionamiento o competencia que tengan (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

### **2.1.5. Manejo de residuos**

Para un mejor entendimiento del concepto, es pertinente establecer la diferencia entre residuo y desecho. Según la Real Academia de la Lengua Española citado por la "Guía para la gestión integral de residuos peligrosos", define desecho como aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo, como lo que queda, por usado o por cualquier otra razón, y ya no sirve a la persona para quien se hizo, en pocas palabras "basura" (EcoInteligencia, 2013).

Por otra parte el residuo se determina como la parte o porción que queda de un todo. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo o finalmente como el material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo. De acuerdo a estas definiciones, la guía establece que es pertinente usar indistintamente ambas palabras (EcoInteligencia, 2013).

Para efectos de optimizar la gestión y control de desechos y residuos, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial los ha definido por medio del decreto 4741 de 2005 como "cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula" (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, 2007).

A partir de esta definición es importante establecer las siguientes consideraciones:

1. Es considerado residuo no solo el producto de un proceso o una actividad, sino también un material o sustancia no procesada, que haya sido descartada o rechazada por definirse como inservible.

2. Con el fin de controlar el manejo, es importante tener en cuenta los diversos estados de la materia: en el caso de los líquidos y gases deben estar en recipientes. Es apropiado destacar que para los vertimientos y emisiones atmosféricas, la normativa colombiana tiene reglamentación específica.

3. Se establece el concepto de gestión de material secundario como la reutilización que le da el generador a los materiales cuando no es posible usarlo en la actividad que lo generó. Esta gestión la realiza el mismo generador en su instalación pero no incluye procesos de uso como material de combustión para hornos, calderas o incineradores, ya que esto se constituye como aprovechamiento interno de residuos o desechos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, 2007).

## **2.2. Ámbito constructivo**

Construcción se refiere a las actividades que se ejecutan con el fin de planificar y erigir una edificación, siguiendo las normas y lineamientos establecidos en cada región o país donde se está ejecutando, los cuales se plasman en planos y especificaciones desarrollados por un grupo interdisciplinario de ingenieros y arquitectos, quienes lo hacen con base en un planteamiento de programa de necesidades, de acuerdo a la tipología de edificación proyectada (CAMACOL, 2014).

La construcción como renglón económico ocupa un lugar importante en el desarrollo de un país, no solo porque tiene la capacidad de emplear tanto personal calificado como no



calificado, sino porque es un bastión a través del cual se satisfacen necesidades de infraestructura para el avance económico, además de ser la base natural de generación de vivienda y cobijo para el bienestar de los hogares en general. (CAMACOL, 2014)

No es un secreto que la industria de la construcción, en comparación con otras áreas del conocimiento, es la que más lento desarrollo e innovación en sus procesos tiene hasta la fecha. Sus procesos de transformación de materias primas e insumos a productos y bienes intermedios o finales, sigue siendo básicamente de las mismas características artesanales en nuestro medio que los utilizados desde los años cercanos a la segunda mitad del siglo XX. Esta circunstancia se debe entre muchas otras razones de índole tecnológica y económica, al hecho de que la construcción sigue siendo una base importante de empleo de mano de obra no calificada y esto la constituye en un renglón importante en la economía del país.

Ante estas circunstancias la evolución que ha tenido el gremio se ha enfocado en el aseguramiento de la calidad de los procesos establecidos y la adopción de normas y conductas encaminadas al compromiso ambiental con el planeta en general. Al fin y al cabo, esta industria en particular, al ser protagonista de procesos de transformación y consumidora por excelencia de materias primas que modifican drásticamente algunos recursos naturales y adicionalmente ser generadora de excedentes de construcción con alto poder contaminante, invierte cada vez mayor cantidad de recursos económicos en la disposición y buen manejo ambiental en el proceso de ejecución de sus proyectos, en los cuales la construcción participa con agentes contaminantes y modificadores del ambiente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

### 2.2.1. Sistemas constructivos

Un sistema, por definición de la Real Academia de la Lengua Española, se refiere al “conjunto de reglas, principios o cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto”. Si se lleva al campo constructivo se puede definir como el sumario de técnicas, procesos, materiales, elementos, equipos y herramientas que, unidos, forman un método característico para un tipo de edificación, el cual se selecciona de acuerdo a la clasificación de las mejores condiciones para un proyecto, según variables como localización geográfica, disponibilidad de recursos técnicos, materiales y económicos, características del suelo y solicitudes arquitectónicas (One Touch EMB Construcción, 2014).

A continuación se hace un recuento de los sistemas constructivos más usados en nuestro medio, para visualizar sus materiales y componentes, estableciendo de esta manera la incidencia ambiental que hay a nivel de desperdicios y excedentes durante la ejecución.

**1. Construcción tradicional:** Es el más antiguo y difundido, está compuesto por muros portantes, contruidos comúnmente en mampostería de ladrillo, bloque, piedra o por paneles en hormigón armado, combinado con losas o cubierta en madera, más teja de barro. Este sistema es usado principalmente en viviendas unifamiliares, de baja altura. Su proceso constructivo es comúnmente llamado “obra húmeda”, por la gran cantidad de agua que se requiere en la producción de cada una de sus partes. Requiere equipos simples y tiene una alta demanda de mano de obra (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2010).

**2. Construcción aporricada:** Está compuesta por una estructura de columnas y losas en hormigón armado complementada con cerramientos en mampostería y sus correspondientes elementos no estructurales. Es un sistema ampliamente difundido y

apreciado como solución que brinda flexibilidad para hacer modificaciones que permitan personalizar áreas en vivienda multifamiliar de mediana y gran altura. Es muy difundido su uso en construcción de edificios de gran envergadura lo cual tiene implícito el impacto que genera en su entorno inmediato, no solo por la gran variedad de materiales de los cuales se generan cargas importantes de excedentes, sino también por la alta demanda de equipos que requiere y su correspondiente emisión de ruido. Estas actividades requieren a su vez gran cantidad de mano de obra que inevitablemente genera aumento de tráfico de personal en las áreas aledañas a la construcción (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2010).

**3. Construcción prefabricada:** Es un sistema basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas fabricados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje y logística, conforman el todo o una parte del edificio. La mayoría de actividades son de montaje y ensamble, permitiendo una disminución considerable de desperdicios. Este sistema requiere un volumen considerable de tecnología y equipos de izaje y movilización de elementos, que por los recursos manejados en economías emergentes no permite que su uso sea ampliamente difundido (Universidad de La Coruña, sf).

**4. Construcción industrializada en serie “Muros vaciados”:** Sistema de muros de carga en hormigón armado, vaciados en el sitio con formaleta metálica con medidas y pesos para ser manejados manualmente, que permite fundir muros y losas simultáneamente. Es un sistema altamente versátil para su ejecución por optimización de tiempos, aunque es muy exigente en planeación de recursos. Este sistema se ha difundido en gran volumen en el medio y tiene gran demanda de agua y un volumen importante de excedentes de construcción que deben ser manejados de manera apropiada (Isaza, 2014).

Los sistemas descritos son los más usados en el medio objeto de estudio, los cuales también pueden ser usados de manera combinada. Adicional a estos también hay sistemas en madera, metálicos, laminares, neumáticos y otra serie de tecnologías que se han desarrollado de acuerdo a los recursos propios de cada región y sus requerimientos de espacios, materiales y condiciones ambientales.

Como común denominador todos los sistemas constructivos, en mayor o menor medida, demandan el uso no solo de recursos naturales como agua, madera, agregados pétreos y multiplicidad de derivados del petróleo, sino también el respectivo manejo apropiado de los excedentes que se describen a continuación, generados por las múltiples actividades de construcción.

### **2.2.2. Residuos de construcción**

Cualquier proceso constructivo es origen de gran cantidad y variedad de residuos, los cuales en una gran proporción y con una adecuada clasificación permitirá reciclar o reutilizar algunos materiales, minimizando los desechos no aprovechables. Esta metodología permitirá recuperar un porcentaje de la inversión, reducir costos de disposición final y se procura un menor impacto ambiental y social (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

La apropiada implementación del manejo de residuos durante un proceso constructivo, causará entre otros los siguientes beneficios:

1. Reducción del aporte a las emisiones atmosféricas.

2. Prevención del aporte de elementos sólidos en las redes de servicios públicos y cauces superficiales.

3. Mitigación del impacto visual y del área de afectación de las obras en construcción por presencia de escombros o residuos.

4. Reducción en el volumen de residuos y su correspondiente transporte.

5. Maximización de la vida útil y buen uso de las escombreras.

6. Reducción de costos indirectos.

7. Reducción de riesgos por el mal almacenamiento de residuos.

(Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

Los residuos sólidos procedentes de un proyecto de construcción pueden clasificarse en los siguientes grupos:

**1. Residuos sólidos ordinarios:** En este grupo se consideran los residuos orgánicos, la tela, el papel, plásticos o cartones sucios, elementos fabricados con poliestireno o porón y el residuo de barrido. Estos residuos no deben ser mezclados con escombros o residuos de demolición y su disposición final se hace en el relleno sanitario (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

**2. Residuos reciclables:** El papel y cartón limpio y seco, no revestido en plástico, el plástico limpio, metales y vidrio, son materiales que pueden ser objeto de un proceso de reciclaje, razón por la cual deben ser dispuestos en recipientes y sitios de acopio separados de los otros materiales. Esta actividad en particular genera en sí misma beneficios ambientales, sociales por generación de empleo y financieros porque son materiales que se

pueden vender para este fin (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

**3. Residuos reutilizables:** Los principales en este medio son la madera, retazos de tubería, tarros, canecas, retales de materiales para piso y enchapes como cerámica, llantas usadas, entre otros. El límite es la imaginación y la adecuada disposición de estos elementos en obra, que permitirá extender la vida útil de los materiales con alternativas que propiciarán economía, beneficio ambiental y social (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

**4. Residuos de construcción y demolición (RCD):** Encontramos en esta categoría los cuercos de asfalto, concreto, ladrillo y los agregados. Para no generar problemas técnicos en la disposición final de los residuos RCD, es necesario clasificarlos según su origen. Es pertinente tener en cuenta que hay algunos residuos de este tipo que con muy pocas adecuaciones pueden ser útiles en las obras en ciertos procesos constructivos, lo importante es tener claras sus características físicas y técnicas para dar un apropiado y recursivo uso en actividades alternativas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

Es necesario contar con el espacio apropiado de separación y conservación de estos materiales en obra mientras se le da su disposición final. Estos "patios", como son comúnmente llamados, deben estar provistos de canales perimetrales para el control de los sedimentos arrastrados por lluvias que lleguen a cajas desarenadoras, cuyos residuos también deben ser dispuestos con los materiales RCD; adicionalmente deben estar debidamente señalizados y no interferir con el tráfico peatonal y/o vehicular. Es importante

recalcar que está prohibido el uso de zonas públicas para el depósito temporal de estos residuos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

Cuando no es usado en obra, se cuenta con diferentes entidades que se dedican a la recolección y adecuada disposición de estos materiales, tanto a través de plantas recicladoras, escombreras certificadas y otros desarrollos que vienen trabajando en aplicación de avances tecnológicos en el campo de prefabricados y nuevos materiales que implementan los residuos de construcción como materia prima (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

En el caso de las escombreras, estas deben contar con las correspondientes licencias ambientales y autorizaciones municipales. El transporte hasta estos lugares se hace en vehículos apropiados para este tipo de carga, los cuales deben tapar el volco con una lona hasta 30 centímetros, cubriendo los costados y la compuerta, según lo reza la resolución 541 del Ministerio del Medio Ambiente, que aún sigue vigente, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación (Ministerio del Medio Ambiente, 1994).

Como medida de control es importante hacer seguimiento a la cantidad de material que sale de este tipo y sobre todo llevar el registro y certificado de los botaderos donde son depositados los residuos de la obra (Rivera, 2015).

**5. Residuos peligrosos (RESPEL):** La definición estricta del término RESPEL es necesaria debido a que la legislación colombiana requiere que sean manejados separadamente de los residuos no peligrosos. De acuerdo con el decreto 4741 de 2005, un residuo o desecho peligroso "Es aquel residuo o desecho que por sus características

corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos" (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, 2007). Se incluyen los materiales absorbentes o limpiadores usados para remover aceites, grasas, alquitrán o betún, envases de productos químicos y pinturas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

El sector de la construcción actuando como generador en la gestión de los RESPEL debe, además de cumplir con los lineamientos y responsabilidades impuestos por la ley, procurar la implementación de procesos y la generación de información adecuada para fomentar que técnicamente el sector pueda desarrollar procesos que minimicen la generación de residuos y en particular los residuos peligrosos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

**6. Residuos vegetales:** Compuestos básicamente por madera y follaje resultantes del proceso de tala y poda de árboles, necesaria cuando el emplazamiento de un proyecto así lo requiere. Son múltiples las posibilidades de uso de la madera en construcción, desde el "chipeado" de ramas y hojas usadas en la fabricación de sustratos para las zonas verdes, hasta el trozado de la madera según tamaños para convertirlos en tablones, canes, largueros, teleras, tacos y demás elementos de uso común en la construcción, tanto para obra falsa de los procesos constructivos como para las obras provisionales (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

También existen otras industrias interesadas en recibir este material, como la del carbón vegetal y otros desarrollos de tipo industrial como la madera plástica, entre otras



que están encontrando alternativas de reutilización para estos residuos. Lo importante en este caso es no mezclar la madera ni los residuos vegetales con los escombros u otros desechos de construcción, puesto que conservándolo sin contaminarse es más probable que se le encuentre otro uso apropiado (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

**7. Residuos de construcción:** Para la apropiada disposición de este residuo de construcción, es fundamental conocer sus condiciones y características técnicas, puesto que de esto depende básicamente la posibilidad de uso del mismo. Puede ser usado como material de lleno estructural o no estructural dependiendo de su homogeneidad, humedad y características del suelo. En este caso, tanto que se pretenda usar en el interior de la obra o retirado con el mismo propósito, se requiere de la evaluación de un experto en suelos para dar su aprobación técnica y apropiada destinación (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, 2009).

En esta categoría encontramos los suelos orgánicos, limos, arcillas, gravas y diversidad de sedimentos que pueden ser extraídos en las etapas de movimiento de tierra y excavación para fundaciones de estructura (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

### **2.3. Costos y análisis de variables**

Con el fin de contextualizar de manera apropiada las variables que inciden en los costos del objeto de estudio, a continuación se presentan algunos conceptos básicos importantes:

**1. Objeto de costo:** Un objeto de costo es según Horngren (2008), “todo aquello a lo que se le desee hacer una medición de los costos” (Uribe Marín, 2011), en otras palabras es algo para lo cual se desea una medición y análisis separado de costos.

**2. Costo:** “El Costo o Coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo” (Salinas).

**3. Gasto:** “Los gastos están asociados con aquellas cifras en las que se incurre pero que no fueron necesarias para la elaboración de los productos o para la generación de los servicios, es decir, son erogaciones relacionadas con la administración, las ventas, la distribución y la financiación, entre otras” (Uribe Marín, 2011).

Se puede por tanto inferir de acuerdo a estas definiciones que los costos están relacionados con la función de un proceso de producción, a saber: se puede incluir la materia prima directa, mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación. Los gastos, por su parte, están relacionados con la función de actividad de operación indirecta, entre otros los gastos de venta o distribución, gastos de administración y gastos financieros (Andrea).

### **2.3.1. Clasificación de costos y gastos**

La teoría presenta múltiples opciones de clasificación de costos y gastos, a continuación se presentan los criterios más comunes:

1. Según la función: Costos de producción, gastos de venta o distribución, gastos de administración (Uribe Marín, 2011).

2. Con relación al comportamiento según el volumen de la actividad: Costos y gastos fijos, variables y mixtos (Uribe Marín, 2011). Algunos autores mencionan otras categorías entre las cuales están los costos fijos discrecionales y los costos fijos comprometidos.

3. De acuerdo con su identificación con el objeto de costo o alguna unidad de costeo: Costos y gastos directos, costos y gastos indirectos (Uribe Marín, 2011).

4. De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados o al momento del tiempo al cual hacen referencia: Costos y gastos reales o históricos y los costos y gastos predeterminados (Uribe Marín, 2011).

5. Según el grado de control que tenga quien los gestiona: Costos y gastos controlables y no controlables (Uribe Marín, 2011).

6. De acuerdo con su importancia en la toma de decisiones gerenciales: Costos y gastos relevantes e irrelevantes (Uribe Marín, 2011).

7. Según su capacidad de generar movimiento de efectivo: Costos y gastos desembolsables y no desembolsables como por ejemplo el costo de oportunidad (Uribe Marín, 2011).

8. De acuerdo a su capacidad de desaparecer o no, al ingresar o retirar un producto o un servicio del mercado: Costo y gasto evitable (Uribe Marín, 2011).

9. Según a su necesidad para la operación básica de la empresa: Costos y gastos comprometidos (Uribe Marín, 2011).

10. De acuerdo a la calidad de los productos o servicios: Costos de calidad y de mala calidad (Uribe Marín, 2011).

11. Según su asociación con el valor del inventario: Costos inventariables y no inventariables (Uribe Marín, 2011).

12. Según su relación con el medioambiente: Asociados a los costos relacionados con la creación, detección, remedio y prevención de la degradación ambiental (Uribe Marín, 2011).

### **2.3.2. Costos ambientales**

Según el modelo definido por Hansen y Mowen (2007) referido a los costos ambientales desde el modelo de calidad ambiental total, el estado que se pretende alcanzar es el de cero daños al ambiente. “El daño se define ya sea como una degradación directa del ambiente, tal como la emisión de residuos sólidos, líquidos o gaseosos hacia el ambiente”, como pueden ser emisión de agentes contaminantes a cuerpos de agua o al aire, “o una degradación indirecta tal como un uso innecesario de materiales y de energía” (Hansen & Mowen, 2007).

De acuerdo a este antecedente los costos ambientales se definen como aquellos en los que se incurre por la existencia o posibilidad de ocurrencia de una calidad ambiental deficiente, que a su vez pueden ser clasificados en cuatro categorías: costos de prevención, costos de detección, costos de fallas internas y costos de fallas externas (Hansen & Mowen, 2007).

Los costos de prevención ambiental se refieren a los incurridos por las actividades desarrolladas para prevenir la producción de agentes contaminantes o residuos que pueden ocasionar daños al ambiente. Entre otras podemos establecer como actividades de prevención las siguientes:

1. “Evaluación y prevención de los proveedores.
2. Evaluación y selección del equipo para el control de la contaminación.

3. Diseño de procesos.
4. Diseño de productos.
5. Mantener estudios ambientales.
6. Auditoría de riesgos ambientales.
7. Desarrollo de sistemas de administración ambiental.
8. Reciclaje de productos.
9. Obtención de la certificación ISO 14001”.

(Hansen & Mowen, 2007).

Al referirse a los costos de detección ambiental se hace alusión a los que se incurre en la ejecución de actividades para determinar si los productos, los procesos u otras actividades en la organización, están cumpliendo con los estándares ambientales apropiados. Algunas actividades de detección son las enumeradas a continuación:

1. “Auditoría de actividades ambientales.
2. Desarrollo de medidas de desempeño ambiental.
3. Pruebas de contaminación.
4. Verificación del desempeño ambiental de los proveedores.
5. Medición de los niveles de contaminación”.

(Hansen & Mowen, 2007).

Las fallas ambientales internas, se refiere a los costos manifiestos como resultado de haber incurrido en producción de contaminantes y residuos pero que no se han descargado al ambiente. De esta manera los esfuerzos se encaminan para eliminar y administrar los contaminantes o residuos que se hayan generado. Las actividades que se desarrollan en las fallas ambientales internas pueden tener como objetivo el asegurar que los residuos

producidos o agentes contaminantes no se liberen en el ambiente o reducir el nivel emitido hasta los estándares permisibles por la autoridad ambiental (Hansen & Mowen, 2007).

Estas actividades pueden ser:

1. “Operación del equipo de control de la contaminación.
2. Tratamiento y disposición de los residuos tóxicos.
3. Mantenimiento de equipos para la contaminación.
4. Licencias sobre instalaciones para la producción de contaminantes.
5. Reciclaje de residuos”.

(Hansen & Mowen, 2007).

De acuerdo a los conceptos de Hansen y Mowen, “los costos de fallas ambientales externas son los costos de las actividades realizadas después de descargar los contaminantes y los residuos hacia el ambiente”. Estos pueden ser discriminados en dos tipologías: los costos de fallas externas realizadas por las cuales la empresa paga cuando las lleva a cabo y los costos de fallas externas sociales o no realizadas, por los que pagan agentes externos a la empresa. Estos costos sociales se clasifican en los que resultan de la degradación ambiental y los que resultan por el impacto adverso sobre la propiedad o el bienestar de las personas (Hansen & Mowen, 2007). Entre otras estas pueden ser actividades que implican costos de fallas externas:

1. Limpieza de un lago contaminado.
2. Limpieza de un derrame de petróleo.
3. Limpieza de suelos contaminados.
4. Liquidación de reclamaciones por daños personales, relacionados con el ambiente.
5. Restauraciones del terreno a su estado natural.

6. Pérdida de ventas debido a una reputación ambiental deficiente.
7. Uso de materiales y energía de manera ineficiente.
8. Recepción de cuidados médicos debido a agentes ambientales dañinos.
9. Pérdida del empleo debido a la contaminación.
10. Pérdida de elementos naturales para uso recreativo, ej. Un lago.
11. Daños de ecosistemas por el desecho de residuos sólidos.

(Hansen & Mowen, 2007).

### **3. Método de solución**

Hasta el momento no se había clasificado del conjunto de costos atribuibles al costo ambiental, las variables que lo componen y su relación en costo, volumen, capacidad de ser controlado e incidencia dentro de la actividad con el presupuesto del producto a construir.

Para determinar las variables componentes de la actividad medioambiental en un proceso constructivo, se tomó como base de estudio un edificio en construcción de 4.951,28 m<sup>2</sup>, estrato 5, ubicado en el municipio de La Estrella, Antioquia, el cual se identificó como la cuarta de seis etapas de un proyecto compuesto por seis edificios, urbanismo y zonas sociales. Se escogió esta etapa del proyecto, porque al haber pasado por la experiencia de las tres etapas previas, permite asumir que se obtendrán datos menos distorsionados por la curva de aprendizaje. El edificio estudiado se construyó en sistema industrializado, consta de 12 pisos de altura y 48 aptos con áreas que oscilan entre 68m<sup>2</sup> y 105m<sup>2</sup>.

Como apoyo para realizar esta actividad, se contó con el practicante aspirante al título de Ingeniero Ambiental, Jaime David Oviedo Rivera, quien durante los meses de febrero a agosto de 2015, y tomando como referencia los conceptos establecidos por las

entidades de regulación ambiental que se revisaron anteriormente, recopiló, hizo seguimiento, midió tiempos, cantidades de materiales y volumen de excedentes de acuerdo al tipo de material. Estos son los datos que se presentan en este estudio para su respectivo análisis y determinación de las variables que fueron concluyentes en la búsqueda de los objetivos aquí propuestos.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos y de acuerdo a los conceptos teóricos revisados, se hace una aproximación a la incidencia de la regulación ambiental en la realidad constructiva del Valle de Aburrá, para establecer el comportamiento de costos ambientales en relación o proporción con respecto al presupuesto de costos directos (CD) y gastos generales (GG) del edificio objeto de estudio.

### **3.1. Definición de variables medioambientales en construcción como objeto de costo**

La definición del costo ambiental total compuesto por un factor interno o privado, en cuyo caso se refiere a la asignación de costos generados por los procesos internos de la organización, y un factor externo o social asociado a las consecuencias asumidas por el entorno y que requiere recolección de datos originados por fuera de la organización a través de terceros (Hansen & Mowen, 2007), presentaron el punto de partida para establecer la definición de las variables ambientales inmersas dentro del presupuesto de construcción de una edificación.

A partir de la definición de la actividad medioambiental en el proceso constructivo del proyecto descrito previamente como el objeto de costo a analizar, se describió el ciclo de generación, manejo y disposición de residuos que se forma en el proceso constructivo (ver figura 1).



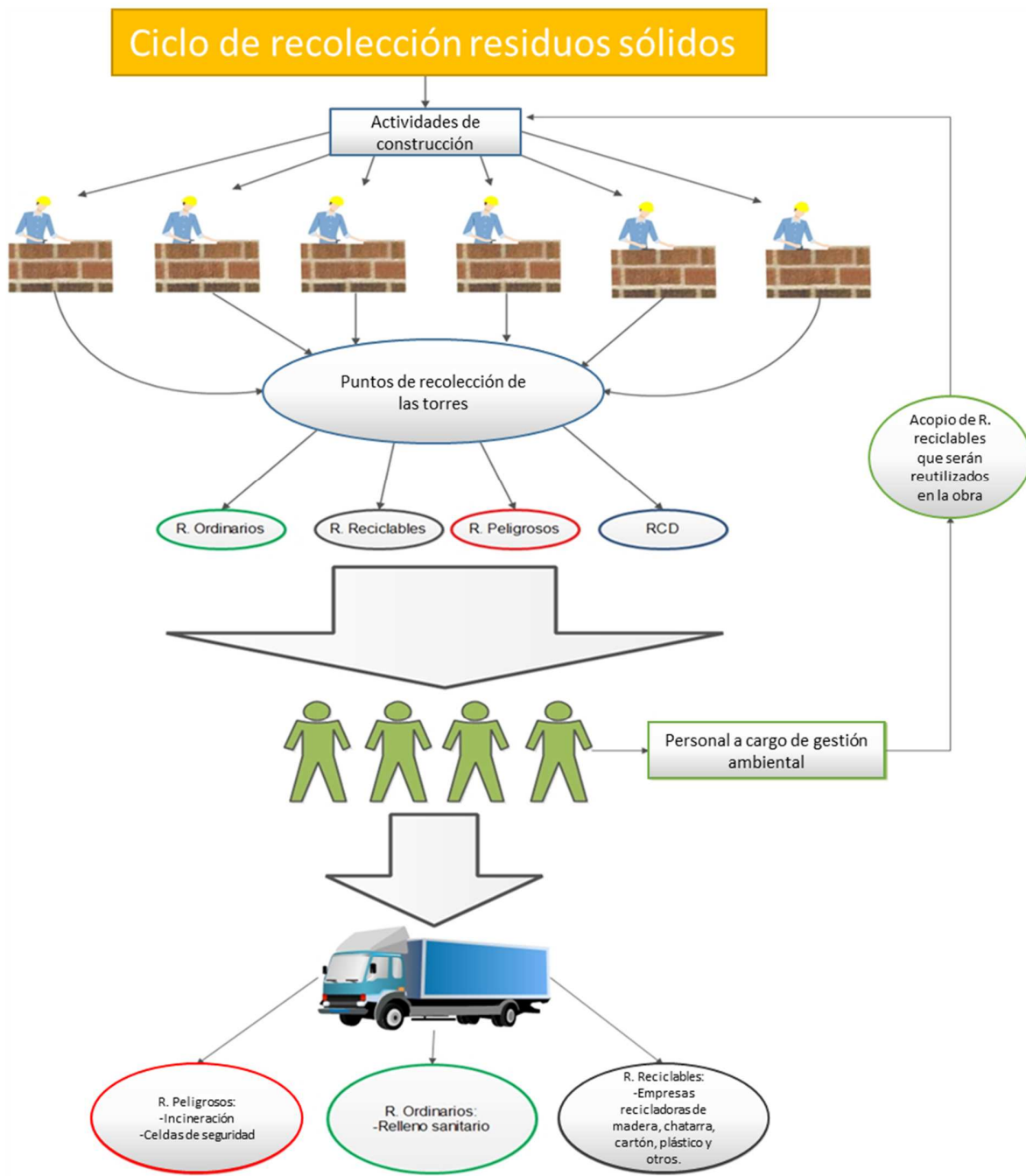


Figura 1: Ciclo de recolección residuos sólidos en construcción (Rivera, 2015)

A partir del desarrollo de las diferentes actividades se genera gran variedad de tipos y cantidad de residuos que fueron dispuestos en puntos pre asignados durante la planeación

de la obra. Acto seguido se clasificaron de acuerdo a la tipología de residuo y se hizo la consecuente disposición ambiental; por esta razón es ideal disponerlos previamente separados desde la fuente para ahorrar recursos de tiempo y dinero. Este proceso puede tener mayor o menor impacto, de acuerdo con el tamaño y tipología de la obra.

Un proceso constructivo se constituye en sí mismo como una fuente de costo ambiental, debido a que genera residuos sólidos, líquidos, químicos y partículas en suspensión con potencial impacto de degradación al medioambiente. Para el caso de construcción, se limita al proceso de producción netamente, puesto que se considera que la generación de residuos por parte de los usuarios del inmueble entregado como producto del proceso, ya no se catalogan como costos ambientales atribuibles al proceso constructivo.

Las acciones necesarias para llevar a cabo una adecuada gestión ambiental en la obra se dividieron en dos: las primeras acciones son aquellas que se realizaron en campo y las segundas se refieren a los trámites legales y papelería en general que soporta y justifica la gestión ambiental en la obra. En este caso nos concentramos en analizar y dimensionar las acciones que se realizaron en campo, puesto que precisamente la justificación de este estudio se basa en que hasta el momento no había sido medido ni proporcionado.

La gestión ambiental se abordó desde los lineamientos exigidos por la legislación ambiental, los cuales se enfocan en unos componentes básicos; estos son: agua, aire, fauna, flora y residuos sólidos. A continuación se desglosa cada uno de los componentes tenidos en cuenta, con el fin de medir su impacto económico en el proceso constructivo.

**1. Componente agua:** En el contexto de una obra civil, el agua juega un papel importante durante la construcción en sus diferentes etapas; al igual que en la industria en general, el agua está presente en todos los procesos. En la obra estudiada se adoptaron

medidas encaminadas a prevenir y mitigar los posibles impactos negativos sobre este elemento natural tan importante; entre otras, se desarrolló la siguiente actividad: implementar cajas desarenadoras, a las cuales se vierte agua de la planta de concreto y agua residual contaminada después de realizar lavado de equipos y herramientas.

	
<p>Mantenimiento de cajas desarenadoras.</p>	<p>Caja desarenadora limpia.</p>

Fuente: (Rivera, 2015)

**2. Componente aire:** El aire se maneja al igual que el agua, por tanto se toman medidas a nivel de seguridad industrial y cuidado ambiental de este componente. Las actividades que ayudan a cumplir con el cuidado del componente aire son las siguientes: se realiza mantenimiento al cerramiento perimetral de la obra, se cubre con malla poli-sombra las fachadas abiertas del edificio y los silos de almacenamiento de cemento a granel, los materiales pétreos en patios son cubiertos con plástico para evitar la generación de material particulado, se humedecen las vías sin pavimentar, los vehículos están debidamente protegidos con carpa en su volco, se exige a los vehículos transitar a bajas velocidades

dentro de la obra, precaución necesaria para que no se presente resuspensión de material particulado.

	
<p>Riego de la vía de acceso a la obra.</p>	<p>Cubrimiento del silo de cemento con malla polisombra, control de material particulado.</p>
	
<p>Protección perimetral con malla polisombra en fachadas abiertas, para control de material</p>	<p>Instalación de malla polisombra en fachadas abiertas, para control de material.</p>

Fuente: (Rivera, 2015)

**3. Componente flora y fauna:** El lote donde se localiza el proyecto contenía especies de fauna y flora, por esta razón para poner en marcha el proyecto se diligenciaron ante la

autoridad ambiental competente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá) los permisos necesarios, los cuales después de ser otorgados se procedió a realizar el inventario florístico y faunístico del lote. Este inventario dio como resultado el registro de avifauna, herpetos y reptiles, los cuales fueron rescatados, ahuyentados y liberados según el caso, en la quebrada que bordea el terreno. Durante la construcción se implementaron actividades y estrategias que permitieron prevenir el riesgo al que está expuesta la fauna presente cerca de la obra.

La flora igual que la fauna fue inventariada antes de iniciarse el proyecto. Los árboles tienen un papel fundamental en actividades de restauración ambiental, son fuente de alimento, proporcionan sombra y además son un componente fundamental para el paisajismo. La protección de los individuos arbóreos se hizo implementando y sosteniendo el aseo y mantenimiento de los cerramientos de cada árbol, con el fin de evitar el vertimiento de residuos sólidos y líquidos sobre los tallos de los mismos, la fertilización con urea y con un fertilizante rico en nitrógeno, ayuda a mantener en buen estado nutricional a las plantas. Antes de intervenir un árbol, ya sea con poda o tala, se realiza la debida gestión del permiso con la autoridad competente.

	
<p>Ardilla (<i>Sciurus granatensis</i>) observada en el corredor biológico que bordea a la obra.</p>	<p>Barranquero (<i>Momotus momota</i>).</p>

	
<p>Pareja de azulejos (<i>Thraupis episcopus</i>)</p>	<p>Reinita (<i>Myiozetetes cayanensis</i>) tomando agua de la quebrada Sumicol.</p>

	
<p>Fertilización de árbol, balso (<i>Ochroma pyramidale</i>) con urea.</p>	<p>Arreglo de cerramiento de árbol, Ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)</p>

Fuente (Rivera, 2015)

**4. Componente suelo y residuos sólidos:** El componente de residuos sólidos es uno de los más relevantes en una obra civil, esto debido a la variedad de tipos que se generan y el volumen de los mismos. El mayor volumen está representado en los escombros y material estéril (tierra), residuos ordinarios, reciclables y residuos peligrosos. A continuación se desglosa tres tipos de residuos que fueron gestionados en la obra.

- **Escombros y material inerte:** Los residuos de construcción y demolición (RCD) y el material inerte, son dos de los residuos que más impacto negativo pueden causar al ambiente. La importancia de gestionar adecuadamente este tipo de residuos radica en que estos se producen en mucho volumen, lo que aumenta no solo los costos de su disposición final, sino también que contribuyen a saturar con más rapidez los botaderos o escombreras. La reutilización de este material es tal vez la opción más viable para abordar el correcto manejo de estos residuos. Cuando esta opción no es posible ya sea en la misma obra (arreglo de vías, llenos, etc.) o en otro lugar donde sea viable el reuso, entonces se deben disponer en las escombreras autorizadas. En el proyecto estudiado, con el fin de agilizar y disminuir los costos por transporte interno de escombros, se instaló un ducto exclusivamente para bajar este material.



Ducto de escombros por fachada

Fuente: (Rivera, 2015)

La implementación del ducto optimizó los rendimientos de transporte vertical para el manejo de los escombros por ser un edificio en altura con un importante nivel de residuos, como se evidenció en el gráfico 1 donde se observa el volumen de escombros en m<sup>3</sup> obtenidos durante los meses transcurridos entre febrero y agosto del año 2015, cuya variabilidad está determinada por la cantidad y tipo de actividades constructivas que se estaban desarrollando en cada periodo.

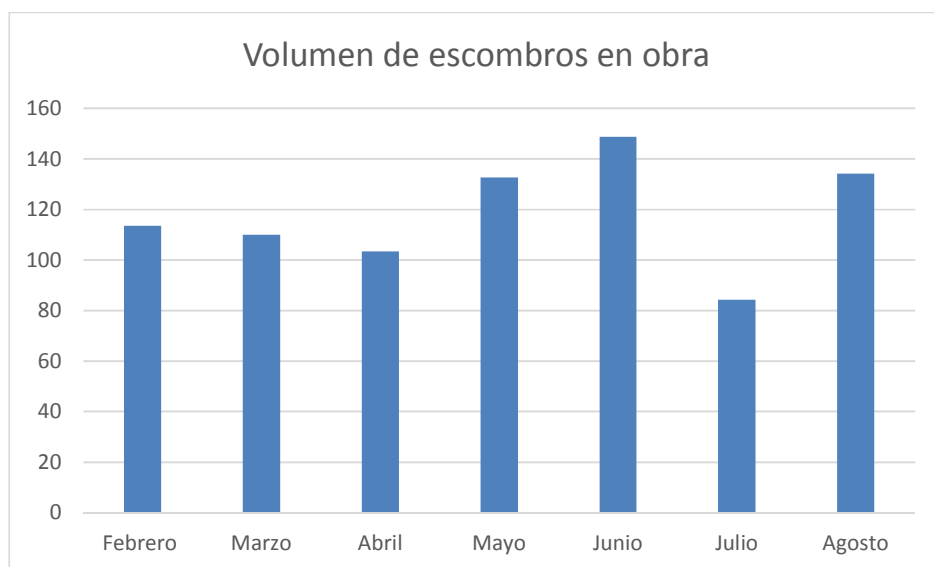


Gráfico 1: Volumen de escombros en el periodo febrero-agosto de 2015

Para el análisis de costos de este estudio, no se contempla el componente tierra porque hace parte del proceso constructivo por la actividad movimiento de tierra y al incluirlo distorsiona el valor final de la actividad cuidado ambiental.

- **Residuos reciclables:** Por definición, los residuos reciclables son aquellos que se pueden recuperar y reutilizar en otros procesos ya sea dentro de la obra o incorporándolos a la cadena productiva en procesos industriales. En el proyecto se recuperan para reciclaje los materiales cartón, PET por su sigla en inglés para el tereftalato de polietileno, chatarra y madera, los cuales requieren un manejo particular en obra porque no se pueden contaminar



por otros materiales como pantano, estuco y pintura o agua, entre otros, cuya presencia es muy frecuente en un proceso constructivo. A continuación se muestran las cantidades por kilogramos para el caso del cartón, PET y la chatarra, y en m<sup>3</sup> para el caso de la madera, producidas y separadas como material de reciclaje desde el mes de febrero hasta agosto del 2015.

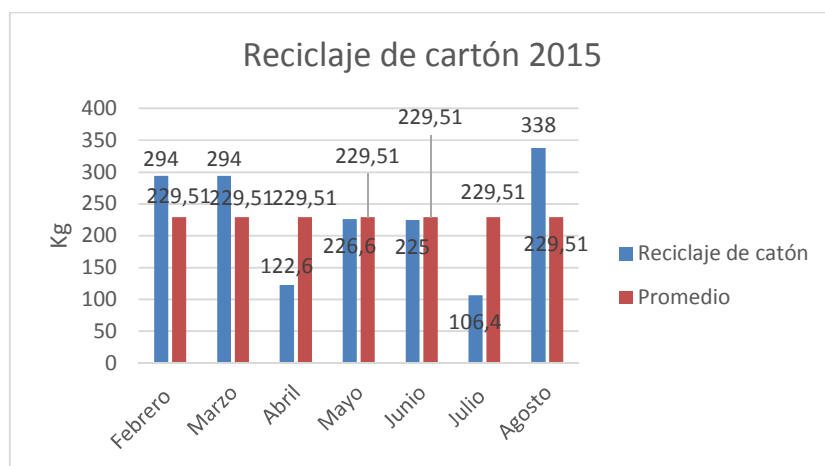


Gráfico 2: Producción de cartón en el periodo febrero-agosto de 2015

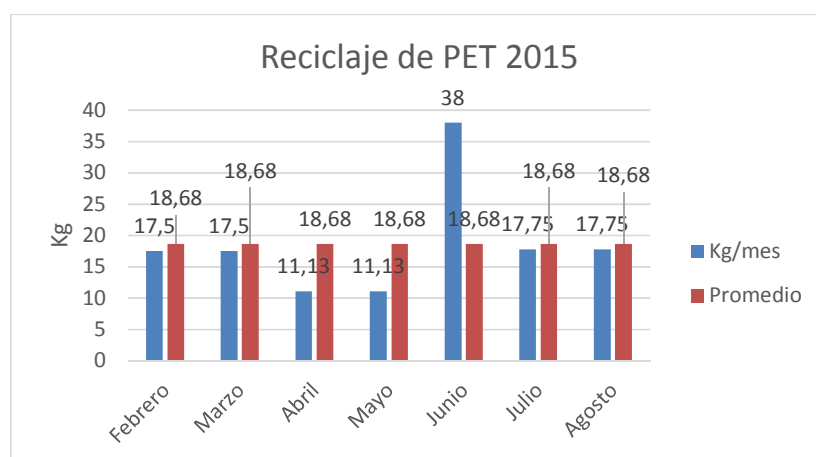


Gráfico 3: Producción de PET en el periodo febrero-agosto de 2015

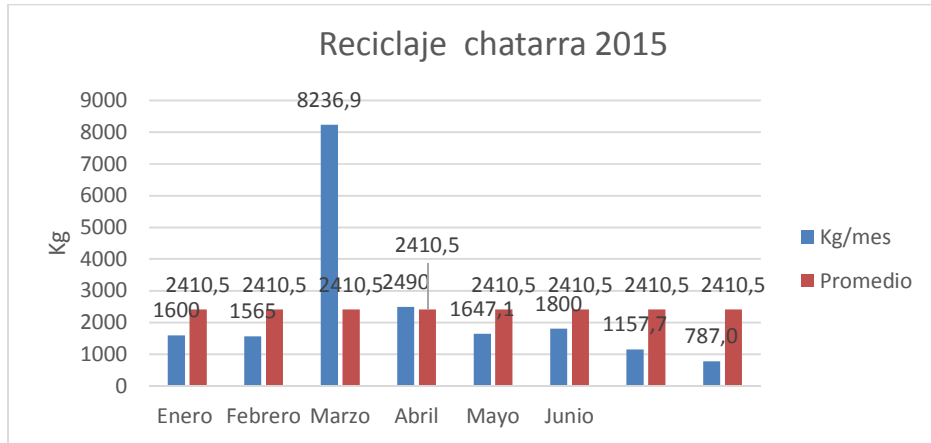


Gráfico 4: Producción de chatarra en el periodo enero-agosto de 2015

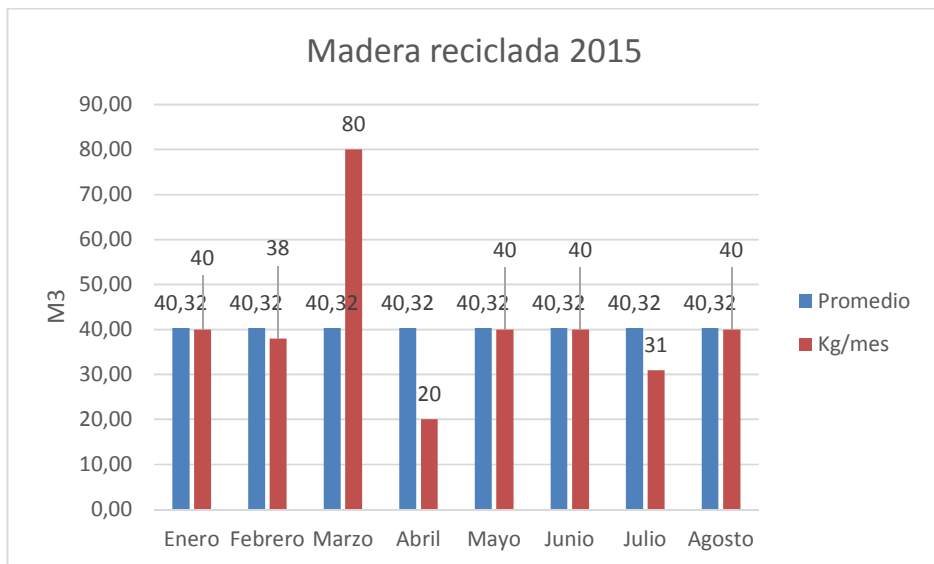


Gráfico 5: reciclaje de madera en el periodo enero-agosto de 2015

Fuente: (Rivera, 2015)

Estos datos recopilados fueron la base del análisis de costos.

#### **4. Presentación y análisis de resultados**

Durante el análisis de la actividad ambiental en el proceso constructivo al cual se le hizo seguimiento, se evidenciaron tres componentes o variables principales que se clasificaron así: Mano de obra ambiental, salidas del proceso y materiales de almacén, que después de analizarlos arrojaron los resultados expuestos a continuación.

##### **4.1. Variables de la actividad ambiental**

###### **4.1.1. Mano de obra ambiental**

Para el caso de la mano de obra ambiental se determinaron todas las tareas que intervienen en cada fase del proceso de cuidado ambiental en la obra. Posteriormente se le asignó a la actividad una cuadrilla de 4 personas, quienes fueron entrenados inicialmente en cuanto a los conceptos básicos de separación de residuos y cuidado ambiental, y nos ayudaron a establecer los rendimientos alcanzados en razón al tiempo versus la cantidad ejecutada de las tareas identificadas como parte de la actividad ambiental.

A continuación se presenta el cuadro resultado de la primera parte del análisis de mano de obra, donde se evidenció más de manera descriptiva las tareas componentes de la actividad, el grado de entrenamiento que requiere la persona que la ejecuta (cargo), cuantas personas ejecutan la tarea (H), y el tiempo empleado por cada persona para ejecutarla (hr día/H), con el fin de establecer el total de horas/ Hombre requerido para hacer la tarea. Finalmente se determina la frecuencia mensual con la que se debe realizar la tarea descrita lo que permitió establecer la forma como se emplea el tiempo en la actividad (Cuadro 1).

ACTIVIDAD	CARGO	H	Duración hr. Dia/ H	TOTAL hr.H	Frecuencia días actividad por mes
Revisión y análisis de datos, medición de indicadores	Ing. Ambiental	1	5	5	2
Control de actividades y medición de datos	g. Pract. Ambient	1	5	5	22
Mantenimiento de 4 cajas desarenadoras	Ay	2	5	10	10
Aseo de puntos ecológicos	Ay	1	2	2	22
Separación y retiro de residuos sólidos	Ent	2	3	6	22
Mantenimiento de cerramientos de árboles	Ent	2	2	4	2
Organización de acopios de reciclaje	Ent	2	2	4	10
Recolección de chatarra en la obra	Ay	2	3	6	22
Recolección de madera para reciclar	Ay	2	2	4	22
Despacho de reciclaje	Ent	1	3	3	2
Mantenimiento al sistema de control del silo	Ent	1	1,5	1,5	1
Llenado con agua a caneca del silo de cemento	Ay	1	0,5	0,5	22
Aseo a la ronda de la quebrada	Ay	2	2	4	15
Recolección, amarre y acopio de sacos de cemento	Ay	2	2	4	22
Recolección de residuos peligrosos.	Ay	2	2	4	15
Lavado de llantas a la salida de la obra. Promedio	Ay	1	5	5	15
Fertilización de árboles de la obra.	Ent	2	1	2	1
Riego con agua a la vía.	Ay	1	2	2	15
Separación de basuras en escombros.	Ay	2	1,5	3	22
Instalación y mantenimiento polisombra control de partículas en ambiente	Of	1	10	10	3
	Ay	3	10	30	3

Cuadro 1: Análisis de la forma como se emplea el tiempo

Al determinar la manera como se emplea el tiempo en la actividad, se pudo establecer el costo y el peso o incidencia que tenía cada una de las tareas de mano de obra en la actividad ambiental a través del valor por hora hombre de acuerdo al cargo y al total de horas hombre por mes requeridos para cada una. Detalle presentado en el cuadro 2 cuya información contiene la valoración de la forma como se emplea el tiempo.

ACTIVIDAD	TOTAL hr.H/MES	vr / hr con prestaciones	VR/DIA	VR./MES	% incidencia de MdeO	% incidencia de MdeO en total actividad
Revisión y análisis de datos, medición de indicadores	10	\$ 20.786	\$ 103.932	\$ 207.865	2,8%	1,4%
Control de actividades y medición de datos	110	\$ 7.032	\$ 35.160	\$ 773.523	10,6%	5,3%
Mantenimiento de 4 cajas desarenadoras	100	\$ 5.669	\$ 56.690	\$ 566.898	7,7%	3,9%
Aseo de puntos ecológicos	44	\$ 5.669	\$ 11.338	\$ 249.435	3,4%	1,7%
Separación y retiro de residuos sólidos	132	\$ 6.631	\$ 39.788	\$ 875.326	12,0%	6,0%
Mantenimiento de cerramientos de árboles	8	\$ 6.631	\$ 26.525	\$ 53.050	0,7%	0,4%
Organización de acopios de reciclaje	40	\$ 6.631	\$ 26.525	\$ 265.250	3,6%	1,8%
Recolección de chatarra en la obra	132	\$ 5.669	\$ 34.014	\$ 748.305	10,2%	5,2%
Recolección de madera para reciclar	88	\$ 5.669	\$ 22.676	\$ 498.870	6,8%	3,4%
Despacho de reciclaje	6	\$ 6.631	\$ 19.894	\$ 39.788	0,5%	0,3%
Mantenimiento al sistema de control del silo	2	\$ 6.631	\$ 9.947	\$ 9.947	0,1%	0,1%
Llenado con agua a caneca del silo de cemento	11	\$ 5.669	\$ 2.834	\$ 62.359	0,9%	0,4%
Aseo a la ronda de la quebrada	60	\$ 5.669	\$ 22.676	\$ 340.139	4,6%	2,3%
Recolección, amarre y acopio de sacos de cemento	88	\$ 5.669	\$ 22.676	\$ 498.870	6,8%	3,4%
Recolección de residuos peligrosos.	60	\$ 5.669	\$ 22.676	\$ 340.139	4,6%	2,3%
Lavado de llantas a la salida de la obra. Promedio	75	\$ 5.669	\$ 28.345	\$ 425.173	5,8%	2,9%
Fertilización de árboles de la obra.	2	\$ 6.631	\$ 13.263	\$ 13.263	0,2%	0,1%
Riego con agua a la vía.	30	\$ 5.669	\$ 11.338	\$ 170.069	2,3%	1,2%
Separación de basuras en escombros.	66	\$ 5.669	\$ 17.007	\$ 374.153	5,1%	2,6%
Instalación y mantenimiento polisombra control de partículas en ambiente	30	\$ 9.925	\$ 99.252	\$ 297.756	4,1%	2,1%
	90	\$ 5.669	\$ 170.069	\$ 510.208	7,0%	3,5%

Cuadro 2: Valoración de la forma como se emplea el tiempo

Con estos datos obtenidos se pudo determinar que para un proyecto con las características del objeto de estudio, se requiere el siguiente recurso de mano de obra por mes: Ingeniero ambiental en razón de 5 visitas de 2 horas al mes, auxiliar de ingeniería ambiental por medio tiempo, 2 ayudantes entendidos o 1 ayudante entendido tiempo completo y 1 oficial medio tiempo al mes, y finalmente 4 ayudantes rasos con entrenamiento en cuidado ambiental y manipulación de residuos de construcción, como se evidencia en el cuadro 3 de análisis personal requerido.

PERSONAL REQUERIDO	TOTAL hr/mes	# H/mes
Ayudantes	754	4
Ayudantes entendidos	322	1,6
Oficial	66	0,3
Aux. de ingeniería ambiental	110	0,5
Ingeniero ambiental	10	0,05
Tiempo legal laboral por semana en Colombia	48	hr/sem
sem/mes	4,3	sem/mes
<b>Total hr/mes</b>	<b>206,4</b>	<b>hr/mes</b>

H = hombre  
hr = hora

Cuadro 3: Análisis personal requerido

#### 4.1.2. Salidas del proceso

Las salidas del proceso como su nombre lo indica, se refieren a los excedentes identificados en la actividad los cuales, de acuerdo con su naturaleza, tienen un manejo específico que requiere control desde su clasificación hasta la disposición final. El cuadro 4 evidencia cómo se identificaron y midieron las salidas del proceso producto de la actividad constructiva que se analizó, donde se tuvo en cuenta el tipo de residuo con una unidad de medida para controlarlo y que a su vez implicó un valor por unidad de medida, que en algunas ocasiones es reconocido con valor a favor del ingreso percibido por los materiales para reciclaje.

Tipo de residuo	Unidad de medida	Valor unitario (pesos)	Cantidad total	TOTAL Febrero - Agosto	VR. PROMEDIO MENSUAL	% de incidencia de salidas del proceso	% de incidencia de salidas del proceso en total actividad
Escombros	m3	\$ 24.500,00	826,90	\$ 20.259.050	\$ 2.894.150	54,26%	19,96%
Madera	m3	\$ 26.900,00	289,00	\$ 6.940.200	\$ 1.156.700	21,69%	7,98%
Chatarra	Kg	\$ (250,00)	18.054,40	\$ (4.513.600)	\$ (644.800)	-12,09%	-4,45%
Cartón	Kg	\$ (80,00)	1.606,60	\$ (128.528)	\$ (18.361)	-0,34%	-0,13%
PET	Kg	\$ (30,00)	130,75	\$ (3.923)	\$ (560)	-0,01%	0,00%
RESPEL	Kg	\$ 2.170,00	235,50	\$ 511.035	\$ 73.005	1,37%	0,50%
Escombros reciclado	m3	\$ 24.500,00	89,46	\$ 2.191.684	\$ 313.098	5,87%	2,16%
Sacos de cemento	as de 50 sacos		19,00	\$ -	\$ -	0,00%	0,00%
Ducto de escombros	ml	\$ 224.034,67	30,00	\$ 6.721.040	\$ 960.149	18,00%	6,62%
Desratización	mes	\$ 600.000,00	7,00	\$ 4.200.000	\$ 600.000	11,25%	4,14%
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 31.976.959</b>	<b>\$ 5.333.380</b>	<b>100%</b>	<b>36,79%</b>

Cuadro 4: Análisis salidas del proceso

Los resultados evidencian que aunque hay reconocimiento a través del ingreso por compra de materiales de reciclaje, en proporción con respecto al volumen de escombros resultado de los procesos constructivos, estamos aún lejos de nivelar los costos ambientales con los ingresos por los residuos potencialmente aprovechables.

#### 4.1.3. Materiales de almacén

Los materiales de almacén corresponden al componente de insumos y materiales del análisis de precios unitarios que, de acuerdo a los resultados obtenidos, en la actividad ambiental no representa tanto peso como lo tiene la mano de obra. A continuación en el cuadro 5, se relaciona el listado de materiales resultado del requerimiento de actividad ambiental en el proyecto estudiado, donde la mayor influencia estuvo representada por el costo de la polisombra que protege en su totalidad el perímetro de la edificación, con el fin de controlar la contaminación por elementos en suspensión debido al polvo y otros finos resultantes de las actividades del proceso constructivo.

ARTÍCULO	UNIDAD	CANT.	VR. UN	TOTAL ALMACÉN	% incidencia de materiales	% incidencia de materiales en total actividad
Pala plástica antichispa	und	2	\$ 33.698,70	\$ 67.397,40	0,37%	0,05%
Detergente	kg	5	\$ 6.264,00	\$ 31.320,00	0,17%	0,02%
Bolsa roja riesgo químico	und	85	\$ 345,68	\$ 29.382,80	0,16%	0,02%
Trampa de grasas	und	1	\$ 219.700,00	\$ 219.700,00	1,19%	0,15%
Caneca metálica s/fondo 55 Gln	und	7	\$ 30.160,00	\$ 211.120,00	1,15%	0,15%
Bolsa plástica grande para basura	und	1307	\$ 930,84	\$ 1.216.607,75	6,60%	0,84%
Pintura verde primaveral T1 (Princolor)	gln	0,5	\$ 31.980,00	\$ 15.990,00	0,09%	0,01%
Contact transparente	ril	1	\$ 41.760,00	\$ 41.760,00	0,23%	0,03%
Caneca metálica 55 Gln	und	2	\$ 24.360,00	\$ 48.720,00	0,26%	0,03%
Clavo común 2"	lb	4	\$ 1.560,40	\$ 6.241,59	0,03%	0,00%
Disolvente 121-135	gln	0,5	\$ 16.800,00	\$ 8.400,00	0,05%	0,01%
Esmalte doméstico	gln	2	\$ 24.634,99	\$ 49.269,98	0,27%	0,03%
Pintura anticorrosiva roja	gln	0,5	\$ 19.760,00	\$ 9.880,00	0,05%	0,01%
Taco redondo Mc 3"X280	und	45	\$ 2.800,00	\$ 126.000,00	0,68%	0,09%
Cemento gris T-III granel	kg	150	\$ 487,34	\$ 73.101,00	0,40%	0,05%
Cemento Gris x Saco 50 kg	kg	200	\$ 451,07	\$ 90.214,36	0,49%	0,06%
Triturado 3/4" x 1600 (P)	kg	399	\$ 35,63	\$ 14.215,01	0,08%	0,01%
Arena concreto x 1510 (P)	kg	880	\$ 31,20	\$ 27.454,94	0,15%	0,02%
Geotextil no tejido 1600	m <sup>2</sup>	210	\$ 1.816,56	\$ 381.477,60	2,07%	0,26%
Polisombra	m2	1713,6	\$ 9.200,00	\$ 15.765.120,00	85,52%	10,87%
Proyección para proyecto completo				\$ 18.433.372,44	100,00%	12,72%

Cuadro 5: Análisis materiales de almacén

#### 4.2. Valor total de la actividad ambiental

A partir de las variables que se establecieron como determinantes del objeto de costo “actividad medioambiental en un proceso constructivo” y los resultados de costos obtenidos de cada una, a manera de un APU (Análisis de Precio Unitario), se suman los resultados de cada variable para encontrar el costo de gestión ambiental en el proyecto estudiado.

Este dato obtenido es fundamental para establecer la incidencia que tienen los costos ambientales sobre el presupuesto de construcción fijado a partir de los costos directos (CD), más los gastos generales (GG) del edificio, para así determinar el indicador objeto de este estudio, como se presenta en el cuadro 6.



VARIABLE	VR. PROMEDIO MES	MESES	VR / VARIABLE	% de incidencia
Mano de obra ambiental	\$ 7.320.384	10	\$ 73.203.837	50,50%
Salidas del proceso	\$ 5.333.380	10	\$ 53.333.798	36,79%
Almacén	\$ 1.843.337	10	\$ 18.433.372	12,72%
<b>TOTAL PROYECCIÓN ACTIVIDAD AMBIENTAL</b>	<b>\$ 14.497.101</b>		<b>\$ 144.971.007</b>	<b>100,00%</b>
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	
COSTO DIRECTO + GG FINAL ESPERADO OBRA sin (I+R)		\$ 4.797.075.454	PESOS	
TIEMPO ESTIMADO PARA EJECUCIÓN DE PPTO		12	MESES	
ÁREA CONSTRUCCIÓN TORRE 4		4.951,28	M2	
<b>INDICADORES</b>		<b>RESULTADO</b>		
<b>ACTIV. MEDIO AMBIENTAL / CD + GG (1)</b>		<b>3,02%</b>		
VR. ACTIVIDAD MEDIO AMBIENTAL/M2		\$ 29.279,50		

1 Cuadro 6: Costo actividad medioambiental e incidencia en el presupuesto de construcción.

Los resultados obtenidos enuncian un 3.02% de incidencia de la actividad ambiental sobre los costos de construcción establecidos a partir de la sumatoria de los costos directos y los gastos generales del presupuesto de construcción. Adicionalmente se pueden ver otros datos de referencia importantes para la estimación de costos y el control de presupuesto en obra, como son el valor por m2 de la actividad ambiental que para las características de este proyecto se definió en \$29.280/m2 y el establecimiento de una incidencia de la mano de obra en el total de la actividad de un 50.5% insinuando la necesidad de una cuidadosa atención a esta variable para controlar los costos de la actividad.

1 CD + GG = COSTO CONSTRUCCIÓN. En la industria de la construcción es común determinar el costo de construcción como la sumatoria de los costos directos, es decir la mano de obra, materiales, equipos y herramienta de todas la actividades que hacen parte del proceso constructivo, las cuales son medibles e identificables físicamente, ej: estructura, mampostería, pintura, etc. y los gastos generales los cuales comprenden los costos que son difícilmente imputables a una actividad específica, pero son necesarias para desarrollar el proceso constructivo, ej.: personal profesional, servicios públicos, etc.

### 4.3. Clasificación de costos de acuerdo a su relación con el medioambiente

En razón del concepto de Hansen y Mowen (2009) citado por (Uribe Marín, 2011), “Los costos de prevención ambiental son los costos de actividades llevadas a cabo para prevenir la producción de contaminantes o residuos que pudieran ocasionar daños al ambiente; los costos de detección ambiental son aquellos costos de las actividades que se han ejecutado para determinar si los productos, los procesos y otras actividades dentro de la empresa están en cumplimiento con los estándares ambientales apropiados; los de fallas ambientales internas son los costos de las actividades desempeñadas como resultado del hecho de que se hayan producido contaminantes y residuos pero no se hayan descargado al ambiente, y los de fallas ambientales externas después de descargar los contaminantes y los residuos hacia el ambiente.”

De acuerdo con esta definición se analizan los datos presentados a continuación en el cuadro 7.

VARIABLE	RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE		
	COSTOS		
	PREVENCIÓN	DETECCIÓN	FALLAS
Mano de obra ambiental	35,75%	6,77%	7,98%
Salidas del proceso	12,92%	0,00%	23,87%
Almacén	12,64%	0,05%	0,02%
<b>TOTAL PROYECCIÓN ACTIVIDAD AMBIENTAL</b>	<b>61,31%</b>	<b>6,82%</b>	<b>31,87%</b>

Cuadro 7: Costos de acuerdo a su relación con el medioambiente

Como resultado del análisis desarrollado en el proyecto de construcción se obtuvo que el mayor porcentaje de los costos con relación al medioambiente estuvieron asociados a las tareas de prevención, en razón de un 61.31% y el mayor esfuerzo está cargado en la mano de obra que interviene en el proceso con un 35.75% del costo.

#### 4.4. Clasificación de costos de acuerdo con el grado de control que tenga quien lo gestiona

Conocer el grado de control de un costo o gasto es muy importante para determinar parcialmente el nivel de riesgo que representa en cuanto a la variabilidad de una actividad. Esta clasificación presenta tres subdivisiones basadas en el alto, mediano o bajo grado de control e influencia que tiene la persona que toma las decisiones sobre la magnitud del costo en el corto, mediano y largo plazo (Uribe Marín, 2011).

El cuadro 8 presenta los resultados obtenidos de la evaluación elaborada a partir del análisis del control que pueden ejercer los directivos del proyecto sobre las tareas establecidas como componentes de la actividad, a partir del cual se encontró que el 75.06% de la misma es de mediano control y el mayor peso se establece en la mano de obra con un 36.83%, dato al cual se le encuentra coherencia con la información anteriormente expuesta, debido a que es la variable que más incidencia tiene en el costo total y de su rendimiento depende la eficiencia con la cual se desarrolle la tarea.

VARIABLE	GRADO DE CONTROL DE QUIEN LOS GESTIONA		
	CONTROL		
	ALTO	MEDIANO	NO CONTROL
Mano de obra ambiental	9,56%	36,83%	4,11%
Salidas del proceso	10,76%	26,03%	0,00%
Almacén	0,49%	12,20%	0,02%
<b>TOTAL PROYECCIÓN ACTIVIDAD AMBIENTAL</b>	<b>20,81%</b>	<b>75,06%</b>	<b>4,13%</b>

Cuadro 8: Costos de acuerdo al grado de control de quien los gestiona

Por esta razón es importante establecer medidas para mejorar el control de las tareas con mayor incidencia en el costo total, que según los resultados expuestos en el cuadro 9, encabezan la lista la separación de residuos, la instalación y mantenimiento de la

polisombra, el control y medición de tareas ambientales, y la recolección de chatarra en obra. Es importante el seguimiento de estas tareas debido a que del control que se ejerza en ellas dependerá el mejor desempeño a nivel de costos de la actividad.

ACTIVIDAD	% de incidencia del grado de control de las variables/ total de la actividad
Separación y retiro de residuos sólidos	6,04%
Instalación y mantenimiento polisombra control de partículas en ambiente	5,57%
Control de actividades y medición de datos	5,34%
Recolección de chatarra en la obra	5,16%
Mantenimiento de 4 cajas desarenadoras	3,91%
Recolección de madera para reciclar	3,44%
Recolección, amarre y acopio de sacos de cemento de ARGOS.	3,44%
Lavado de llantas a la salida de la obra. Promedio	2,93%
Separación de basuras en escombros.	2,58%
Aseo a la ronda de la quebrada	2,35%
Recolección de residuos peligrosos.	2,35%
Organización de acopios de reciclaje	1,83%
Aseo de puntos ecológicos	1,72%
Revisión y análisis de datos, medición de indicadores	1,43%
Riego con agua a la vía.	1,17%
Llenado con agua a caneca del silo de cemento	0,43%
Mantenimiento de cerramientos de árboles	0,37%
Despacho de reciclaje	0,27%
Fertilización de árboles de la obra.	0,09%
Mantenimiento al sistema de control del silo	0,07%

Cuadro 9: % de incidencia de las tareas sobre el costo total de acuerdo a su grado de control

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

A través de los datos obtenidos se pudo concluir la siguiente información:

1. De acuerdo con los datos obtenidos en el proyecto de estudio, el impacto que tiene la nueva legislación medioambiental en un proceso constructivo, corresponde al 3.02% de los costos directos y gastos generales de su presupuesto de construcción.

2. La mano de obra ambiental es la variable con más peso en la actividad ambiental, lo cual representa un 50.50% del valor de la actividad y de las actividades en las cuales se discrimina la variable de mano de obra. Por esta razón es importante estar atentos y establecer métodos de control para vigilar su comportamiento de costos.

3. La separación y retiro de residuos sólidos que es un costo de prevención medioambiental, representa un 12% del costo de la mano de obra y un 6% del total de la actividad. Este es un peso muy relevante que sugiere atender el desempeño y rendimiento de esta variable puesto que se considera de control medio.

4. Las salidas del proceso que representan un 36.79% del total de la actividad medioambiental, están representadas en un 54.26% por la disposición final de escombros, lo cual significa que una apropiada gestión de escombros en cuanto al volumen de producción, gestión de procesos constructivos y a la reutilización de los mismos es muy efectivo en la reducción del valor final de la actividad total.

5. El material para manejo ambiental representa un 12.72% de la actividad ambiental y la polisombra de protección perimetral en fachada abierta es la mayor inversión representando un 85.52% del costo de materiales para la actividad; aunque del monto total este ítem representa un 10.87%, es importante atender con cuidado su manejo en obra pues tiene un grado de control mediano.

6. El 61.31% de los costos asignados a la actividad medioambiental están encaminados a la prevención de la afectación medioambiental, lo cual evidencia el proceso de concientización del sector hacia el cuidado ambiental.

7. De acuerdo al análisis de los costos totales de la actividad medioambiental, se visualiza que el grado de gestión de quien los gestiona tiene un grado de control mediano en un 75.06%, por esta razón es importante hacer seguimiento permanente sobre todo al alcance y rendimiento de la mano de obra, puesto que representa el mayor peso de este porcentaje.

8. Es importante gestionar la separación de los residuos sólidos desde la fuente, con el fin de reducir costos y hacer más efectivo el reúso de los materiales.

## 6. Glosario palabras clave

**Medio ambiente:** “Es el análisis de la relación entre ecosistema y cultura. En general, es el entorno en el cual opera una organización, que incluye el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos, y su interrelación. En este contexto, el medio ambiente se extiende desde el interior de una organización hasta el sistema global” (Banco de la Republica, sf).

**Gestión ambiental:** “La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio” (Red de desarrollo sostenible de Colombia, sf).

**Sostenibilidad:** “Atender a las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social” (EcoInteligencia, 2013).

**Desarrollo sostenible:** Definido en el Informe Brundtland de la ONU como “ aquellos caminos de progreso social, económico y político que satisfacen las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (EcoInteligencia, 2013).

**Legislación medio ambiental:** “La legislación ambiental o derecho ambiental es un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, reglamentos, y el derecho común que, de manera muy amplia, funcionan para regular la interacción de la humanidad y el resto de los componentes biofísicos o el medio ambiente natural, hacia el fin de reducir los impactos de la actividad humana, tanto en el medio natural y en la humanidad misma” (Un blog verde, sf).

**Objeto de Costo:** Horngren (2008) citado por (Uribe Marín, 2011) afirma que un objeto de costos es “todo aquello a lo que se le desee hacer una medición de los costos [...] Es decir, se refiere a un producto, un servicio, un cliente, una persona, una actividad, un proceso o incluso un proyecto” (Uribe Marín, 2011).

**Recurso:** “Los recursos son aquellos elementos que pueden ser utilizados por el hombre para realizar una actividad o como medio para lograr un objetivo” (Zona Económica, sf).

**Proceso constructivo:** “Conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, sea esta de sostén (estructura), de definición y protección de espacios habitables (cerramientos), de obtención de confort (acondicionamiento) o de expresión de imagen y aspecto (decoración). Es decir, el sistema como conjunto articulado, más que el sistema como método. En este sentido, cabe recordar que los sistemas suelen estar constituidos por unidades, éstas por elementos, y estos, a su vez, se construyen a partir de unos determinados materiales. Y por supuesto requieren de un diseño” (SENA, 2014).



## 7. Referencias

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (s.f.). *El Convenio de Basilea Reseña...* Recuperado el 27 de septiembre de 2015, de [http://archive.basel.int/convention/bc\\_glance-s.pdf](http://archive.basel.int/convention/bc_glance-s.pdf)
- Andrea. (s.f.). *Monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/clasificacion-costos/clasificacion-costos.shtml>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2014). Memorias ciclo de capacitación básico. *ACUERDO DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL*. Medellín.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Empresas Públicas de Medellín. (2009). *Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras en Construcción*. Medellín: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Banco de la República. (sf). *Biblioteca Virtual*. Recuperado el 14 de 09 de 2014, de Biblioteca Luis Ángel Arango: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo2.htm>
- CAMACOL. (Marzo de 2014). *¿QUÉ NOS INDICAN LAS BRECHAS DEL MERCADO EDIFICADOR PARA EL 2014?* Obtenido de [http://camacol.co/sites/default/files/secciones\\_internas/Informe%20Econ%C3%B3mico%20Marzo%202014%20-%20No%20%2056.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/Informe%20Econ%C3%B3mico%20Marzo%202014%20-%20No%20%2056.pdf)
- EcoInteligencia. (15 de 02 de 2013). *Las 10 definiciones ecointeligentes que debes conocer*. Recuperado el 14 de 09 de 2014, de <http://www.ecointeligencia.com/2013/02/10-definiciones-sostenibilidad/>
- Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2007). Costos ambientales: medición y control. En *Administración de costos, contabilidad y control* (págs. 695-733). México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
- Isaza, A. A. (07 de 10 de 2014). Arquitecto Area Técnica C.A.S.A. (A. M. Upegui García, Entrevistador)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia. (Mayo de 2007). *Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos Bases Conceptuales*. Recuperado el septiembre de 2015, de Dirección de desarrollo sectorial sostenible: [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_respel\\_bases\\_conceptuales.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente. (14 de diciembre de 1994). Recuperado el 09 de 09 de 2015, de [http://www2.igac.gov.co/igac\\_web/normograma\\_files/RESOLUCION5411994.pdf](http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/RESOLUCION5411994.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2001). *Criterios para orientar la planeación y gestión ambiental municipal*. Bogotá: Panamericana formas e impresos S.A.
- Muschett, F. D. (1998). *Principios del desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (s.f.). *UNISDR*. Recuperado el 07 de 09 de 2015, de

[http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion\\_de\\_riesgo\\_de\\_amenaza/8\\_gestion\\_de\\_riesgo.pdf](http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf)  
One Touch EMB Construcción. (Septiembre 27 de 2014). *Construcción en 2014 un escenario de crecimiento moderado*. Obtenido de <http://www.emb.d/construccion/articulo.mvc?xid=2847&edi=138&xit=construccion-en-2014-un-escenario-de-crecimiento-moderado>  
Red de desarrollo sostenible de Colombia. (sf). Recuperado el 14 de 09 de 2014, de <http://www.rds.org.co/gestion/>  
Rivera, J. A. (2015). *Informes de Gestión Ambiental Obra Viña del Mar*. La Estrella.  
Salinas, A. (s.f.). *Foro de contabilidad - Los Costos*. Obtenido de <http://www.loscostos.info/definicion.html>  
SENA. (Septiembre de 2014). *Todo sobre Arquitectura*. Obtenido de <http://blogdearquitectura-juli.blogspot.com.co/p/sistemaconstructivo-tradicional-podemos.html>  
Un blog verde. (sf). *¿Qué es la Legislación Ambiental?* Recuperado el 14 de 09 de 2014, de <http://www.dforceblog.com/2010/07/12/que-es-la-legislacion-ambiental/>  
Unidad de Planeación Minero Energética UPME . (s.f.). *Normatividad Ambiental y Sanitaria*. Recuperado el 12 de agosto de 2015, de [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1\\_\\_NORMATIVIDAD\\_GENERAL](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1__NORMATIVIDAD_GENERAL)  
Universidad de la Coruña. (sf). *Construcción y Arquitectura industrial: Conceptos básicos*.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. (2010). *Las formas o sistemas constructivos*. Obtenido de [www.ulpgc.es](http://www.ulpgc.es)  
Uribe Marín, R. (2011). *Costos para la toma de decisiones*. Bogotá: Mc Graw Hill Educación.  
Velásquez, F. A. (s.f). *Legislación básica ambiental*. Recuperado el 10 de agosto de 2014, de Colombia Aprende. La red del conocimiento: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-178898\\_archivo.doc](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-178898_archivo.doc)  
Zona Económica. (sf). Recuperado el 14 de 09 de 2014, de <http://www.zonaeconomica.com/definicion/recursos%20>