

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN AMBIENTAL EN LOS PROCESOS DE
PRODUCCION DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE LA EMPRESA
CONSTRUCTORA EL CASTILLO**

LEYDY CARINA ORTIZ ALVARADO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2016**

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN AMBIENTAL EN LOS PROCESOS DE
PRODUCCION DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE LA EMPRESA
CONSTRUCTORA EL CASTILLO**

LEYDY CARINA ORTIZ ALVARADO

TRABAJO DE GRADO

Directora: Inés Restrepo Tarquino, PhD

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2016**

Nota de aceptación:

**Inés Restrepo Tarquino
MSc. PhD. Ing. Sanitaria
UNIVERSIDAD DEL VALLE
Directora**

**Evaluador Ing.
UNIVERSIDAD DEL VALLE
Jurado**

Santiago de Cali, Enero de 2016

DEDICATORIA

A Dios por todas las cosas maravillosas que me ha regalado.

A mis padres María Alvarado y Jairo Ortiz, por ser siempre mi compañía y brindarme su apoyo incondicional, Así como a mis hermanos y sobrina, por quienes agradezco a la vida.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa su agradecimiento a:

Inés Restrepo Tarquino, Directora de trabajo de grado, por su voluntad para ser una buena guía durante la elaboración del proyecto.

Sandra Vásquez, ingeniera Civil, Directora de Construcciones de La Constructora El Castillo, por su colaboración y por hacer posible la realización de este proyecto.

Mauricio Quintana, Jefe de seguridad industrial de Constructora El Castillo, por su constante acompañamiento y asesoría para desarrollar este proyecto dentro de la empresa.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	9
RESUMEN.....	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. ANTECEDENTES	13
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. MARCO CONCEPTUAL	16
5.1 Ambiente	16
5.2 Gestión Ambiental	16
5.3 Objetivos Ambientales	16
5.4 Metas Ambientales	16
5.5 Matriz de Leopold	18
5.6 Árbol de problemas.....	18
5.7 Control Operacional.....	18
6. OBJETIVOS	20
6.1 General.....	20
6.2 Específicos	20
7. METODOLOGÍA	21
7.1 Análisis inicial	21
7.1.1 Inspección inicial del lugar de estudio y definición del alcance	21
7.1.2 Análisis de involucrados	21
7.2 Identificación de los procesos y sus impactos ambientales	21
7.2.1 Identificación de los procesos.....	21
7.2.2 Identificación y valoración de impactos ambientales	22
7.3 Revisión y verificación de normatividad aplicable para la empresa.....	22
7.4 Construcción del programa de gestión ambiental para el dpto. Técnico	22

8. SITIO DE ESTUDIO	23
8.1 Contextualización	23
8.2 Definición del alcance del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
9. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA	
25	
9.1 Análisis de involucrados dentro de la empresa	25
10. ANÁLISIS DE PROCESOS.....	30
10.1 Proceso Administrativo	30
10.2 Proceso constructivo	31
10.3 Flujo de materiales	35
11. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES DE LA	
EMPRESA	36
11.1 Identificación de aspectos ambientales e impactos	36
11.2 Valoración de Impactos: Matriz de Leopold	36
11.3 Análisis de la Matriz de Leopold	42
12. ANALISIS DE LEGISLACION APLICABLE A LA EMPRESA	44
13. POSIBLES SOLUCIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
13.1 PLAN DE EDUCACION AMBIENTAL:.....	50
13.2 PLAN DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS:	51
14. PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL DEPARTAMENTO	
TÉCNICO	54
15. RECOMENDACIONES	62
16. CONCLUSIONES	63
17. BIBLIOGRAFÍA.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Involucrados	25
Tabla 2. Matriz de Leopold: Valoración de impactos ambientales	37
Tabla 3. Requisitos legales que debe cumplir la constructora El Castillo	45
Tabla 4. Programa de Gestión Ambiental para el departamento Técnico de la constructora El Castillo	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Constructora y ciudad campestre El Castillo	23
Figura 2. Organigrama de Constructora El Castillo S.A.	24
Figura 3. Fotografías de las oficinas: proceso Administrativo	31
Figura 4. Fotografías de las etapas del proceso constructivo – Numeración de acuerdo a la descripción	34
Figura 5. Flujo de materiales en el proceso administrativo.....	35
Figura 6. Flujo de materiales proceso constructivo	35
Figura 7. Estructura del plan de educación ambiental para el Dpto. Técnico – Constructora El Castillo	50
Figura 8. Estructura del plan de gestión ambiental para el Dpto. Técnico – Constructora El Castillo	51
Figura 9. Sección de corte de ladrillo, campamento de construcción – Constructora El Castillo	52
Figura 10. Sistema de reutilización de agua en el corte de ladrillo.....	53

GLOSARIO

Aspecto Ambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (ICONTEC, 2004)

Arquitectura Bioclimática: diseña los edificios teniendo en cuenta las condiciones propias de la zona y aprovecha los recursos naturales disponibles, como son el sol, la lluvia, el viento, la vegetación, etc. Con objeto de minimizar el impacto ambiental y el consumo energético (Barón, 2010).

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible: Es una red de personas, empresas y entidades que promueve la transformación de la industria de la construcción para lograr un entorno responsable con el ambiente y el bienestar de los colombianos (CCCS, s.f).

Gases de Efecto Invernadero (GEI): son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y remiten radiación infrarroja (Sánchez, 2008).

Impacto Ambiental: cualquier cambio en el ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ICONTEC, 2004).

Producción más limpia: Este concepto fue creado en 1989 por el PNUMA, ante la necesidad de diseñar el enfoque más general e integrado. Este considera que la producción más limpia constituye la continua aplicación de una estrategia ambiental integrada y preventiva a los procesos y productos con el objeto de reducir los riesgos para la salud humana y el ambiente (Fúquene, 2007).

Punto ecológico: consiste en una zona especial claramente demarcada y señalizada, compuesta por 4 recipientes cuyo tamaño serán de libre determinación acorde al tipo de establecimiento, número de usuarios que los frecuentan, cantidad de visitantes y por supuesto cantidad de residuos sólidos generados en su interior, producto de su actividad y razón social. Cada uno de los recipientes deberá estar plenamente identificado, según el código de colores definido por el ICONTEC en su Norma Técnica Colombiana GTC-24 (Proyecto de acuerdo No. 071 de 2010).

RESUMEN

La empresa familiar Constructora El Castillo S.A. fue creada en el año 2004, desarrolla la totalidad de sus proyectos en los terrenos de la Antigua Hacienda El Castillo, ubicada entre los Municipios de Jamundí y Cali. Desde el momento de su consolidación, la empresa El Castillo S.A. ha querido afianzarse como una empresa comprometida con la protección del ambiente, por ello este proyecto se desarrolla como el primer paso al forjamiento del sistema de gestión ambiental de la constructora.

Este proyecto analizo mediante herramientas cualitativas los procesos que se llevan a cabo en el El Dpto. Técnico de la constructora El Castillo, éste aunque realizó actividades para la protección del ambiente, ninguna fue documentada.

Para este proyecto se planteó una metodología basada en los lineamientos de la NTC ISO 14001, que permitió identificar los aspectos ambientales que puede mejorar y hacer un avance en la planeación del sistema de gestión ambiental en el Departamento Técnico de la constructora. Esta metodología se desarrolló en 4 etapas, 1. Revisión Inicial: se analizó el desempeño del Dpto. Técnico en materia de gestión ambiental, 2. Identificación de los Procesos y sus Impactos Ambientales: se describió cada proceso e identificaron y valoraron los aspectos e impactos ambientales 3. Análisis de legislación aplicable a la empresa: se hizo una revisión de la legislación ambiental y se detectaron las principales debilidades en esta área. 4. Construcción del programa de gestión ambiental para el Dpto. Técnico: se establecieron objetivos, metas e indicadores ambientales, que orientaran la gestión ambiental en el Dpto. Técnico.

En el análisis de procesos se identificaron impactos tales como: Contaminación atmosférica por la quema de combustible fósil, alteración del suelo, consumo de energía, generación de aguas residuales y residuos sólidos. Estos se analizaron a través de herramientas cualitativas, debido a que la empresa no cuenta en el momento de realizar este proyecto con el presupuesto para cuantificar los diferentes impactos identificados. Del análisis cualitativo de los procesos se encontró que el proceso que genera un mayor impacto es el constructivo, el cual está asociado principalmente a la gran generación de residuos sólidos. Ante esto se propone que el Dpto. Técnico de la constructora tenga como meta la creación de un plan de educación ambiental y un plan de gestión integral de los residuos sólidos, y de esta manera pueda mitigar su mayor impacto.

Palabras Claves: ambiente, aspecto ambiental, impacto ambiental, proceso constructivo, plan de gestión de residuos sólidos, educación ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación social por el deterioro del ambiente, y exigencias legales y reglamentarias en dicha materia, están generando una creciente concienciación de las empresas respecto a la problemática ambiental ocasionada en la ejecución de sus actividades (Millan *et al.*, 2009). El ambiente constituye un nuevo factor estratégico que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar acciones empresariales y como tal debe ser integrado en la gestión de la empresa (Pousa, 2006). La construcción impacta notoriamente el ambiente alterando la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables principalmente el suelo, el agua y el aire (Hernández, 2004). Sin embargo, muchas compañías constructoras no tienen dentro de sus objetivos un diseño ecológico ni la manera de organizar sus materiales, funciones y procesos, en procura de mantener un ambiente sostenible (Mera y Piñeros, 2012).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MVDS), teniendo en cuenta los desafíos ambientales y urbanos del país, adoptó en el año 2008 la Política de Gestión Ambiental Urbana y estableció, como uno de sus objetivos de gestión, contribuir al mejoramiento de la calidad del hábitat urbano, con una meta específica enfocada a la definición y establecimiento de principios y lineamientos ambientales para el diseño y la construcción de vivienda (MVDT, 2012). En el marco de estas políticas, el Valle del Cauca tiene como meta superar el déficit de vivienda y consolidar el potencial del Departamento como líder en construcciones con tecnologías de punta, sostenibles y amigables con el ambiente (Gobernación del Valle, 2011).

La empresa constructora EL CASTILLO S.A. consciente de los beneficios que trae consigo la estructuración de la gestión ambiental dentro de la empresa y en el cumplimiento de sus políticas gerenciales, se ha propuesto iniciar un proceso para mejorar su desempeño ambiental. En esta investigación se evaluaron los impactos ambientales de los procesos de producción del Dpto. Técnico de la constructora El Castillo siguiendo las recomendaciones de algunas normas de la familia ISO 14000; posterior a esta evaluación, siguiendo el objetivo principal, se hicieron recomendaciones para la optimización de estos procesos. Se planteó una metodología dividida en 3 niveles que consistieron en: un análisis inicial sobre la gestión de la empresa, posterior a éste, se identificaron las limitaciones ambientales en cada uno de los procesos llevados a cabo por la empresa y en el tercer nivel se plantearon los objetivos y la metas ambientales e indicadores que permiten su medición.

2. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo económico ha causado impactos negativos en el ambiente, evidencia de ello es el deterioro de los recursos naturales y ecosistemas. Como consecuencia se presenta la contaminación y disminución del caudal de importantes ríos, el calentamiento global y la pérdida de especies animales y vegetales, entre otras. Por este motivo, la temática ambiental pasó a formar parte importante dentro de las agendas económicas, políticas y ciudadanas a nivel mundial.

El panorama ambiental en Colombia presenta al parecer síntomas de insostenibilidad, reflejado en el deterioro y agotamiento de los recursos naturales, comprometiendo el progreso y el desarrollo de muchas regiones y localidades del país con altos potenciales de desarrollo en diferentes sectores (Mera y Piñeros, 2012). Según la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), los procesos constructivos involucrados en la fabricación, procesamiento de insumos, el desarrollo de la industria de la edificación, hacen del sector uno de los de mayor importancia en la economía nacional; es una fuerza dinámica que mueve el desarrollo social y requiere de especial atención dado a su alto impacto en el hábitat. El desarrollo de sus actividades implica un consumo significativo de materias primas y la generación grandes volúmenes de residuos que tienen una fuerte incidencia en el ámbito ambiental, económico y social (MVDT, 2012).

La empresa Constructora EL CASTILLO S.A. es una empresa familiar dedicada a la planificación, diseño, construcción y comercialización construcción y venta de viviendas (bienes inmuebles), ubicadas en la antigua Hacienda El Castillo entre los municipios de Jamundí y Cali. Al ser una empresa relativamente nueva, se encuentra desarrollando la etapa inicial de su gestión ambiental empresarial, por lo que no cuenta con el análisis e identificación de las diferentes repercusiones causadas a su entorno natural como resultado de sus procesos de producción. Cibiéndose a su compromiso y responsabilidad con la protección del ambiente, permite la realización de este trabajo de grado, en donde se identificaron y analizaron aspectos e impactos ambientales en su Dpto. Técnico, para posteriormente plantear estrategias que al implementarlas, podrían permitir optimizar el desempeño ambiental de sus diferentes procesos, seguir cumpliendo con la normatividad ambiental e ir construyendo la imagen de una empresa amigable con el ambiente.

3. ANTECEDENTES

El deterioro ambiental provocado por la industria no es una preocupación reciente, desde finales del siglo XX se viene desarrollando un proceso progresivo en las prácticas para abordar las problemáticas ambientales asociadas a los agentes contaminantes de la industrialización, a causa del consumo de grandes cantidades de energía y recursos naturales, esto trajo como consecuencia grandes eventos que convocaron a los diferentes sectores económicos en torno a la problemática ambiental, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, a sí mismo la Conferencia sobre cambios en la atmósfera en Toronto en 1988, la creación del panel Intergubernamental sobre el cambio climático, la cumbre de la tierra en Río de Janeiro en 1992, la creación de la secretaria de la convención sobre el cambio climático, la aprobación del protocolo de Kioto en 1997, entre otros, que permitieron la creación de tratados, acuerdos y leyes internacionales en pro del ambiente y de la sostenibilidad de los procesos productivos (Acevedo *et al.*, 2012).

En Colombia, mediante la Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se reordena el sector público ambiental, se acogieron los principios fundamentales de la Conferencia de Río, al establecer en su Artículo 1 que el proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales del desarrollo sostenible. Así mismo, el Consejo Nacional Ambiental adoptó la Política Nacional de Producción más Limpia (1997) la cual fue actualizada en el 2010 denominada Política de Producción y Consumo Sostenible, con el objetivo fundamental de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos con un enfoque de prevención y minimización de los impactos y riesgos ambientales (DAMA, 2003). En torno a estos preceptos se han generado iniciativas como la hecha por la Alcaldía Mayor de Bogotá en el 2001, en cabeza del DAMA, en la cual se estableció “la Agenda de trabajo conjunto entre instituciones públicas y gremios capitalinos”, orientada al desarrollo de actividades conjuntas de apoyo al mejoramiento de la gestión ambiental empresarial en Bogotá. La instalación de mecanismos similares en otras áreas metropolitanas como Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga, así como las otras capitales departamentales, fortalecería la eficiencia de promoción de la gestión ambiental (van Hoof, 2005).

El Ministerio del Medio Ambiente en el 2012 presenta un insumo en el que se plantean varias propuestas de gestión ambiental con un enfoque preventivo para la atención de los principales problemas ambientales de la vivienda urbana. Los criterios que se presentan en este insumo son para la adopción de los diferentes involucrados en el diseño y construcción de la vivienda, y con el que se pretende contribuir al desarrollo sostenible en las áreas urbanas.

Debido a lo anterior la gestión ambiental durante el desarrollo de las obras constructivas se ha convertido en una preocupación para la autoridad ambiental y las entidades ejecutoras de obras públicas, puesto su ejecución altera principalmente condiciones físicas y químicas del suelo, contamina las fuentes hídricas con sustancias tóxicas, además de la gran generación de residuos sólidos como escombros, por lo que se han hecho esfuerzos por mitigar estos efectos adversos en el ambiente. El Instituto Mi Río propuso en el año 1999 la Guía de Manejo Ambiental en Obras Hidráulicas. En el año 2000, la Secretaría de Obras Públicas de Medellín expidió el Manual de Manejo Ambiental para las Obras Públicas. Ambos documentos estaban dirigidos a la gestión de los proyectos que cada entidad ejecutaba, eran documentos que no tenían el carácter de obligatoriedad, por lo tanto se convirtieron en documentos de consulta (AMVA *et al.*, 2009).

Varias empresas constructoras que desarrollan sus actividades en el Valle del Cauca han adoptado estas iniciativas para lograr una minimización y mitigación de sus impactos ambientales negativos generados en sus procesos y cumplir así con la normatividad ambiental. Un ejemplo de estas es la constructora Sainc Ingenieros Constructores S.A., que actualmente tiene un Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2004 y un Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional OHSAS 18001:2007, lo que le ha permitido tener reconocimientos, como la mención de honor que recibió en el evento “premio a la Responsabilidad Ambiental” en Julio de 2009 en la ciudad de Bogotá D.C. (Gonzales, 2013).

La empresa Constructora El Castillo S.A. fue creada en el año 2004 con la promoción de su primer gran proyecto denominado Condominios La Herrería. Esta es una empresa familiar que desarrolla la totalidad de sus proyectos en los terrenos de la Antigua Hacienda El Castillo, hacienda de gran extensión ubicada en los Municipios de Jamundí y Cali. Desde el momento de su consolidación, la empresa El Castillo S.A. ha querido afianzarse como una empresa comprometida con la protección del ambiente. Dentro de la empresa se han desarrollado diferentes actividades para lograr este propósito tales como la integración de la empresa al Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles y la realización de un convenio con la Universidad del Valle-Instituto Cinara para el desarrollo de varios trabajos de grado y una tesis de doctorado, el desarrollo de un diplomado de Producción Más Limpia dirigido a los contratistas de El Castillo, con el fin de implementar estrategias de gestión ambiental dentro sus procesos de producción para que en un futuro puedan obtener reconocimiento por su gestión. Este reconocimiento efectivamente se presentó en la Conferencia Mundial de Cambio Climático en diciembre de 2015, en el cual la iniciativa de la Constructora El Castillo, la Universidad del Valle-Instituto Cinara y la ONG Genstainable fue premiada como una de las 16 iniciativas mundiales para frenar el cambio climático.

4. JUSTIFICACIÓN

Los problemas ambientales han hecho necesario que las empresas adopten soluciones para reducir al máximo los impactos negativos que causan en el ambiente. La adopción de opciones tecnológicas, además de contribuir con el equilibrio del planeta, se ha convertido en un factor competitivo actualmente lo que conlleva a que la empresa tenga beneficios en el mercado. Una política ambiental bien concebida puede ayudar a reducir costos, generar beneficios marginales y además posicionar a la empresa en el mercado, con ventajas competitivas frente a otras sin una política ambiental establecida (Granero y Ferrando, 2011).

Estudios demuestran que los proyectos de construcción generan impactos ambientales negativos en todas sus etapas. Debido a esto, los actores de esta actividad tienen la responsabilidad de construir espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén armonía con la naturaleza. De lo anterior surge la búsqueda de herramientas que permitan una construcción sostenible. Ante esta necesidad las empresas constructoras han incursionado en prácticas para la estructuración de su gestión ambiental (Daza, 2010). Bajo esta premisa se desarrolla el presente trabajo de grado, el cual le permitirá al Dpto. Técnico de la empresa Constructora EL CASTILLO S.A. identificar prioridades que permitan mejorar su desempeño ambiental y fijar objetivos ambientales apropiados. La corrección de las debilidades identificadas le permitirá mejorar las relaciones con el público y demás partes interesadas, reducirá el riesgo a sanciones, sus empleados adquirirán conciencia y cultura para tener comportamientos en armonía con el ambiente, entre otros beneficios.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 Ambiente

Es todo lo que nos rodea, los recursos naturales disponibles como el agua, el suelo, el aire, las personas, animales etc. y la interrelación entre ellos, como por ejemplo una empresa. Las empresas repercuten sobre el ambiente a lo largo de todo el ciclo de producción, desde la explotación y extracción de materias primas, el consumo de energía y recursos, la generación y emisiones de residuos, hasta la utilización y eliminación de productos por parte de los consumidores (Bureau Veritas, 2008); esto provoca cambios en el ambiente, ya sean adversos o benéficos con efectos que pueden ser inmediatos, sucesivos, globales o específicos. A estos cambios se les considera como **impactos ambientales** (Poveda *et al.*, 2005).

5.2 Gestión Ambiental

Es un conjunto de actividades, normas e instrumentos para la planeación, gestión, ejecución y supervisión de obras en el espacio público, con el objeto de mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos ambientales positivos generados por las obras en el medio ambiente urbano (IDU, s.f.)

La utilización de procesos, prácticas, técnicas materiales, productos, servicios o energía son estrategias que permiten reducir o controlar los impactos ambientales provocados por la emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, generados en las diferentes actividades llevadas a cabo por la empresa. Reducir el impacto multidimensional de la actividad globalizada de las corporaciones empresariales se ha convertido en una obligación desde que la sociedad civil por su parte exige una conducta ambiental clara y rendición de cuentas de la misma (Moreno y Chaparro, 2008). Por este motivo, las empresas han asumido el compromiso para establecer una **política ambiental**, la cual encierra las intenciones y direcciones generales de una organización relacionadas con su desempeño ambiental. Una política ambiental brinda una estructura para la acción y para el establecimiento de los objetivos y las metas ambientales (Poveda *et al.*, 2005).

5.3 Objetivos Ambientales

Son un fin ambiental de carácter general, que tiene su origen en la política ambiental que una organización se establece así misma y que están cuantificados siempre que sea posible (ICONTEC, 2004).

5.4 Metas Ambientales

Surgen de los objetivos ambientales y se constituyen en los requisitos de desempeño detallado de una organización o parte de la misma, que tienen origen

en los objetivos ambientales y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos (ICONTEC, 2004). Los diferentes objetivos ambientales con sus responsables, metas, indicadores, plazos y medios asignados integran lo que se constituye como un **Plan de Gestión Ambiental (PGA)**, este es un elemento importante de un **Sistema de Gestión Ambiental (SGA)** el cual es la integración armónica de los elementos requeridos para desarrollar una gestión enfocada en prevenir la contaminación, cumplir los requisitos y la legislación ambiental. De esta manera, el SGA se constituye en el instrumento clave de la organización para cumplir el compromiso, consignado en la política y los objetivos ambientales, en cuanto al respeto y protección del ambiente.

La ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de proponer normas de fabricación, comercio y comunicación en todo el mundo. Las normas Internacionales ISO tienen el propósito de garantizar que los productos y servicios sean seguros, fiables y de buena calidad. Para las empresas, son herramientas estratégicas ya que reducen los costos al minimizar los residuos y los errores y aumentan la productividad. Estas normas ayudan a las empresas a acceder a nuevos mercados, a nivelar el campo de juego para los países en desarrollo y facilitar el comercio mundial libre y justo (ISO, s.f). Las normas más utilizadas son:

- ISO 9000 de gestión de calidad
- ISO 14000 Gestión ambiental
- ISO 3166 Los códigos de país
- ISO 26000 Responsabilidad social
- ISO 50001 Gestión de la energía
- ISO 31000 de gestión de riesgos
- ISO 22000 de gestión de seguridad alimentaria
- ISO 27001 de gestión de seguridad de la información
- ISO 20121 eventos sostenibles

La familia ISO 14000 aborda diversos aspectos de la gestión del ambiente. Proporciona herramientas prácticas para las empresas y organizaciones que buscan identificar y controlar su impacto ambiental y mejorar continuamente su desempeño ambiental. ISO 14001: 2004 e ISO 14004: 2004 se centran en los sistemas de gestión ambiental. Las otras normas en el foco de la familia en los aspectos ambientales específicos, tales como el análisis del ciclo de vida, la comunicación y la auditoría (ISO, s.f).

11.2 Matriz de Leopold

Esta técnica la desarrolló en 1971 Luna B. Leopold, quien diseñó una matriz o cuadro de doble entrada con el propósito de establecer relaciones causa-efecto en función de las características concretas del proyecto en cuestión. Para ello parte de dos listas de chequeo con cien columnas, relativas a posibles acciones proyectadas, y 88 filas, relativas a factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto (suelo, agua, fauna...). A partir de esta matriz general se pueden seleccionar filas o columnas más adecuadas a cada proyecto. Cuando se considera que el impacto es relevante, se marca la casilla con una diagonal y se registra la magnitud del mismo, en una escala de uno a diez y con signo positivo o negativo, así como su importancia (medida también de uno a diez). Estas cifras se anotan, respectivamente, en la mitad superior e inferior de la casilla correspondiente (Bengochea, 2010).

11.3 Árbol de problemas

El árbol problemas es una herramienta utilizada cuando se trabaja en la elaboración de proyectos, permite identificar problemas y establecer las causas y sus efectos. Con esta técnica es posible delimitar el problema central que aqueja a una organización o que presenta una situación particular, para que, con base en la identificación de sus causas y consecuencias, se pueda definir líneas precisas de intervención para solucionar el problema. Esta técnica fue proporcionada por agencias de cooperación internacional, siendo la AID (Agencia Internacional para el Desarrollo) la que la inició dentro de su propuesta de Marco Lógico para la formulación de proyectos o planificación de proyectos orientado por metas. Actualmente, es exigida por otras agencias tales como BID, Banco Mundial, FAO, GTZ, entre otras (Campos, 2005).

11.4 Control Operacional

Se trata efectuar un control de actividades que originan aspectos o impactos significativos. También hay que prestar atención al trabajo de proveedores y subcontratistas cuando produzcan una actividad identificada como fuente de impactos significativos (Pousa, 2006). La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y

metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante: a) el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales; b) el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos; y c) el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas (INCONTEC, 2004).

6. OBJETIVOS

6.1 General

Proponer estrategias orientadas a mejorar el desempeño ambiental en los procesos de producción del Departamento Técnico de la empresa Constructora EL CASTILLO S.A.

6.2 Específicos

- Caracterizar los procesos e impactos ambientales de la empresa.
- Identificar la legislación ambiental aplicable a las empresas constructoras según los procesos que realizan.
- Proponer posibles soluciones a las limitaciones encontradas
- Establecer objetivos, metas e indicadores ambientales.

7. METODOLOGÍA

Esta metodología está diseñada para identificar los aspectos ambientales que la empresa puede mejorar y hacer un avance en la planeación del sistema de gestión ambiental.

7.1 Análisis inicial

7.1.1 Inspección inicial del lugar de estudio y definición del alcance

En la primera visita a la empresa, se hizo un recorrido por todo el campamento de construcción, para hacer un reconocimiento de la zona de estudio e identificar los puntos estratégicos a tener en cuenta en el proyecto. Los puntos estratégicos corresponden a los sitios en donde hay mayor actividad laboral y por ello en estos se hizo el análisis de procesos. Con los puntos identificados, mediante una junta con los directivos del Departamento Técnico se definió el alcance y los objetivos del proyecto. En una siguiente reunión se estudió la gestión ambiental previa y actual de la empresa.

7.1.2 Análisis de involucrados

Parte de la información para realizar este análisis fue obtenida de algunas actividades desarrolladas (árbol problema y proyecto final, entre otras) dentro del diplomado de Producción Más Limpia ofrecido por el instituto CINARA de la Universidad del Valle a la Constructora El Castillo. En este análisis se identificaron los problemas percibidos, los intereses que tienen en desarrollar este proyecto y los recursos o mandatos, para cada actor que participa en el departamento técnico de la Constructora El Castillo, todo esto fue consignado en una tabla, que fue obtenida de revisión bibliográfica.

7.2 Identificación de los procesos y sus impactos ambientales

7.2.1 Identificación de los procesos

Se hizo un cronograma para hacer un recorrido por cada uno de los puntos estratégicos a ser estudiados. En estas visitas en compañía de un responsable designado previamente, participante y conocedor de los procesos desarrollados en el Departamento Técnico, se hizo una descripción de cada una de las etapas de estos. También en este recorrido se identificaron los materiales requeridos, así como los residuos que se generan en proporciones considerables. Con esta última información se construyeron los diagramas flujo para cada proceso.

7.2.2 Identificación y valoración de impactos ambientales

Mediante revisión bibliográfica se construyó la tabla que se muestra en el Anexo 1 y a partir del análisis de cada una de las etapas recorridas señaladas en el ítem anterior, se identificaron los principales aspectos ambientales; su clasificación y valoración se realizó mediante una matriz de Leopold.

Esta técnica ha sido utilizada en diversos países para evaluar el impacto ambiental de obras públicas de cierta envergadura. En España por ejemplo ésta ha sido la técnica propuesta por el MOPTMA en la relación a la construcción de embalses, trasvases y vías de comunicación (Bengochea, 2010).

7.3 Revisión y verificación de normatividad aplicable para la empresa

Se realizó una revisión a la normatividad ambiental colombiana vigente, se seleccionó la que se consideró aplicable para la empresa de acuerdo con los procesos que lleva a cabo en el Dpto. Técnico y los residuos que se derivan de estos. Se analizó cada una de ellas de acuerdo con los aspectos ambientales identificados y se determinó su estado de cumplimiento de forma cualitativa mediante 3 calificativos: SI, PARCIALMENTE o NO.

7.4 Construcción del programa de gestión ambiental para el dpto. Técnico

De acuerdo con el resultado de todos los análisis planteados en los anteriores ítems, se seleccionaron los aspectos preponderantes, tomando como guía base estos últimos, se inició la construcción del programa de gestión ambiental en donde se fijaron participativamente con los directivos del Dpto. Técnico los objetivos, metas e indicadores ambientales.

8. SITIO DE ESTUDIO

8.1 Contextualización

La Constructora el Castillo S.A. es una empresa de construcción y venta de proyectos de vivienda cuyo principal objetivo es brindar a sus clientes un concepto de vivienda único con casas y lotes en condominios campestres estilo americano. Constructora el Castillo es una empresa familiar que desarrolla la totalidad de sus proyectos en los terrenos de la Antigua Hacienda El Castillo, hacienda de gran extensión ubicada en los Municipios de Jamundí y Cali (Figura 1). La empresa ha desarrollado un concepto de ciudad campestre, el cual genera gran diferenciación brindando a sus proyectos un nuevo estilo de vida en medio de la naturaleza. Fortaleciendo este concepto cuenta con ciertos elementos como la capilla, el centro comercial, senderos ecológicos, acueducto y PTAR privados (Constructora El Castillo, 2015). La Figura 2 presenta el organigrama de la empresa

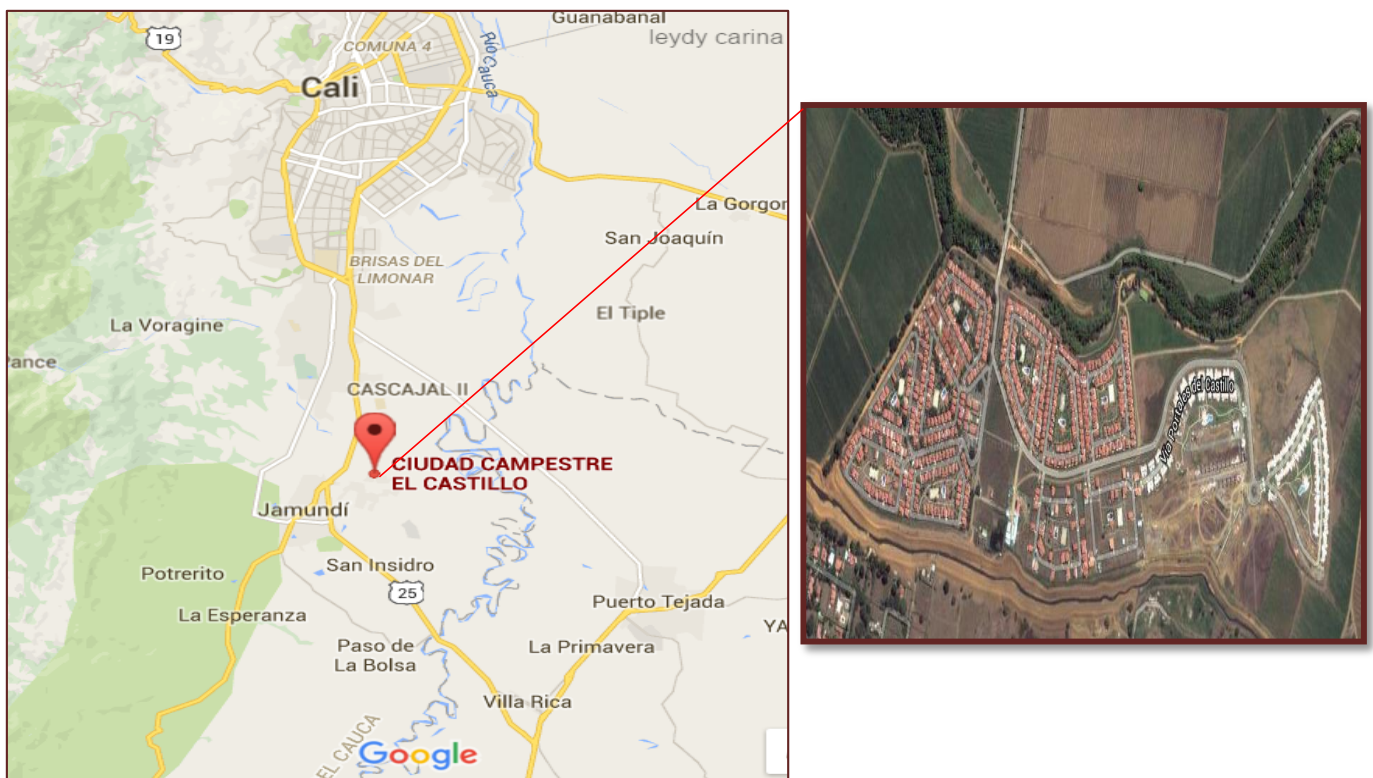


Figura 1. Ubicación de Constructora y ciudad campestre El Castillo
Fuente: googlemaps.com

MISIÓN

Somos una organización que cuenta con el respaldo del mejor talento humano, comprometido en el asesoramiento y ejecución proyectos de construcción de vivienda con análisis, ingenio, planeación y certeza; optimizando el uso de recursos técnicos, administrativos y ambientales (Constructora El Castillo, 2015).

VISIÓN

Obtener una rentabilidad sostenible superior al costo del capital, enfocada en la generación de una ventaja competitiva a través de la calidad, certeza y cumplimiento en la prestación de nuestros servicios, logrando el bienestar integral de todos nuestros clientes y colaboradores (Constructora El Castillo, 2015).

La empresa constructora El Castillo está organizada jerárquicamente como se muestra en la figura 2, este proyecto se enfocara en el departamento técnico de la constructora (delimitado por líneas rojas).



Figura 2. Organigrama de Constructora El Castillo S.A.
Fuente: Constructora El Castillo S.A.

9. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA

La Constructora El Castillo S.A. en el momento de la realización de este proyecto no cuenta con un plan de manejo ambiental para mitigar los impactos causados por algunas de las actividades productivas desarrolladas al interior de la empresa. Sin embargo, iniciativas tales como la integración de la constructora al Consejo de Construcción Sostenible, la asociación con EPSA en un proyecto para la incorporación de paneles solares en las zonas comunes de los conjuntos residenciales, el convenio establecido con la Universidad del Valle-Instituto Cinara para el desarrollo de un diplomado en Producción Más Limpia, son una muestra de la iniciativa que ha ido labrando la empresa para la conformación de su gestión ambiental.

9.1 Análisis de involucrados dentro de la empresa

El análisis de involucrados permitió la identificación de los principales problemas percibidos por los actores, lo que determinara la forma en que éstos, mediante su participación pueden aportar a la consolidación de la gestión ambiental de la empresa. A continuación en la Tabla 1 se muestra el análisis de involucrados, en donde se tuvieron en cuenta a los trabajadores directos (que hacen parte del Departamento Técnico) e indirectos que podrían tener algún interés o aporte en el proyecto.

Los problemas que se presentan en la Tabla 1 fueron obtenidos mediante la construcción de un árbol de problemas, en una clase del diplomado de Producción Más Limpia, en donde cada actor identificaba los principales problemas que se presentan en el departamento técnico de la constructora El Castillo.

Tabla 1. Análisis de Involucrados

Grupo		Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
Contratistas	Vitruvio	- Contribuir con su participación al forjamiento de la gestión ambiental en la constructora El Castillo	- Desperdicio de relleno acrílico	- analizar detalladamente el uso del relleno acrílico y establecer un programa en el que se dicte un

Grupo		Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
		- La protección del ambiente, pues reconocen que es la principal fuente de materias primas		procedimiento a seguir, que incluyan cantidades, tiempo y forma de preparación, entre otros. - otra opción es cambiar relleno acrílico actual por uno que ya esté preparado y aplicar el programa anteriormente planteado - crear un plan de control y vigilancia
	Acuasur		- Conexiones erradas en el sistema de alcantarillado	- crear un plan para identificar el origen de estas conexiones erradas y crear unas estrategias de corrección. - crear un plan de control y vigilancia
	D&D		- Desperdicio de papel y madera	- Implementar estrategias para el reuso y reducción del uso papel en las oficinas - Cambiar la madera por un material con más durabilidad y que cumpla la misma función de la madera en el proceso constructivo
	PAO		- Desperdicio de PVC y Alambre de cobre	- establecer practicas sobre la forma de uso del PVC, en las que se determine la forma más eficiente

Grupo		Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
				de corte de los tubos sin que hayan sobrantes, y en caso de que los hayan sean reutilizados en otras etapas del proceso constructivo. - establecer prácticas que permitan que el uso del alambre de cobre sea lo más eficiente posible y los desperdicios sean seleccionados y vendidos
	JARU		-Desperdicio de materias primas antes y después de la preparación de mezcla en trompos.	- establecer un programa en el que se dicten acciones correctivas que impidan el desperdicio de las materias primas. Establecer prácticas de forma metódica en las que se evite el desperdicio e impartirlas a todos los trabajadores - crear un plan de control y vigilancia
	Indumentalias		-Escurrecimiento de sustancias tóxicas provenientes de algunos materiales con mal almacenamiento	- Mejorar las condiciones del almacén evitando que cualquier material sin importar el tamaño quede a la intemperie - adecuar estantes para una mejor organización dentro del almacén - impartir a los

Grupo		Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
				trabajadores sobre las buenas prácticas en el almacenamiento de los materiales
Trabajadores del dpto. técnico de la constructora El Castillo S.A.		- reducir costos económicos y ambientales en el desarrollo de sus actividades productivas	- falta de estrategias para un buen manejo de los residuos sólidos dentro de la empresa	- construir un plan para el manejo integral de residuos sólidos con asesoría de un profesional en este campo
Clientes		Garantizar un entorno saludable, que genere bienestar para todos los habitantes de la ciudad campestre El Castillo	- Generación de grandes cantidades de residuos sólidos - Mal manejo de las aguas residuales y pluviales - Malos olores	- redactar quejas y reclamos ante el área encargada en la constructora, que en este caso en dpto. comercial - Acciones populares - Código sanitario nacional: Ley 9 de 1979 - Código de recursos naturales: Ley 23 de 1973
Comunidad General		- Garantizar un entorno saludable, que genere bienestar para todas las personas	- La comunidad percibe como perjudiciales algunas actividades llevadas a cabo por la empresa, principalmente la generación de grandes cantidades de residuos sólidos	- Acciones populares - Código sanitario nacional: Ley 9 de 1979 - Código de recursos naturales: Ley 23 de 1973
CVC		- Propender por un ambiente sano,	- Incumplimiento de la normatividad y preferencia al	- Políticas, planes y programas nacionales

Grupo	Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
	contribuye ndo al mejoramiento de la calidad de vida de la población y la competitividad del Valle del Cauca en el marco del desarrollo sostenible.	pago de multas por parte de las empresas	en materia ambiental definidos por la Ley para Evaluar, controlar y efectuar el seguimiento ambiental de las actividades realizadas por la empresa

Se destaca la participación activa de las empresas contratistas en el diplomado de producción más limpia dictado por CINARA, esto permitió identificar con mayor facilidad los problemas de manera específica. Según lo propuesto por las empresas contratista el mayor problema incide en el desperdicio de materias primas debido a las malas prácticas durante la construcción de las viviendas. Para obtener la información de los demás actores se recurrió a los informes de quejas y reclamos presentados ante el departamento comercial de la constructora, se encontró que la preocupación de los clientes la comunidad en general es la generación de grandes cantidades de residuos sólidos.

10. ANÁLISIS DE PROCESOS

Este análisis se realizó mediante visitas consecutivas a las instalaciones del Departamento Técnico de la Constructora EL CASTILLO, con el acompañamiento de los ingenieros y demás trabajadores que desarrollan la obra. Previamente a iniciar con el recorrido por los procesos, se construyó una Tabla que se muestra en el Anexo 1, para organizar la información e identificar los elementos más importantes para desarrollar la metodología planteada.

En este análisis se describen las diferentes etapas llevadas a cabo en los dos procesos que desarrolla el Departamento Técnico de la Constructora.

10.1 Proceso Administrativo

a. Compras:

Se realiza la requisición, cotización y compra de todos los materiales para la construcción de las viviendas.

b. Contratación de personal:

Se realiza toda la documentación para la contratación del personal, de trabajadores directos de la constructora y control de personal de los contratistas.

c. Contratación de obra:

Se realiza el proceso de cotización, cálculo de cantidades, ofertas mercantiles y control de contratos.

d. Facturación:

Recibo de facturas, verificación, archivo y despacho para pago al departamento de contabilidad

e. Control de uso de los materiales:

Se realiza un monitoreo constante sobre los materiales que son usados para la construcción de las viviendas. Se lleva una contabilidad sobre los materiales usados en cada uno de los proyectos y vivienda.

f. Postventa:

Recibo, programación y atención de requerimientos de post venta

La Figura 3 presenta fotografías de las áreas físicas en las que se desarrolla el proceso administrativo.



Figura 3. Fotografías de las oficinas: proceso Administrativo

10.2 Proceso constructivo

a. Limpieza, trazo y conformación de terrazas:

Primero se hace la limpieza de terreno para después nivelar con maquinaria, se conforma el terreno agregando material seleccionado tipo roca muerta para que el suelo sea lo suficientemente compacto y se garantice su capacidad de soportar la carga de la construcción. Es necesario realizar ensayos de densidad de terreno para saber si el terreno es apto para construir o de lo contrario no se puede iniciar el proceso de construcción de la vivienda. Estando nivelado el terreno, se procede a trazar el área con hilo de cáñamo y estacas de madera, se hacen las líneas guía según indique el plano de cimentaciones para después marcar con cal el terreno. Todo va guiado por el topógrafo quien dicta los puntos para el trazado de la cimentación. En este punto es requisito dejar hiladeros en guadua que sirvan de

guía para todas las disciplinas que entran a trabajar en este proceso es decir estructura, eléctrico e hidrosanitario.

b. Excavación:

En la excavación se puede utilizar maquinaria o mano de obra. Dentro de este proceso se siguen los siguientes pasos:

Excavación de cimientos: Se realiza la excavación manual para la instalación de acero de vigas de parqueadero y separación de viviendas.

Excavación para tuberías y cajas de revisión: Estas se ejecutarán de acuerdo a los planos de las instalaciones hidrosanitarias.

c. Cimentación:

La cimentación es el elemento estructural diseñado para soportar el peso de la estructura. En esta etapa se realiza la fundición de la losa de la vivienda, la cual es aligerada, compuesta por las vigas principales, riostras, viguetas y casetones (cajones en esterilla de guadua). Primero se hace la figuración del hierro y los estribos siguiendo los detalles del plano estructural, luego se procede al armado del castillo y se instala el arranque de las dovelas que se ubican como elementos estructurales entre las celdas del ladrillo y cuya ubicación depende del diseño estructural. Una vez hecho el armado, se ubica la formaleta siguiendo los puntos topográficos y el plano de cimentación, posteriormente se realiza el vaciado del concreto según las especificaciones de resistencia dadas. La losa está hecha de concreto premezclado (cemento, grava y arena). En esta etapa también se instalan las tuberías hidrosanitarias y eléctricas.

d. Mampostería estructural:

Se realiza la construcción de los muros portantes, el sistema funciona de la siguiente manera: los ladrillos utilizados son estructurales en dos dimensiones diferentes 6.5*12*24 cms y 19*12*21 cms. Ambas dimensiones tienen dos celdas, dentro de las cuales se colocan las dovelas y son rellenas con un material llamado grouting (concreto fluido: cemento, grava 3/8 y arena) de acuerdo con la ubicación de celdas rellenas del diseño estructural. Durante la pega de la mampostería es importante tener en cuenta la instalación de la tubería eléctrica siguiendo los lineamientos del plano eléctrico. La mampostería se realiza siguiendo las especificaciones del plano arquitectónico.

e. Losa entrepiso

Una vez levantado el muro, se realiza el encofrado de la losa, siguiendo los niveles y la altura libre antes determinada. Primero se realiza el armado del

hierro, se dejan los pases sanitarios e hidráulicos, también se instala la tubería eléctrica, para alimentar el segundo nivel. Se procede a la instalación de la malla electrosoldada, es importante tener en cuenta que la malla debe ir separada mediante “panelas” (retazos de ladrillo concreto) para separar la losa de la malla. Posterior a esto se hace el chequeo de los aceros de acuerdo con el plano, luego se procede al vaciado del concreto premezclado.

f. Mampostería segundo piso:

Se realiza el mismo procedimiento que en la mampostería estructural para conformar los diferentes espacios del segundo piso.

g. Vigas de amarre:

Su función es la de amarrar los muros. Se realiza el armado de acero, siguiendo las especificaciones del plano, luego se realiza el encofrado para realizar la fundición. Esta se realiza con concreto hecho en obra.

h. Losa de cubierta, muros de culata y viga cinta:

La losa es maciza y su construcción es similar a la losa de entrepiso, en esta es muy importante tener en cuenta los niveles de la losa para el garantizar el movimiento del agua lluvia. Los muros de culata son hechos para soportar la cubierta, están hechos de ladrillos estructurales e instalados de la misma manera que en la mampostería. La función de la viga cinta es dar amarre a las culatas y soportar los perlonos, los cuales soportan las tejas.

i. Montaje de cubierta:

Se hace el montaje de estructura metálica consistente en perlines, se instalan las tejas de eternit y posteriormente las teja tubo (tejas de arcilla).

j. Acabados:

Instalación de tuberías para agua potable y gas: Se instalan las tuberías para el gas domiciliario y la red de suministro de agua potable.

Instalación eléctrica: se instala el conjunto de circuitos eléctricos de acuerdo con el plano de diseño.

Relleno acrílico: se aplica a los muros y losa, ya terminados, una capa delgada de una mezcla arena, acronal y agua, para dar una mejor textura al estuco.

Instalación de cielo falso: se arma una estructura metálica con parales y omegas, luego se procede a la instalación de placas de panel yeso o superboard.

Estuco y pintura: Se aplica a los muros y losa una capa delgada de una pasta hecha con cal apagada para enlucir las paredes y techos. Posterior a esto se aplican tres capas de pintura blanca a toda la vivienda.

Afinado de pisos: es un mortero pobre que tiene como función recubrir la tubería hidráulica y preparar el piso para recibir el enchape.

Enchapes de cocina, pisos y baños: es el recubrimiento o revestimiento que se le hace al piso, cocina o baños con cerámica, porcelanato, granito o mármol, según especificaciones.

Instalación de madera: instalación de closets, mostradores, gradas u otros elementos en madera designados dentro del diseño arquitectónico.

Conformación de jardín: primero se nivela el terreno, frentes y patios teniendo en cuenta los niveles que permitan el drenaje de aguas lluvias. Se siembran palmas, durantas y prado argentina, en el patio y el antejardín de la casa.

La Figura 4 presenta las fotografías del proceso constructivo.



Figura 4. Fotografías de las etapas del proceso constructivo – Numeración de acuerdo con la descripción

10.3 Flujo de materiales

En las Figuras 5 y 6 se muestran los flujos de materiales de en los procesos que se analizaron anteriormente.

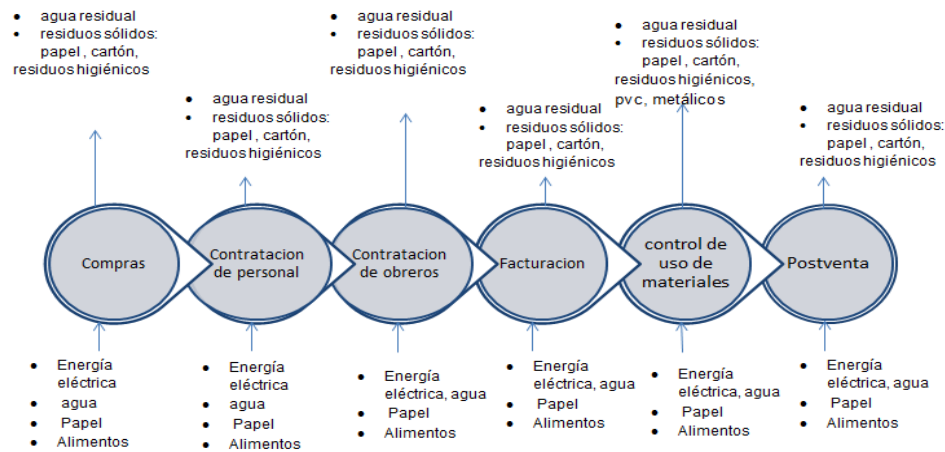


Figura 5. Flujo de materiales en el proceso administrativo

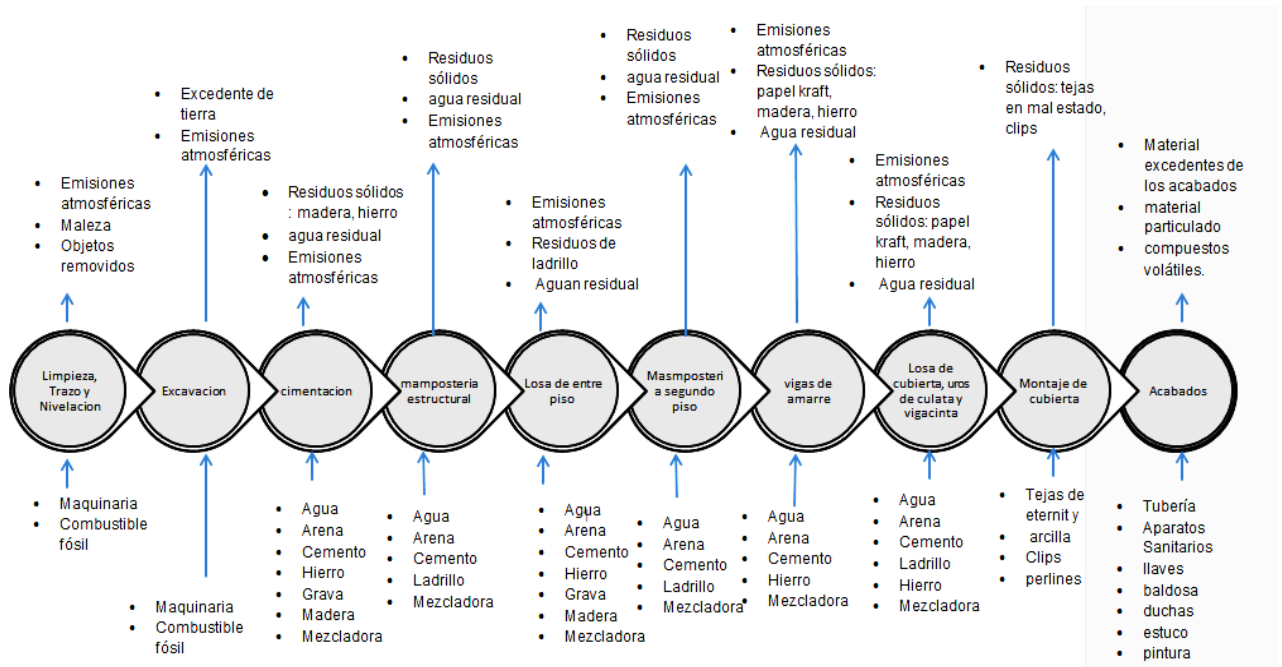


Figura 6. Flujo de materiales proceso constructivo

11. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES DE LA EMPRESA

11.1 Identificación de aspectos ambientales e impactos

Mediante revisión bibliográfica se identificaron algunos aspectos ambientales que podrían encontrarse en los procesos del Departamento Técnico de la Constructora EL CASTILLO y se construyó la Tabla que se muestra en el Anexo 1, en la cual fue consignada toda la información obtenida de las visitas a cada una de las etapas de los procesos. Los aspectos identificados, para la construcción de la Matriz de Leopold fueron:

- Contaminación atmosférica por la quema de combustible fósil
- Generación de residuos sólidos en la oficina
- Remoción de suelo
- Producción de aguas residuales asociada al uso de baños, cafetería y aseo de las oficinas
- Producción de aguas residuales asociadas al proceso constructivo: lavado de la mezcladora y herramientas, corte ladrillo
- Generación de residuos en el proceso constructivo: empaques de cemento, madera, residuos metálicos,
- Afectación de los ecosistemas
- Uso de energía para equipos: computador, aire acondicionado, lámparas, cortadores, pulidoras, etc.
- Accidentalidad
- Enfermedades relacionadas con la exposición de contaminantes

11.2 Valoración de Impactos: Matriz de Leopold

La matriz de Leopold que se presenta a continuación, se construyó a partir del análisis de los procesos descritos anteriormente y con la información obtenida del anterior ítem. Las categorías que están en la tabla fueron escogidas de un listado de factores que presenta en el anexo 2.

En la Tabla 2 se presentan los impactos ambientales asociados con los aspectos identificados en las etapas de los procesos que se desarrollan en el Departamento Técnico de la Constructora EL CASTILLO, se dio una valoración a éstos para cuantificar el impacto ambiental por medio de la matriz Leopold, lo que permitió identificar los impactos ambientales más significativos.

Tabla 2. Matriz de Leopold: Valoración de impactos ambientales

P R O C E S O A D M I N I S	Proceso	Entrada de Material es y equipos	Salida de material	Categoría y valoración del impacto									
				Operacionales y servicio								Socio - económico	
				Calidad del aire	Calidad del suelo			Calidad de los cuerpos de agua		Compone nte Biótico	Consumo de energía	Salud	Morbilidad
				Contaminación atmosférica por la quema de combustible fósil.	Generación de residuos sólidos producto en las oficinas	Generación de Residuos sólidos producto de la construcción: papel kraft, pvc, plástico, alambre, madera	Remoción de suelo	Producción de aguas residuales asociada al uso de baños, cafetería y aseo de las oficinas	Producción de aguas residuales del proceso constructivo: lavado de la mezcladora y herramientas, corte ladrillo...	Afectación de los ecosistemas	Uso de energía para equipos: computador, aire acondicionado, lámparas, cortadores, pulidoras...	Acciden - talidad	Enfermedades relacionadas a la exposición de contaminantes
	1.Compras	Energía eléctrica, agua, papel,	agua residual, residuos sólidos: papel de oficina, cartón, residuos higiénicos		-1 1			-1 1			-3 1		-5 3
	2. Contratación de personal	energía eléctrica, agua	agua residual, residuos sólidos: papel de oficina, cartón, residuos higiénicos		-1 1			-1 1			-3 1		-5 3

T R A T I V O	3. Contratación de obra	energía eléctrica, agua	agua residual, residuos sólidos: papel de oficina, cartón, residuos higiénicos	-1	1	-1	1	-3	1	-5	3		
	4. Facturación	Energía eléctrica, agua.	agua residual, residuos sólidos: papel de oficina, cartón, residuos higiénicos	-2	1	-1	1	-3	1	-6	3		
	5. Control de uso de materiales	Energía eléctrica, agua.	Residuos del almacén: cartón, empaques plásticos, tarros de pintura, alambre... Agua residual	-2	1	-1	1	-3	1	-6	3		
P R O C E	6. Limpieza y trazo	Escuadras, estacas, herramientas de excavación	Maleza, Material particulado, árboles, desperdicios y otros materiales, residuos de quema de combustible fósil.	-6	5	-4	3	-3	2	-1	1	-15	12
	7. Excavación y relleno	Retroexcavadora, volqueta, equipos de	Excedente de movimiento de tierra.	-5	3	-4	3	-3	2	-1	1	-15	10

S O <

	11. Mampostería segundo piso	agua, arena, cemento, ladrillo, mezclador a de concreto.	agua residual, ladrillos defectuosos, papel kraft, residuos de quema de combustible fósil	- 3 3	-4 4	-5 5	-2 1	-2 2	-1 1	-17 16
	12. Vigas de amarre	Agua, arena, cemento, hierro, grava, madera, mezclador a de concreto.	Residuos sólidos de papel kraft (empaquete de cemento), agua residual, madera y hierro;	-1 1	-3 2	-5 3	-1 1	-3 2	-1 1	-11 9
	13.Losa de cubierta, Muros de culata y Viga cinta:	Agua, arena, cemento, ladrillos, hierro, grava, madera, mezclador a de concreto.	Residuos sólidos de papel kraft (empaquete de cemento), agua residual, madera y hierro;	-1 1	-4 2	-2 2	-1 1	-5 4	-1 1	-14 11
	14. Montaje de cubierta	Tejas de eternit, tejas de arcilla, Perlínes, Clips	Tejas en mal estado, clips	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-5 4	-7 6	
	15. Acabados	Tubería, aparatos sanitarios, llaves, baldosa, grifos, duchas, estuco,	Material excedentes de los acabados, material particulado, compuestos volátiles.	-5 5	-4 2	-3 2	-1 1	-1 1	-14 11	

		pintura, entre otros.												
				-21 19	-7 5	- 32 24	-8 6	-5 5	-25 23	-6 4	-27 13	-25 19	-8 8	

11.3 Análisis de la Matriz de Leopold

Proceso Administrativo

Los aspectos de mayor relevancia identificados en las visitas, relacionados con este proceso fueron la generación de residuos sólidos en las oficinas de administración, la generación de aguas residuales de tipo doméstico y el consumo de energía. Como se puede observar en la matriz de Leopold, tanto las etapas como los aspectos que hacen parte del proceso administrativo tienen bajas puntuaciones, debido a que la producción de residuos sólidos es generada netamente por la actividad de 6 oficinas, así como el agua residual es generada por el uso de dos baños y una cocina pequeña.

Las etapas de facturación y control de materiales tienen un punto más negativo en su magnitud debido a que en ellas el consumo de papel es un poco mayor que en las demás.

Proceso Constructivo

- **La generación de residuos sólidos producto de la construcción de las viviendas:** fue el aspecto con mayor magnitud e importancia (-32/24), puesto que en el proceso constructivo es donde se genera una mayor cantidad de residuos sólidos debido a que en todas sus etapas se utilizan materiales como el cemento que deja como residuos una gran cantidad empaques hechos en papel kraft, residuos de ladrillo, alambre, PVC, envases de pintura, estuco, cajas de cartón de todos los tamaños, además de los residuos que se generan en la alimentación de los trabajadores como lo son utensilios plásticos e icopor. A demás de esto, en las etapas de limpieza, trazo y nivelación de terreno y excavación, se realizan grandes movimientos de tierra convirtiéndose en un residuo sólido a manejar.
- **Remoción del suelo y afectación de ecosistemas:** en las etapas de limpieza, trazo y nivelación de terreno y la excavación se generan grandes movimientos de tierra que modifica las condiciones del suelo. Aun cuando éste material extraído es usado de relleno para vías y para subir la altura del dique que protege del río Jamundí, se genera afectación directa al suelo y se afecta el ecosistema del río al estar permanentemente llevando material a sus orillas.

- **Contaminación atmosférica por quema de combustible fósil:** las etapas de limpieza, trazo y nivelación de terreno y la excavación son las mayores causantes de este impacto. En la realización de esta parte del proceso constructivo se usan retroexcavadoras para realizar los movimientos de tierra y volquetas para removerlos del sitio. Toda esta maquinaria es impulsada por motores diésel que emiten GEI y material particulado. Otros aportantes pero en menor escala son la mezcladora de concreto, la motobomba para aprovechar el agua lluvia y el tractor usado para transportar dicha agua.

- **Consumo de energía:** Casi en todas las etapas del proceso constructivo se utilizan herramientas como cortadoras, pulidoras, taladros, sopletes, etc. que funcionan con energía eléctrica, así como con maquinaria impulsada por motores diésel que genera el consumo de energía fósil. Las excavaciones y movimientos de tierra generan consumo de combustible por las retroexcavadoras y volquetas, las actividades donde se prepara concreto como la cimentación y la parte estructural generan consumo por la mezcladora de concreto y el aprovechamiento del agua lluvia genera también un consumo por la motobomba que es utilizada para sacar el agua de las lagunas donde se almacena y el tractor usado para transportar dicha agua.

- **Afectaciones a la salud por accidentalidad:** la construcción es uno de los ambientes laborales más peligrosos por lo cual gran parte del proceso constructivo representa un peligro latente y debe ser tenido muy en cuenta. Las etapas de mampostería, losa y acabados generan un alto riesgo porque implican trabajo en alturas y materiales pesados, las actividades donde esté involucrada la maquinaria pesada también están predispuestas al riesgo por mala manipulación de dicha maquinaria, atropellamientos por volquetas o retroexcavadoras (Morales, 1999).

12. ANALISIS DE LEGISLACION APLICABLE A LA EMPRESA

Es importante para la empresa conocer la legislación que le aplica e identificar los requisitos que debe cumplir. “Conocer la legislación y la reglamentación es el primer paso para empezar a cumplirla” (Poveda *et al.*, 2005). Se hizo una revisión de las diferentes normas ambientales que rigen para Colombia, a las que pueden estar sujetas las actividades que se desarrollan en el Dpto. Técnico de la constructora. Tomando como línea base los diferentes aspectos ambientales identificados anteriormente, se escogieron las normas que les aplican. Mediante la revisión de cada norma en compañía de los directivos del Dpto. Técnico se evaluó el estado de cumplimiento de cada una, el cual fue calificado de forma cualitativa por **SI**, si cumple totalmente con la norma, **PARCIALMENTE**, si cumple con algunos requerimientos de la norma, y **NO**, si no cumple con ninguno, para una mayor especificación, se realizó una observación en cada una (Tabla 3).

Se puede identificar mediante el análisis de los requisitos legales que debe cumplir la constructora (Tabla 3), que la principal causa del incumplimiento de la normatividad es la falta de la creación de un plan de gestión integral de los residuos, también la carencia de estudios de los diferentes componentes ambientales.

Tabla 3. Requisitos legales que debe cumplir la constructora El Castillo

Recurso	Norma	Año	Entidad	Descripción	Cumplimiento	Observación
	Constitución Política de Colombia	1991				
	Art. 79			Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano		
	Art. 80			El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales		
SUELO	Ley 9 – código sanitario nacional	1979	Congreso de Colombia	Por el cual se dictan medidas sanitarias.	Parcialmente	La constructora no cuenta con ningún plan de gestión ambiental. Sin embargo cumple con medidas contempladas en esta ley
	Ley 388	1997	Congreso de Colombia	Establece que, el ordenamiento del territorio se fundamenta en los siguientes principios: la función social y ecológica de la propiedad	SI	El territorio donde se encuentra la constructora según esta ley es un suelo urbano. Su utilización es racional en armonía con la función social y buscando el desarrollo sostenible.
	Decreto 1285	2015	Min. Vivienda	Decreto Único Reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones"	Parcialmente	Actualmente la empresa hace parte del consejo colombiano de construcción sostenible, está desarrollando

						actividades de acuerdo a la política de este ente.
	Acuerdo N# 002	2002	Consejo Mpal de Jamundí	Por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial para el municipio de Jamundí.	--	La empresa está ubicada de acuerdo POBT de Jamundí
	Ley 99	1993	MAVDT	Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos renovables. El título VIII de esta ley regula todo lo relacionado con las licencias ambientales	SI	La constructora tiene licencia ambiental
	Resolución 541	1994	MAVDT	Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación	NO	La constructora no cuenta con ningún plan de gestión ambiental para los residuos sólidos generados
	Ley 1252	2008	Congreso de Colombia	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos.	NO	La constructora no cuenta con ningún plan de gestión ambiental para los residuos sólidos generados
	Decreto 4741	2005	Presidencia de la Republica	Se dicta la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.		
	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente- Decreto	1974	Presidencia de la Republica	Señala que el uso de los suelos debe realizarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos, el aprovechamiento de los suelos debe efectuarse en forma tal que se mantenga su integridad física y su capacidad productora	NO	La constructora no posee estudios sobre el uso potencial y clasificación de suelos, de igual manera no tiene un plan para mitigar el impacto ambiental provocado por su actividad

	2811					productiva
HÍDRICO	Ley 373	1997	Congreso de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua	NO	Dentro del Dpto. Técnico no cuenta con un plan de gestión para el recurso hídrico
	Resolución 1508	2010	MAVDT	Por la cual se establece el procedimiento para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo y su respectivo giro al Fondo Nacional Ambiental (Fonam).		
	Decreto 1077	2015	Min. Vivienda, ciudad y territorio	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.	--	Por ser esta norma reciente, la constructora aun no podido verificar el cumplimiento de los porcentajes mínimos de ahorro.
	Resolución 0549	2015	Min. Vivienda, ciudad y territorio	Se reglamentan los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones		
	Resolución 0631	2015	MIN AMBIENTE	Por el cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistema de alcantarillado público y otras disposiciones	--	El manejo, tratamiento y posterior descarga de las aguas residuales generadas en la constructora El Castillo está a cargo

						de una empresa privada, por cual no fue posible la obtención de análisis de laboratorio del punto de descarga
AIRE	Decreto 948	1995	Presidencia de la republica	Su articulado está relacionado con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	--	No existen estudios sobre la contaminación atmosférica en el Dpto. Técnico de la constructora el Castillo
	Resolución 910	2008	MAVDT y MIN TRASNPORTE	Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel		
	Decreto 2107	1995	MAVDT	Su articulado señala la obligación de almacenar los escombros de tal forma que no se generen partículas al aire	NO	La constructora no cuenta con ningún plan de gestión ambiental para los residuos sólidos generados
OTRA NORMATIVIDAD DE INTERÉS	Ley 1480	2011	Congreso de Colombia	Se expide el estatuto al consumidor y se dicten otras disposiciones	SI	La Constructora tiene un área que recibe las quejas y reclamos de sus clientes y según los registros se da pronta solución a estos.
	Resolución 2400	1979	MIN TRABAJO	Establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial	NO	Los “cambuches” no se encuentran en condiciones óptimas para garantizar la higiene y seguridad industrial de los

						trabajadores
	Resolución 1792	1990	MIN SALUD	Por el cual se adoptan los valores límites permisibles para la exposición ocupacional de ruido	--	No se tiene estudios sobre los niveles de ruido en el campamento de construcción

13. POSIBLES SOLUCIONES

De acuerdo con los análisis realizados anteriormente se pudo determinar que la mayoría de los aspectos ambientales identificados son provocados por la carencia de buenas prácticas en cuanto al ahorro de agua, energía y el manejo de los residuos por parte de los trabajadores del Dpto. Técnico; esto último también está asociado a la falta de un plan de gestión de los residuos, no solo en el Dpto. Técnico sino en toda la constructora. A continuación se presentan las posibles soluciones a estas insuficiencias.

13.1 PLAN DE EDUCACION AMBIENTAL: Se considera la Educación Ambiental como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico (IDEA, s.f). Por esta razón este plan es el primero que debe desarrollar la Dpto. Técnico y toda la empresa si es posible, pues permitirá construir actitudes de responsabilidad con el entorno natural en los trabajadores y de esta manera se logrará que los demás planes a ser implementados funcionen, pues muchas veces fracasan por la falta de compromiso de los trabajadores. Se recomienda que el plan de educación ambiental fomente 4 temáticas que se ven en la Figura 7.

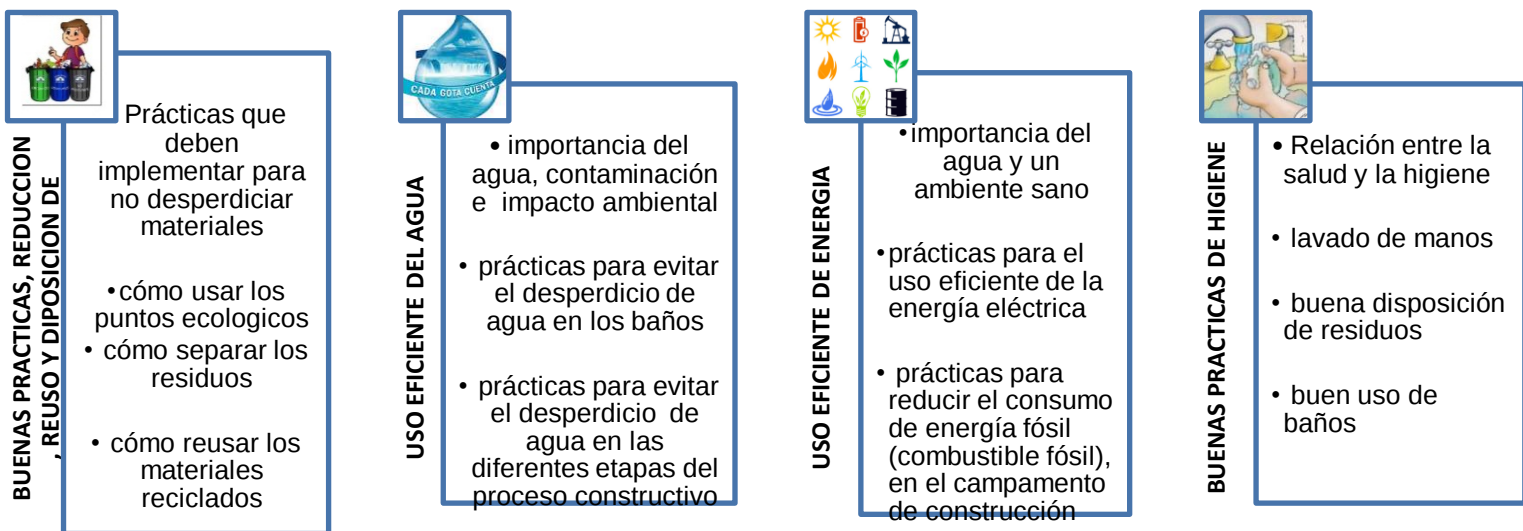


Figura 7. Estructura del plan de educación ambiental para el Dpto. Técnico – Constructora El Castillo

13.2 PLAN DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS: Como se pudo evidenciar en los anteriores análisis, el mayor impacto ambiental provocado por actividades productivas de la constructora es la generación de grandes cantidades de residuos sólidos, por tanto es apremiante la creación e implementación un plan de residuos sólidos. Este plan debe abarcar los dos procesos y manejar sus residuos por separado para facilitar su clasificación y recuperación. La Figura 7 muestra la estructura general que se recomienda para el plan de gestión de residuos sólidos.

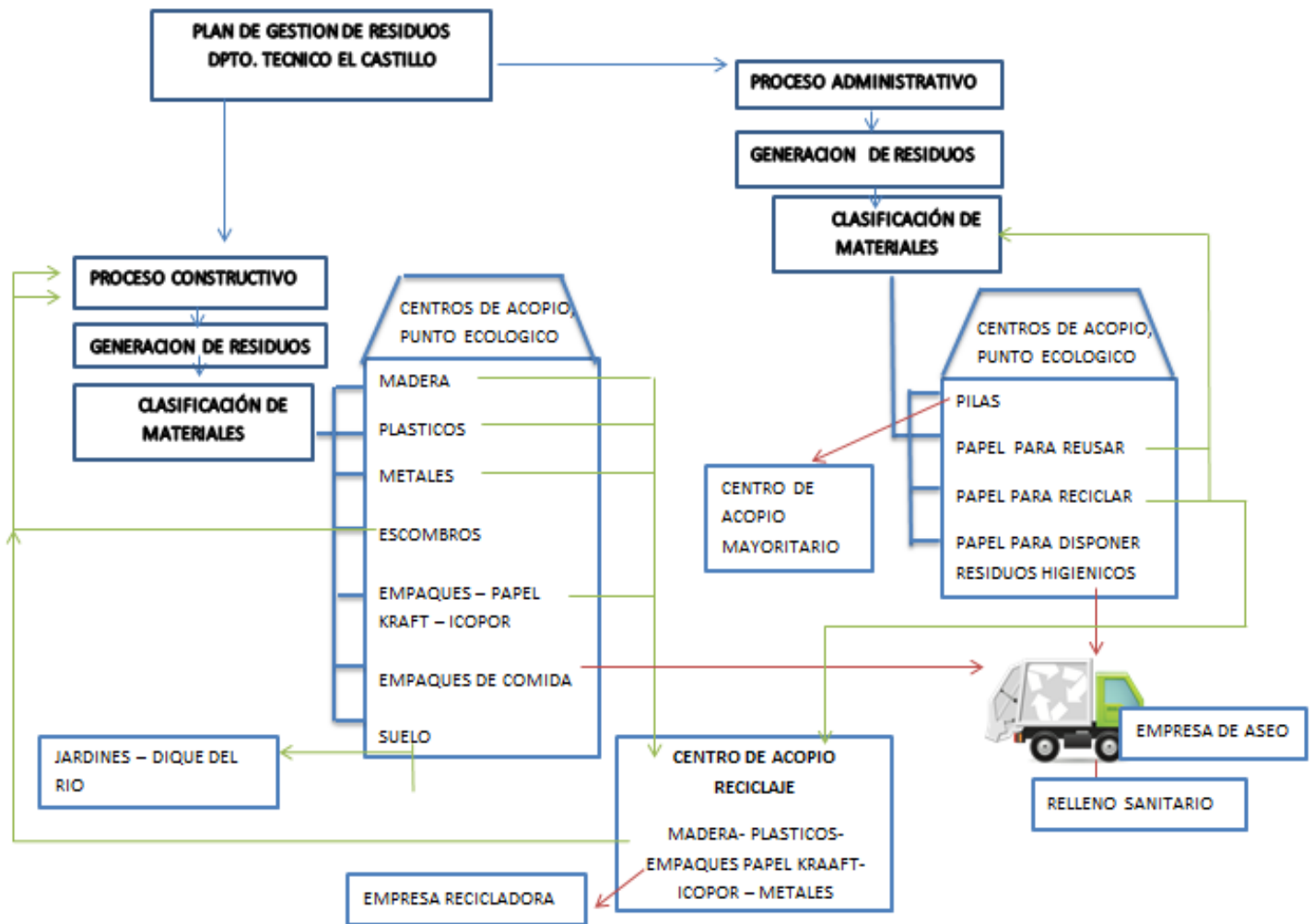


Figura 8. Estructura del plan de gestión ambiental para el Dpto. Técnico – Constructora El Castillo

Antes de implementar el plan de gestión de residuos sólidos es necesaria la instalación de los centros de acopio y puntos ecológicos. También es indispensable haber desarrollado el plan de educación ambiental antes descrito.

- **TRATAMIENTO AGUAS DEL CORTE DE LADRILLO**

En el proceso constructivo utilizan una herramienta adicional para cortar ladrillo, la cual genera considerables cantidades de agua residual con una gran cantidad de sólidos suspendidos, como se puede observar en la Figura 9. Se propone hacer un ciclo cerrado en el manejo de esta agua, mediante una estructura que le permita recolectar el agua residual in situ y llevar a cabo un tratamiento de coagulación para retirar en gran cantidad estos sólidos. Esta estructura debe ser portátil, pues cada vez que se inicia un nuevo proyecto de construcción se debe trasladar la cortadora a la ubicación del proyecto.



Figura 9. Sección de corte de ladrillo, campamento de construcción – Constructora El Castillo

Se propone un canal para la recolección del agua residual que esté conectado a la cortadora (β) y a las láminas de zinc (γ) en donde se escurrirá el ladrillo cortado, también un recipiente metálico (δ) que pueda ser

introducido dentro de barriles en donde se recoge el agua, como se muestra en la Figura 10, este tiene la forma de un tronco de cono, esta geometría favorece una mayor concentración de lodos para que posteriormente sean retirados. Se propone que los lodos sean utilizados en relleno para vías o sea donado alguna fábrica de ladrillos, pues según Torres *et al.* (2012), este lodo puede reemplazar algunos componentes utilizados para la fabricación de ladrillos cerámicos.

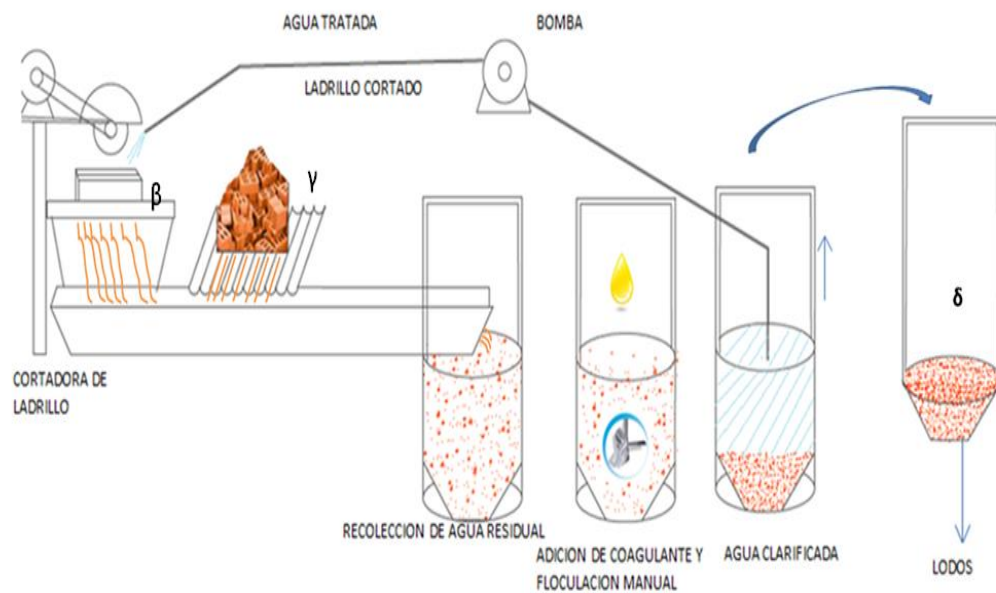


Figura 10. Sistema de reutilización de agua en el corte de ladrillo

14.PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL DEPARTAMENTO TÉCNICO

En la Tabla 4 se muestra el Plan de Gestión Ambiental construido a partir de la compilación de los aspectos ambientales que por los anteriores análisis (a los actores, a la matriz de Leopold y al marco legal), se consideran preponderantes. Se plantean los objetivos ambientales teniendo en cuenta los aspectos ambientales y los objetivos estratégicos de la empresa, enlazados a estos se construyeron las metas e indicadores ambientales para poder medir los resultados, es decir fijar el desempeño ambiental del Dpto. Técnico de la Constructora EL CASTILLO. También se establecen las actividades claves para el logro de las diferentes metas. A estas actividades no les fue fijada una fecha, puesto que la empresa no tiene determinado el plazo para empezar a desarrollarlas. En la Tabla también estipulan los responsables, con el fin de que el compromiso sea más centralizado y finalmente se proponen los posibles recursos que puede utilizar la empresa para desarrollar las actividades y de esta manera lograr las metas y los objetivos ambientales.

Tabla 4. Programa de Gestión Ambiental para el Departamento Técnico de la Constructora EL CASTILLO

Aspecto	Objetivo Ambiental	Metas e indicadores	Actividades claves requeridas	Responsable	Recursos
Generación de residuos sólidos en las oficinas	- Consolidar la gestión de los residuos de papel a partir de su reducción en la fuente, clasificación, reusó reciclaje y disposición final - Establecer actividades para el buen manejo de los residuos sólidos generados en las oficinas del dpto. técnico	- incrementar a más del 50% el papel recuperado <i>Índice Recuperación de papel IRP</i> $IRP = \frac{(papel\ reusado + p.\ reciclado) (Kg/mes)}{Total\ papel\ consumido\ en\ el\ mes (Kg/mes)} * 100$ - Disminuir por debajo del 40% el papel dispuesto <i>Indicador consumo de papel (ICP)</i> $ICP = \frac{Papel\ dispuesto (Kg/mes)}{Total\ papel\ consumido\ en\ el\ mes (Kg/mes)} * 100$ - recuperación de más del 50% de los residuos <i>Indicador recuperación de residuos de oficina (IRO)</i>	<u>Uso de papel:</u> - fotocopiar e imprimir por doble cara - Reducir el tamaño de los documentos al imprimir o fotocopiar - Elegir tamaño de fuente pequeños - correcto funcionamiento de fotocopadoras e impresoras - reutilizar el papel usado por una cara <u>En la disposición:</u> - caracterizar los residuos sólidos y cuantificarlos - establecer estrategias para la forma de reusó y reciclaje - acondicionar un espacio para el almacenamiento del material que pueda ser reciclado o en caso contrario dispuesto - implementar por los menos un punto ecológico en las	- Secretaria - Ingenieros - Jefe de seguridad industrial - Directora de obra - Interventoría - auxiliar de compras	- Campaña pedagógica para promover las buenas prácticas para reducir el consumo de papel - Mediante el convenio con la universidad del Valle se puede realizar un trabajo de pregrado para la caracterización de los residuos y las posibles estrategias de reusó o reciclaje

		$IRO = \frac{\text{Cantidad de residuos reciclado} + \text{reusados (Kg/mes)}}{\text{Cantidad de residuos generados (Kg/mes)}} \times 100$	oficinas		
Generación de residuos en el proceso constructivo: Desperdicio de materiales en el proceso constructivo: mezcla – relleno acrílico-madera-alambre de cobre – pvc	- Establecer un programa en el que se dicten acciones correctivas que impidan el desperdicio de las materias primas - potenciar el uso de materiales que causen un menor impacto negativo en el ambiente - Desarrollar acciones para promover el respeto y protección del ambiente entre trabajadores y contratistas	- Disminuir la cantidad de residuos peligrosos generados por año Indicador Gestión de Respel (IGR) CRPA: Cantidad de Residuos Sólidos Año Anterior CRPAc= Cantidad de Residuos Sólidos Año Actual $IGR = \frac{CRPA(Kg/año) - CRPAc (Kg/año)}{CRPA(Kg/año)}$ - recuperación de más del 70% de los residuos no peligrosos Indicador recuperación de residuos no peligroso (IGNR)	- Crear un plan para el manejo de residuos sólidos: - caracterizar los residuos - cuantificar los residuos según su clasificación - analizar que materiales se pueden cambiar por otros que eviten la generación de residuos - investigar estrategias para el reusó y la mejor disposición de los residuos	- Directora de obra - Ingenieros - Jefe de seguridad industrial - Arquitectos - Empresas contratistas	- Campaña pedagógica para promover las buenas prácticas en las diferentes etapas del proceso de construcción y así disminuir los residuos generados - Mediante el convenio con la universidad del valle se puede realizar un trabajo de pregrado para la elaboración del plan de manejo de residuos solidos - Consolidación de la iniciativa de la empresa ... para el manejo del material reciclado

		IGNR $= \frac{\text{Cantidad de residuos reciclado} + \text{reusados (kg)}}{\text{Cantidad de residuos generados (kg)}} * 100$ - Sensibilizar al 100% del personal que trabaja en la constructora Indicador Capacitación Personal (ICP) $ICP = \frac{\# \text{ personal capacitado}}{\# \text{ total personal empresa}} * 100$			
Escurrimiento de sustancias toxicas provenientes del mal almacenamiento, corte de ladrillos	- Gestionar las aguas residuales que se generen en el proceso constructivo	- 0 kg de material averiado en el almacén en el mes Índice material averiado $IMA = \frac{\text{Cantidad de material averiado (Kg)}}{\text{mes}}$ - tratar el 80% del agua generada en el corte de ladrillo (CL) Índice agua tratada corte ladrillo $IATCL = \frac{\text{Agua tratada (m}^3\text{/mes)}}{\text{Consumo de Agua Total en CL (m}^3\text{/mes)}} * 100$	- optimizar las instalaciones del lugar de almacenamiento para evitar el escurrimiento de sustancias toxicas - gestionar recursos económicos dentro de la empresa para la gestión de las aguas residuales	- Directora de obra - Almacenista	- personal de la empresa como arquitectos e ingenieros para la propuesta de modificación del almacén - Mediante el convenio con la universidad del Valle se puede realizar un trabajo de pregrado para la elaboración del plan de manejo de las aguas residuales producto del corte de ladrillo

Remoción de suelo y afectación de ecosistemas terrestres	- Subsanan el impacto provocado por la remoción de suelo	- Destinar más del 10% del lote de cada vivienda para zonas verdes $IZV = \frac{\text{porcion de lote zona verde } m^2}{\text{total lote } m^2}$ - alcanzar un 100% en el índice de reparación ecosistemas terrestres Índice de Reparación de Ecosistemas Terrestres $IRET = \frac{n\# \text{ de arboles sembrados}}{n\# \text{ arboles talados}}$	- el área de arquitectura diseñe de forma eficiente las zonas verdes que permitan la permeabilización del terreno donde esta cada vivienda - el área de arquitectura diseñe senderos ecológicos dentro de las urbanizaciones y zonas verdes para la oficina del dpto. Técnico	- Directora de obra - Arquitectos	- nuevas ideas y tecnologías propuestas por la academia, como por ejemplo el Solar Decathlon
Contaminación atmosférica	- Disminuir la contaminación atmosférica en el campamento constructivo y en las oficinas del dpto. Técnico	- alcanzar un 100% el reemplazo del uso de las bicicletas por vehículos (fuentes móviles de contaminación), que circulan por el dpto. Técnico del Castillo (trayecto oficinas – campamento de construcción) Índice de Bicitransporte $IBT = \frac{N\# \text{ bicicletas usadas/persona}}{N\# \text{ vehiculos /persona}}$	- Motivar al personal de la constructora para que utilice bicicletas para movilizarse desde las oficinas a campamento de construcción. - compra de bicicletas - En un futuro implementar maquinaria que funcione con combustibles menos perjudiciales para el ambiente	- Directora de obra - Personal del Dpto. Técnico propietaria de vehículos	Normas recientes como - La ASTM D7467-08 - La ASTM D975-08a Según estas la mezcla de combustible fósil (95%) y biodiesel (5%) permite cumplir con las normativas de emisiones y garantizan el buen funcionamiento

					de los motores diésel todo terreno. (Biocombustibles, 2011). - Campaña pedagógica para el uso de las bicicletas.
Consumo de energía eléctrica	-Establecer estrategias para reducir el consumo de energía eléctrica	- Disminuir más de un 30% la cantidad consumida de energía por año Indicador Energía Consumida (IEC) ECA: Energía consumida año Anterior ECAc: Energía consumida año Actual $IEC (\%) = \left(\frac{ECA \left(\frac{kWh}{año} \right) - ECAc \left(\frac{kWh}{año} \right)}{ECA \left(\frac{kWh}{año} \right)} \right) * 100$ - Ejecutar el 100% de las actividades programadas para disminuir los accidentes y morbilidad de los trabajadores Índice de Actividades	- Acondicionar las oficinas con un diseño arquitectónico bioclimático - instalar productos ahorradores de energía: bombillos, estufa a gas, usar café instantáneo en vez de cafetera, - aplicar practicas ahorrativas como: Desconectar electrodomésticos de poco uso, apagar las luces cuando salga de la oficina, revisar posibles daños en la red eléctrica.	- Secretaria - Ingenieros - Jefe de seguridad industrial - Auxiliar de seguridad industrial - Directora de obra - Interventoría - auxiliar de compras - Aseadora	- diseño bioclimático - multas pedagógicas - Campañas pedagógicas para fomentar las prácticas para el ahorro de energía eléctrica

		$IA = \frac{\text{Actividades Ejecutadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$			
Consumo de agua potable	- Fomentar el uso racional del agua y su importancia para la vida	- Disminuir el consumo de agua en un 30% <i>Índice de Consumo de agua Anual</i> CAA: Consumo de Agua Año Anterior CAAc: Consumo de Agua Año Actual $ICAg = \frac{CAA - CAAc}{CAA}$ - Ejecutar el 100% de las actividades programadas para disminuir los accidentes y morbilidad de los trabajadores <i>Índice de Actividades</i> $IA = \frac{\text{Actividades Ejecutadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$	- instalar productos ahorradores de agua: Ahorradores para lavaplatos y duchas, griferías temporizadas, Inodoros ahorradores - Instalar un sistema para recoger el agua lluvia, que puede ser utilizada para el corte de ladrillo - aplicar practicas ahorrrativas como: Cerrar la llave del agua mientras se cepillan los dientes, se enjabonan las manos, platos etc. Revisar posibles daños en las instalaciones hídricas	-Secretaria - Ingenieros - Jefe de seguridad industrial - Auxiliar de seguridad industrial - Directora de obra - Interventoría - auxiliar de compras - Aseadora	- Multas pedagógicas - Campañas pedagógicas a todo el personal del departamento técnico sobre el uso eficiente del agua
Accidentalidad y salud	- garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores	- Disminuir el número de accidentes por año a 0 <i>Índice de Accidentalidad</i>	- equipar a todo el personal con el equipo básico de seguridad - Realizar una exhaustiva	- Jefe de seguridad industrial - Auxiliar de	- inducción de seguridad - certificado en altura - construcción de

		$IA = No. \text{ Accidentes/año}$ - Ejecutar el 100% de las actividades programadas para disminuir los accidentes y morbilidad asociada a condiciones de higiene en el trabajo Índice de Actividades $IA = \frac{Actividades \text{ Ejecutadas}}{Actividades \text{ Programadas}} * 100$	investigación de los accidentes de trabajo para detectar las causas. - a través de vigilancia específica a la salud de los trabajadores con patologías o antecedentes que puedan predisponerlos a accidentes - campaña de higiene y buen manejo de los residuos	seguridad industrial - “SISOS”	baño para cada empresa contratista - multas pedagógicas
Incumplimiento de normatividad	- Adecuar las instalaciones para que garanticen las condiciones salubridad	- Cumplir con más del 90% de las normatividad ambiental aplicable para la empresa Indicador Normatividad Ambiental (INA) $INA (\%) = \frac{\# \text{ Normas Cumplidas}}{\# \text{ Total de Normas Ambientales}} * 100$	- Gestionar los recursos económicos dentro de la empresa para las pruebas - realizar la pruebas de necesarias para comprobar si se cumple o no con la normatividad - Implementar los diferentes planes de gestión ambiental	- Directora de obra - Jefe de seguridad industrial - Gerentes de empresas contratistas	- Implementación de un Sistema de gestión ambiental en el que haya un control y retroalimentación permanente.

Fuente: Adaptado de Poveda et al. (2015)

15.RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa la creación del área de gestión ambiental dentro del Dpto. Técnico, para que se encargue del desarrollo y control de los diferentes planes.
- Se deben elaborar los diferentes direccionamientos desde la gerencia de la constructora para que en toda la empresa implemente un sistema de gestión integral de los residuos sólidos
- Mejorar las instalaciones de descanso de los trabajadores, como también las instalaciones sanitarias, para propender un entorno saludable y armónico para que desempeñen su trabajo en las mejores condiciones.
- Se recomienda que en la elaboración de un plan de educación ambiental que incluya a todos los trabajadores, desde la gerencia hasta el personal de aseo.
- Se recomienda a la constructora trabajar en conjunto con la empresa prestadora de servicio de alcantarillado para dar solución al problema de olores e inundaciones, pues según lo encontrado empíricamente en las visitas, esto se debe a conexiones erradas, se detectó la presencia de agua residual en los canales de agua lluvia (en una semana sin lluvia). Se sugiere realizar una inspección planeada y metódica para la identificación del origen de estas descargas erradas para su futura corrección.

16. CONCLUSIONES

- El aspecto ambiental más crítico identificado en este proyecto, fue la generación de residuos sólidos, sin embargo estrategias tales como la reintegración de materiales a los procesos, reciclaje, utilización de materiales menos tóxicos y/o hasta practicas sistematizadas que impidan el desperdicio de materiales, pueden representar estrategias para minimizar este impacto.
- Otros aspectos ambientales identificados como críticos en los procesos constructivos fueron: el consumo de energía eléctrica y emisiones de CO₂ como consecuencia de la quema de combustible fósil. La implementación de un plan de educación ambiental donde se promuevan prácticas para hacer un uso eficiente de estos recursos (energía eléctrica y fósil) permitirán reducir los impactos en el ambiente. También se recomienda para las maquinarias el uso de biodiesel, el cual puede reducir en aproximadamente un 70% las emisiones de CO₂.
- La participación de los actores facilita la identificación de los aspectos ambientales de mayor relevancia, también facilitara la implementación de las estrategias para mejorar el desempeño ambiental, puesto que gracias a la participación de los actores, estos comprendieron y se apropiaron del problema.
- La construcción es una fuerza dinámica que mueve el desarrollo social y económico en Colombia, sin embargo requiere de una mayor atención puesto que existen muy pocos recursos que permitan que las empresas constructoras puedan mejorar su desempeño ambiental, lo que puede representar un obstáculo para su internacionalización puesto que la variable ambiental es fundamental en el entorno empresarial actual.

17. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, H., Vásquez, A. y Ramírez, A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia, Revista Gestión y Ambiente, Vol. 15 (1), 105-118, Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/31618/1/30825-111602-1-PB.pdf>

AMVA, 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.

Barón C. (2010). Arquitectura de Containers, A+V, Madrid, España.

Bengochea A. (2010), Dimensión medioambiental de la RSC: Colección Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa, Netbiblio, España.

“Biocombustibles” (Julio, 2012) [en línea], EMB Construcción, [consulta: 28 de Octubre del 2015]. Recuperado de: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=29&edi=1&xit=biocombustibles-la-alternativa-verde-para-la-maquinaria-pesada>

Bureau Veritas. (2008), Manual Para La Formación en Medio Ambiente, Lex Nova, España.

Campos, A. (2005), Mapas conceptuales, mapas mentales: y otras formas de representación del conocimiento, MAGISTERIO, Bogotá D.C., Colombia.

CCCS - Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (s.f), [En línea] Recuperado de: <http://www.cccs.org.co/nosotros/acerca-de>

Constructora El Castillo (2015), Hoja de Vida de La Constructora El Castillo, Jamundí, Colombia.

DAMA, Departamento Técnico Administrativo Del Medio Ambiente (2003), Política de producción sostenible para el distrito capital, Bogotá, Colombia. [En línea] Recuperado de página web Secretaria distrital de Ambiente como: <http://ambientebogota.gov.co/documents/21288/0/Pol%C3%ADtica+de+Producci%C3%B3n+Sostenible.pdf>

Daza, P. (2010), Diagnóstico rápido para empresas del sector de la construcción que permite posteriormente implementar un sistema de gestión ambiental (sga), Pontifica Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Fúneque C. (2007). Producción limpia, contaminación y gestión ambiental, Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia.

Gobernación del Valle. (2011), INICIATIVAS DEL VALLE DEL CAUCA PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2010-2014 "PROSPERIDAD PARA TODOS", Santiago de Cali, Colombia.

Gonzales V. (2013), Análisis de La Implementación de políticas de RSE en constructoras (ISO 14001 Y OSHAS 18001), Universidad Icesi, Cali, Colombia.

Granero, J. y Ferrando, M. (2011). Como implantar un sistema de gestión ambiental: Según la norma ISO 14001:2004 (3ª ed.), FUNDACIÓN CONFEMETAL. Madrid, España.

IDU, Instituto de Desarrollo Urbano. (s.f). Gestión ambiental [Consulta: 19 de Febrero 2015]. Recuperado de: http://www.idu.gov.co/web/guest/entidad_ambiental

IDEA, Instituto de Estudios Ambientales (s.f). Que se entiende por educación ambiental, Universidad Nacional, Bogotá D.C. [Consulta: 23-October-2015] Recuperado de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007225/lecciones/capitulo1/04-queeseentiende.htm>

ICONTEC (2004), INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Norma Técnica Colombiana ISO 14001 (2004). Bogotá D.C. [Consulta: 23-Septiembre-2014] Recuperado de la página Web del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, como: www.mincit.gov.co/descargar.php?id=71438

ISO (s.f) [en línea], ISO 14000 - Gestión ambiental, [Consulta: 30 de Noviembre 2014]. Recuperado de: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

ISO (s.f) [en línea], Normas, [Consulta: 30 de Noviembre 2014]. Recuperado de: <http://www.iso.org/iso/home.html>

Leopold L. Clarke F. y Hanshaw (1971), A procedure for evaluating environmental impact

Mera H. y Piñeros O. (2012) Diagnóstico rápido para empresas del sector de la construcción que permite posteriormente implementar un sistema de gestión ambiental (sga), Universidad ICESI, Cali, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla para la identificación de aspectos ambientales en los procesos de la constructora El Castillo

Etapa (nombre)	Descripción	Entradas (materiales)	Salidas (residuos)	Aspectos Ambientales Identificados						
				Degradación, erosión y revenimiento del suelo	Contaminación atmosférica por la quema de combustible fósil.	Generación, acumulación o disposición inadecuada de residuos solidos	Generación, acumulación o disposición inadecuada de aguas residuales	Uso inadecuado de Sustancias peligrosas	Alteración de ecosistemas	Consumo de energía
Otros aspectos identificados:										

Anexo2. Listado de factores tenidos en cuenta para la matriz de Leopold

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS			
A.1 TIERRA			
a.	Recursos minerales	d.	Geomorfología
b.	Material de construcción	e.	Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c.	Suelos	f.	Factores físicos singulares
A.2 AGUA			
a.	Superficiales	e.	Temperatura
b.	Marinas	f.	Recarga
c.	Subterráneas	g.	Nieve, hielos y heladas
d.	Calidad		
A.3 ATMÓSFERA			
a.	Calidad (gases, partículas)	c.	Temperatura
b.	Clima (micro, macro)		
A.4 PROCESOS			
a.	Inundaciones	e.	Sorción (intercambio de iones, complejos)
b.	Erosión	f.	Compactación y asentamientos
c.	Deposición (sedimentación y precipitación)	g.	Estabilidad
d.	Solución	h.	Sismología (terremotos)
		i.	Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS			
B.1 FLORA			
a.	Árboles	f.	Plantas acuáticas
b.	Arbustos	g.	Especies en peligro
c.	Hierbas	h.	Barreras, obstáculos
d.	Cosechas	i.	Corredores
e.	Microflora		
B.2 FAUNA			
a.	Aves	f.	Microfauna
b.	Animales terrestres, incluso reptiles	g.	Especies en peligro
c.	Peces y mariscos	h.	Barreras
d.	Organismos bentónicos	i.	Corredores
e.	Insectos		
C. FACTORES CULTURALES			
C.1 USOS DEL TERRITORIO			
a.	Espacios abiertos y salvajes	f.	Zona residencial
b.	Zonas húmedas	g.	Zona comercial
c.	Selvicultura	h.	Zona industrial
d.	Pastos	i.	Minas y canteras
e.	Agricultura		
C.2 RECREATIVOS			
a.	Caza	e.	Camping
b.	Pesca	f.	Excursión
c.	Navegación	g.	Zonas de recreo
d.	Zona de baño		
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO			
a.	Vistas panorámicas y paisajes	f.	Parques y reservas
b.	Naturaleza	g.	Monumentos
c.	Espacios abiertos	h.	Especies o ecosistemas especiales
d.	Paisajes	i.	Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e.	Agentes físicos singulares	j.	Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL			
a.	Modelos culturales (estilos de vida)	c.	Empleo
b.	Salud y seguridad	d.	Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA			
a.	Estructuras	d.	Disposición de residuos
b.	Red de transportes (movimiento, accesos)	e.	Barreras
c.	Red de servicios	f.	Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS			
a.	Salinización de recursos hidráulicos	e.	Salinización de suelos
b.	Eutrofización	f.	Invasión de maleza
c.	Vectores, insectos y enfermedades	g.	Otros
d.	Cadenas alimentarias		
E. OTROS			

Fuente: Leopold et al (1971)