

IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE MAQUINARIA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

**JEISON SNEIDER GALINDO RUIZ
HAROLD DUVÁN SILVA NÚÑEZ**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ
2016**

**IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE MAQUINARIA
EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

**HAROLD DUVÁN SILVA NÚÑEZ
JEISON SNEIDER GALINDO RUIZ**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
Javier Valencia
Ingeniero**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ
2016**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5 CO)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre para:



Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y crear a partir del material

El licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe darle crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con fines comerciales.

No hay restricciones adicionales — Usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Aviso:

Usted no tiene que cumplir con la licencia para los materiales en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una excepción o limitación aplicable.

No se entregan garantías. La licencia podría no entregarle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como relativos a publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar la forma en que utilice el material.

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

Bogotá, mayo, 2016

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES	15
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1 Planteamiento y Descripción del Problema	16
1.2.2 Formulación del Problema	18
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.4 MARCO DE REFERENCIA	18
1.4.1 Marco Teórico	18
1.4.1.1 Impacto Ambiental	18
1.4.1.2 Tipos de Impactos Ambientales	19
1.4.1.3 Causas	20
1.4.1.4 Principios de Evaluación Ambiental	20
1.4.2 Marco Conceptual	21
1.5 OBJETIVOS	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos Específicos	22
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	22
1.6.1 Alcances	22
1.6.1 Limitaciones	23
1.7 METODOLOGÍA	23
1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	24
1.9 PRODUCTOS A ENTREGAR	24
1.10 INSTALACIONES Y EQUIPOS REQUERIDOS	25
1.11 PRESUPUESTO DEL TRABAJO Y RECURSOS FINANCIEROS	25
1.12 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN	26
2. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	27
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MEDIO ABIÓTICO	27
2.1.1 Suelo	27
2.1.2 Aire	28
2.1.3 Agua	28
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MEDIO BIÓTICO	29
2.2.1 Flora	29
2.2.2 Fauna	30
2.2.3 El ruido, los gases y el polvo	30
2.3 TIPOS DE IMPACTOS	31

	pág.
2.4 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	32
2.5 IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA	36
2.5.1 Área de Influencia Directa (AID)	36
2.5.1.1 Área de Influencia Directa Física	37
2.5.1.2 Área de Influencia Directa Biótica (AIDB)	37
2.5.1.3 Área de Influencia Directa Socioeconómica y Arqueológica Cultural	37
2.5.2 Área de Influencia Indirecta (AIi).	37
2.5.2.1 Área de Influencia Indirecta Biótica	38
3. CARACTERIZACIÓN DE MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN Y SU IMPACTO AMBIENTAL	39
3.1 CLASIFICACIÓN DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN	39
3.2 DESCRIPCIÓN IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS MAQUINAS DE CONSTRUCCIÓN	43
3.2.1 Generación de Material Particulado	43
3.2.2 Generación de Emisiones Atmosféricas	44
3.2.3 Generación de Ruido o Emisiones Acústicas	45
3.2.4 Generación de Vibraciones	46
3.2.5 Alteraciones del Suelo	46
3.2.6 Contaminación del Agua Superficial	47
3.2.7 Afectación de la Transitabilidad (peatonal y vehicular)	48
4. MANEJO AMBIENTAL DE MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN	49
4.1 MEDIDAS DE MANEJO DE IMPACTOS GENERADOS POR MAQUINARIAS	50
4.2 PROGRAMAS DE CONTROL DE IMPACTOS	51
4.2.1 Control de Emisiones Atmosféricas Relacionados con el uso de Maquinarias de Construcción	51
4.2.1.1 Recomendaciones para la Reducción de la Emisión Fugitiva de Material Particulado	52
4.2.1.2 Recomendaciones para la Reducción de la Emisión de Gases de Combustión	52
4.2.2 Recomendaciones para la Reducción en la Generación de Ruido	53
4.2.3 Recomendaciones para la Generación de Vibraciones	54
4.2.4 Recomendaciones para las Alteraciones del Suelo	54
4.2.5 Recomendaciones para Disminuir la Afectación de la Transitabilidad (peatonal y vehicular)	55
4.3 ANALISIS GENERAL DE RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO AMBIENTAL EN EL USO DE MAQUINARIAS EN CONSTRUCCIONES CIVILES	56

	pág.
5. ANÁLISIS DEL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL USO DE MAQUINARIAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN ESTUDIO DE CASO	57
5.1 PROPÓSITO DEL ESTUDIO DE CASO	57
5.2 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO CULTURAL INTEGRADO DEBORA ARANGO EN LA CIUDAD DE ENVIGADO	57
5.2.1 Generalidades del Plan	57
5.2.1.1 Descripción de Actividades de Manejo para el Uso de Maquinarias	58
5.2.1.2 Medidas Preventivas y de Control de Impactos Ambientales Producidos Maquinarias Durante la Etapa de Construcción del Proyecto	59
5.3 INFORME DE GESTIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN CENTRO CULTURAL	60
5.4 COMPARACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL USO DE MAQUINARÍA DEL PROYECTO CONSTRUCCION I ETAPA CCI DÉBORA ARANGO MUNICIPIO DE ENVIGADO Y UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	64
5.4.1 Comparación Identificación de Impactos y Medidas de Manejo, prevención y control Por el Uso de Maquinarias en el Proyecto Construcción I etapa CCI Débora Arango municipio de Envigado y un Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca	67
5.5 RECOMENDACIONES DE MEJORAMIENTO	70
6. CONCLUSIONES	71
7. RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	76

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa metodología de estudio	24
Figura 2. Material Particulado Generado por Maquinarias de Construcción	44
Figura 3. Generación de Emisiones Atmosféricas por el Uso de Maquinas de Construcción	45
Figura 4. Generación de Ruido o Emisiones Acústicas por Máquinas de construcción	46
Figura 5. Contaminación del Suelo por Derrames de Aceites y Sustancias de las Máquinas de Construcción	47
Figura 6. Contaminación del Agua por Derrames	47
Figura 7. Afectación de la Movilidad y Transitabilidad por Máquinas de Construcción	48
Figura 8. Uso de Maquinarias sin Aislamientos Sonoros	63

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Cronograma de Actividades	24
Cuadro 2. Productos a Entregar	25
Cuadro 3. Productos Entrega Final	25
Cuadro 4. Presupuesto	26
Cuadro 5. Descripción de Impactos ambientales más comunes, que se generan en las diferentes actividades constructivas	33
Cuadro 6. Clasificación de Maquinarias de Construcción y su Impacto Ambiental	40
Cuadro 7. Impactos que Generan las Máquinas de Construcción	43
Cuadro 8. Actividades de Manejo para el Uso de Maquinarias	58
Cuadro 9. Medidas Preventivas y de Control de Impactos Ambientales Producidos por Maquinarias	59
Cuadro 10. Informe de Aplicación de Normatividad	61
Cuadro 11. Comparativo planes de Manejo Ambiental Proyecto Estudio de Caso Tipo II Vs. Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca Tipo I	65
Cuadro 12. Comparación Identificación de Impactos y Medidas de Manejo, prevención y control Por el Uso de Maquinarias en el Proyecto Construcción I etapa CCI Débora Arango municipio de Envigado y un Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca.	68
Cuadro 13. Formato Plan de Manejo Ambiental Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca	69

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Plan de Manejo Ambiental Construcción Centro Cultural Integrado Debora Arango de Envigado	76
Anexo B. Informe de Gestión Ambiental Construcción Centro Cultural Integrado Debora Arango de Envigado	77
Anexo C. Plan de Manejo Ambiental Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca	78

GLOSARIO

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA: corresponde al área comprendida por todas las zonas de intervención de obras, todos los campamentos, centros de acopio e instalaciones temporales y zonas verdes adyacentes al frente de intervención. Se define como el espacio físico, biótico y socioeconómico susceptible de sufrir alteraciones directas, ya sea positivas o negativas como consecuencia del desarrollo de las diferentes actividades relacionadas con la etapa de construcción del proyecto. Esta área geográfica corresponde a la zona aledaña al perímetro del proyecto.

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA: corresponde al área comprendida por las vías autorizadas como desvíos, las vías usadas para el transporte de escombros y materiales y puntos en los que por exigencia del Plan de Manejo de Tráfico se han instalado señales. Corresponde al espacio físico, biótico y socioeconómico susceptible de sufrir alteraciones indirectas, ya sean positivas o negativas como consecuencia del desarrollo de las diferentes actividades relacionadas con la etapa de construcción del proyecto, esta afectación no es inmediata.

ASPECTO AMBIENTAL: elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente.

DERRAMES: este evento puede ocurrir durante las operaciones de abastecimiento de combustible a la maquinaria dentro de la obra y la manipulación de otros materiales en ella.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS: estudio que permite caracterizar el medio ambiente en el cual se plantea el desarrollo de un proyecto para determinar cuál es la mejor alternativa técnica, ambiental y económica para el diseño y ejecución del mismo.

EMISIÓN FUGITIVA: es la emisión ocasional de material contaminante.

EQUIPOS: generadores y dispositivos que se necesitan para llevar a cabo tareas en el frente de obra.

ESCORRENTÍA: caudal generado por el agua lluvia que fluye por la superficie del terreno.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieran licencia.

EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA: proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales de propuestas de iniciativas de políticas, planes o programas para asegurar que ellas se incluyan totalmente y hayan sido tratadas apropiadamente en las fases más tempranas factibles de la toma de decisiones, al mismo nivel que las consideraciones sociales y económicas.

GESTIÓN AMBIENTAL: es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

IMPACTO AMBIENTAL: Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso, o benéfico, total o parcial como resultado de un proyecto, obra o actividad.

MAQUINARIA: cualquier aparato que transmite o modifica algún tipo de energía. Una máquina se puede definir como un conjunto de piezas móviles e inmóviles que por efecto de sus enlaces son capaces de realizar un trabajo.

MATERIAL PARTICULADO: son partículas sólidas que se liberan en granos finos, que flotan en el aire por acción de la gravedad, antes de depositarse. Estas se presentan generalmente en trabajos de pulido, triturado, perforación lijado, molienda, minería, cemento, etc. Este a su vez se divide en dos grupos que son: Polvo orgánico y Polvo Inorgánico.

MEDIDAS DE MANEJO: las medidas de manejo ambiental, son todas aquellas acciones orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados por el desarrollo de una actividad productiva. Es decir, atenúan o eliminan el valor final del impacto ambiental, y/o eliminan o controlan los procesos desencadenados por el mismo.

MEDIO AMBIENTE: es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

PLANES DE IMPLANTACIÓN: previene y mitiga impactos en áreas reducidas del entorno urbano en equipamientos de escala metropolitana y urbana.

PLANES DE REGULACIÓN Y MANEJO: fijan las condiciones para el óptimo funcionamiento de los usos dotacionales, y son requisito para la expedición de licencias de dotacionales metropolitanos, urbanos y zonales.

PROGRAMA: conjunto de acciones que permiten administrar de manera ecoeficiente una obra.

REMEDIACIÓN: conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para reducir o eliminar los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

RIESGO AMBIENTAL: posible fuente o circunstancia de peligro o dificultad que pueda ocasionar efectos ambientales negativos. Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o acción humana que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.

ZONA DE MANEJO Y PRESERVACIÓN AMBIENTAL: franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica y destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua. Es la zona destinada para la transición entre la ciudad construida y el cuerpo de agua. Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como propósito investigar y analizar todo lo relacionado con los impactos ambientales que se producen por el uso de maquinaria en proyectos de construcción en Ingeniería Civil, para lo cual se llevó a cabo una revisión bibliográfica que permitió hacer la caracterización de impactos ambientales bióticos, abióticos y las fuentes de generación de los mismos, así como las áreas de influencia que son afectadas; igualmente se hace una descripción de las diferentes maquinarias, vehículos y equipos que son usados en obras de construcción y se describen en detalle cada uno de los impactos y efectos que éstas generan a nivel ambiental y social; una vez realizada esta caracterización se describen las medidas de control, prevención y mitigación que se deben aplicar para cada uno de los impactos identificados, estas etapas de la investigación fueron desarrolladas con el uso de diferentes guías y manuales de gestión ambiental diseñados por entes gubernamentales distritales y nacionales encargados de la regulación y control del sector de la construcción. Finalmente, y para determinar si en la actualidad se aplican los procesos de identificación, valoración y manejo de impactos ambientales generados por las maquinarias, se hace un estudio de caso, en el cual se toma un proyecto constructivo analizando la gestión ambiental que llevó a cabo en su proceso de planificación y ejecución, haciendo hincapié en lo que a las maquinarias se refiere, luego se toman este proyecto y uno de mayor magnitud para comparar el proceso de identificación de impactos y planes de manejo ambiental de cada uno por el uso de maquinarias, esto con el fin de determinar si hace falta medidas de mejora en cuanto al manejo ambiental de este tipo de equipos para su uso en proyectos de construcción.

Palabras claves: IMPACTO AMBIENTAL, MANEJO AMBIENTAL, MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN, MEDIDAS DE CONTROL.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha producido un gran impacto ambiental debido al cambio avanzado en la tecnología y la maquinaria empleada para la ejecución de cualquier obra de ingeniería, por ello el sector de la construcción y la industria deben afrontar una deuda aún pendiente relacionada con las formas de extraer, transportar y manipular materiales propios del sector debido a que al realizar estas prácticas se alteran las condiciones normales de la biosfera.

El resultado de este cambio se produce por las distancias de obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción del proyecto de ingeniería, además de la escasez de los recursos naturales cercanos y por último por la emisión de contaminantes producidos o derivados de actividades de la construcción.

La influencia que ha tenido el sector de la construcción en el desarrollo de los territorios, debido a que se encuentra en interacción con el medio ambiente siendo prioritario el respeto y la conservación del mismo.

No obstante, el reto a superar por la industria de la Construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

La gestión ambiental es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país. El punto de partida es la identificación de aspectos ambientales y la evaluación y caracterización del impacto ambiental, en aras de analizar y evaluar los efectos y modificaciones que puede llegar a tener un sistema, organización, proyecto o sitio de construcción.

Esta investigación tiene como propósito identificar los impactos producidos por la implementación de maquinaria en procesos de la construcción en el medio ambiente.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La mitad de los materiales empleados en la industria de la Construcción proceden de la corteza terrestre, produciendo anualmente en el ámbito de la Unión Europea (UE) 450 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD); esto es, más de una cuarta parte de todos los residuos generados. Este volumen de RCD aumenta constantemente, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos, que en la actualidad es sólo de un 28% (en el caso de España, un 5%), lo que aumenta la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas.

En términos estadísticos, se puede decir que el sector de la Construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados.

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente.

Conocido es que los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde su primera fase; esto es, desde la extracción y procesado de materias primas, hasta el final de su vida útil; es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción o fabricación del material y por la del empleo o uso racional de estos materiales en la Edificación.

La fase de extracción y procesado de materias primas constituye la etapa más impactante, dado que la extracción de rocas y minerales industriales se lleva a cabo a través de la minería a cielo abierto, en sus dos modalidades: las canteras y las graveras.

El impacto producido por las canteras y graveras en el paisaje, su modificación topográfica, pérdida de suelo, así como la contaminación atmosférica y acústica, exigen un estudio muy pormenorizado de sus efectos a fin de adoptar las medidas correctoras que tiendan a eliminar o minimizar los efectos negativos producidos.

La fase de producción o fabricación de los materiales de construcción representa igualmente otra etapa de su ciclo de vida con abundantes repercusiones

medioambientales. Lo cierto es que en el proceso de producción o fabricación de los materiales de construcción, los problemas ambientales derivan de dos factores: de la gran cantidad de materiales pulverulentos que se emplean y del gran consumo de energía necesario para alcanzar el producto adecuado. Los efectos medioambientales de los procesos de fabricación de materiales se traducen, pues, en emisiones a la atmósfera de CO₂, polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertidos líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.

La fase de empleo o uso racional de los materiales, quizás la más desconocida pero no menos importante, dado que incide en el medio ambiente, en general; y, en particular, en la salud. Los contaminantes y toxinas más habituales en ambientes interiores y sus efectos biológicos -inherentes a los materiales de construcción en procesos de combustión y a determinados productos de uso y consumo- van desde gases como ozono y radón, monóxido de carbono, hasta compuestos orgánicos volátiles como organoclorados (PVC).

Por último, la fase final del ciclo de vida de los materiales de construcción coincide con su tratamiento como residuo. Estos residuos proceden, en su mayor parte, de derribos de edificios o de rechazos de materiales de construcción de obras de nueva planta o de reformas. Se conocen habitualmente como escombros, la gran mayoría no son contaminantes; sin embargo, algunos residuos con proporciones de amianto, fibras minerales o disolventes y aditivos de hormigón pueden ser perjudiciales para la salud. La mayor parte de estos residuos se trasladan a vertederos, que si bien en principio no contaminan, sí producen un gran impacto visual y paisajístico, amén del despilfarro de materias primas que impiden su reciclado¹.

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento y Descripción del Problema. El avance social implica procesos de urbanización, estas actividades están creciendo cada vez más en nuestro país gracias al desarrollo que la sociedad requiere, sin embargo este proceso de urbanización tiene sus consecuencias en la vida de las personas pero especialmente en el medio ambiente, ya que al desarrollar obras de construcción para urbanizar las diferentes regiones de un país se está alterando el normal desarrollo del medio ambiente, así mismo el uso de materiales y maquinarias también genera consecuencias casi siempre negativas, que si no son manejadas adecuadamente causan daños irreversibles, estas consecuencias son llamados impactos ambientales.

El proceso de crecimiento urbano acarrea a menudo un deterioro de las condiciones ambientales circundantes, producto de la ejecución de diversas obras civiles. Como lugar de crecimiento demográfico, actividad comercial e industrial, las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios

¹ ARENAS CABELLO, Francisco J. Los Materiales De Construcción Y El Medio Ambiente [en línea]. Andalucía: Centro Informático Científico [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <http://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html>

al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas. Esta situación es empeorada por el rápido crecimiento demográfico de las urbes.

Entre los impactos relevantes y conocidos de las grandes obras civiles, destaca la alteración del medio natural. La mayoría de las grandes obras se someten, en su fase de proyecto, a la evaluación de su impacto ambiental. La ejecución de grandes obras civiles tiene otro importante impacto sobre poblaciones y cultivos próximos, así como sobre el medio natural, que se deriva de la emisión de grandes cantidades de polvo y partículas².

De acuerdo con Metropól “Las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan recursos naturales renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; propician emisiones de CO₂, y, vierten al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes –agua, aire y tierra³.

Por otro lado, cuando se planea, diseña o construye una obra se debe prever daños y vigilar que las medidas propuestas para evitarlas, se pongan en marcha. Es por eso importante la evaluación ambiental estratégica y no atender las últimas partes de un proyecto ya que primero se debe partir de la planeación y anteproyecto para evitar impactos graves en la población y medio ambiente, esta planeación incluye lo que se llama un plan de manejo ambiental, sin embargo muchas obras civiles de construcción dejan en el papel los planes de manejo de impactos, y éstos no son controlados, lo que genera que se produzcan las afectaciones que ya se han mencionado.

Colombia cuenta con una legislación ambiental bastante fuerte pero que pocas empresas conocen y cumplen a cabalidad, por lo cual el Decreto 1299 de 2008 que reglamenta el artículo octavo de la Ley 1124 de 2007, expone la obligación de cada organización, para que desarrolle su actividad productora en el país, mediante la implementación y respeto por la norma ambiental, sin embargo en muchos casos no se cumple con lo establecido en las leyes durante la ejecución de las obras.

Por lo anterior la investigación que se va a desarrollar se orientará a identificar los impactos que se generan en el sector de la construcción por el uso de maquinarias, para determinar que si se está cumpliendo con los planes de gestión ambiental que formulan en sus estudios previos a la ejecución de las obras y analizar en qué medida se pueden mejorar esta situación.

² ANDRADE, Erick. Impacto Ambiental de Obras Civiles [en línea]. Bogotá: Civil Geeks [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://civilgeeks.com/2011/09/26/impacto-ambiental-de-obras-civiles/>>

³ METROPOL. Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción. Medellín: La Empresa, 2009. p. 7

1.2.2 Formulación del Problema. ¿Qué medidas se pueden tomar para el cumplimiento del manejo del impacto ambiental producido por el uso de maquinaria en el sector de la construcción?.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se lleva a cabo teniendo en cuenta que nuestra labor como futuros ingenieros civiles es cuidar y/o preservar el medio ambiente a pesar de las diferentes obras de construcción e infraestructura que se lleven a cabo como parte del progreso del país, para lo cual es importante conocer y entender la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ya que este es el método más efectivo para evitar las agresiones al medio ambiente y conservar los recursos naturales en la realización de proyectos.

Tener un completo conocimiento de cómo hacer una evaluación de impactos ambientales y saber cuáles son las fuentes generadoras de impactos se indispensable, para poder emprender medidas preventivas y correctivas, así mismo todo ingeniero debe ser consciente que el impacto no sólo se genera por el uso de materiales de diferentes características, sino que las maquinarias usadas para los trabajos de construcción también generan impactos, y por ello es que esta investigación puede generar un aporte significativo, al identificar ciertamente estos impactos, así como las medidas que en la actualidad se toman para prevenirlos y/o mitigarlos, y de esta forma poder formular estrategias de mejoramiento.

1.4 MARCO DE REFERENCIA

1.4.1 Marco Teórico.

1.4.1.1 Impacto Ambiental. Se define impacto ambiental como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas⁴.

Así mismo “El impacto ambiental es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. Por ejemplo, la contaminación del aire o de los mares con la basura o el petróleo, la

⁴ SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO. Impacto Ambiental y Tipos [en línea]. México: La Secretaria [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>>

contaminación acústica, las guerras, los desechos de la energía radioactiva, entre otros”⁵.

1.4.1.2 Tipos de Impactos Ambientales. Tradicionalmente, los tipos de impacto ambiental se clasifican por sus atributos y alcances, como carácter, duración, magnitud y reversibilidad, entre otros. Así, podemos mencionar las siguientes categorías

- Impacto positivo o negativo: Toma en cuenta si la acción resulta en un perjuicio o en un beneficio para el ambiente.
- Impacto directo o indirecto: Considera si existe un vínculo directo entre la acción ejercida y su consecuencia, o si la acción impacta sobre un primer componente del ambiente y este, a su vez, impacta en un segundo. Ejemplo del primer tipo: desaparición de una especie de ave que anida en determinada especie de árbol, por su tala indiscriminada; del segundo tipo: el uso de un herbicida que reduce la población de una especie vegetal de la que depende la población polinizadora.
- Impacto actual y potencial: Se refiere a si los efectos sobre el ambiente son ciertos e inmediatos o si solo existe la posibilidad de que ocurran en otro momento.
- Impacto acumulativo: Ocurre cuando el efecto de la acción se agrava de manera progresiva conforme transcurre el tiempo. Esto a menudo sucede porque no existen mecanismos de disipación del daño.
- Impacto reversible o irreversible: Hace referencia a la posibilidad o imposibilidad de que el ambiente impactado retorne a sus condiciones originales.
- Impacto sinérgico: Sucede cuando la presencia simultánea de varios agentes o la concurrencia de varias acciones ocasiona una alteración en el ambiente que excede al efecto sumado de las incidencias individuales.
- Impacto residual: Es aquel que perdura aun después de haber aplicado medidas de mitigación o saneamiento.
- Impacto local e impacto diseminado: Se refiere a la extensión que resulta impactada⁶.

Según los componentes del sistema que resulten afectados, a menudo se hace distinción entre el impacto sobre:

⁵ SIGNIFICADOS. Definición de Impacto Ambiental [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.significados.com/impacto-ambiental/>>

⁶ SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO. Impacto Ambiental y Tipos [en línea]. México: La Secretaria [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>>

- El medio físico/químico. Consecuencias sobre el ruido, el aire, el clima, los recursos hídricos, el suelo.
- El medio biótico. Cambios en la fauna, la vegetación y los ecosistemas.
- El medio humano. Efecto sobre las personas y las comunidades.

1.4.1.3 Causas. Existen tres causas que llevan a la generación de impactos ambientales, estas son:

- Existencia del proyecto. Se derivan por los cambios en los usos del suelo por la ocupación de espacios y actividades que se realicen en ellos.
- Recursos naturales que se utilizan. Relaciona la sobreexplotación de los recursos naturales renovables.
- Generación de residuos contaminantes. Proliferación de contaminantes en el medio.

1.4.1.4 Principios de Evaluación Ambiental. Los proyectos de infraestructura carretera producen distintos efectos al medio ambiente, por lo cual son sometidos a un análisis de impacto ambiental, con el objeto de identificar y valorar los impactos potenciales que futuras obras de este tipo generarán al ambiente. A este proceso se le denomina “evaluación de impacto ambiental” (EIA).

El objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y diseño del proyecto.

Un programa efectivo de la evaluación ambiental puede brindar múltiples beneficios, incluyendo los siguientes:

- Proporciona un grado apropiado de protección a los recursos naturales, la calidad del ambiente y la salud pública a través de una política ambiental substantiva y un proceso efectivo de una evaluación ambiental.
- El informe de la evaluación ambiental unifica en un documento público toda la información relevante sobre la acción propuesta, el estado del ambiente afectado, y los tipos de impactos ambientales potenciales que pueden resultar de la ejecución de las alternativas propuestas a la acción.
- La identificación de los recursos finitos y los impactos ambientales potenciales en la primera etapa de la planificación del proyecto promueven la selección de las alternativas más apropiadas, prevención de contaminación, y el uso de mejores

prácticas de manejo y tecnología para reducir la magnitud de los impactos ambientales que resultan de la acción⁷.

1.4.2 Marco Conceptual. A continuación se presenta el marco conceptual para el proyecto.

➤ **ZONA DE MANEJO.** Franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica y destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua. Es la zona destinada para la transición entre la ciudad construida y el cuerpo de agua. Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico.

➤ **RIESGO AMBIENTAL.** Posible fuente o circunstancia de peligro o dificultad que pueda ocasionar efectos ambientales negativos. Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o acción humana que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.

➤ **PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DISTRITAL PGA.** Es el instrumento de planeación de largo plazo de Bogotá D.C. en el área de su jurisdicción, que permite y orienta la gestión ambiental de todos los actores distritales con el propósito de que el proceso de desarrollo propenda por la sostenibilidad del territorio distrital y la región.

➤ **MAQUINARIA.** Cualquier aparato que transmite o modifica algún tipo de energía. Una máquina se puede definir como un conjunto de piezas móviles e inmóviles que por efecto de sus enlaces son capaces de realizar un trabajo.

➤ **EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.** Proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales de propuestas de iniciativas de políticas, planes o programas para asegurar que ellas se incluyan totalmente y hayan sido tratadas apropiadamente en las fases más tempranas factibles de la toma de decisiones, al mismo nivel que las consideraciones sociales y económicas.

➤ **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.** Instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieran licencia.

➤ **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS.** Estudio que permite caracterizar el medio ambiente en el cual se plantea el desarrollo de un proyecto

⁷ INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE. Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. México: La Secretaría, 1999. p. 10

para determinar cuál es la mejor alternativa técnica, ambiental y económica para el diseño y ejecución del mismo.

➤ **AMBIENTE.** El ambiente se enfoca como la relación entre el patrimonio natural que oferta los recursos naturales y los procesos ecológicos para generar bienes y servicios ambientales (en función de las necesidades económicas, sociales y culturales de la población) con las demandas de los sectores de la construcción de cara a llenar las necesidades para el desarrollo socioeconómico en función de mejorar la calidad de vida de la población (los cuales transforman y procesan los recursos naturales y utilizan los bienes y servicios en beneficio del desarrollo de la economía y satisfacción de los sectores de la sociedad), el proceso y dinámica en la transformación del patrimonio natural (oferta de la “materia prima”) y los beneficios generados en “desarrollo y bienestar social “, nos dejan como salidas o sub productos los “ residuos o emisiones” devuelta a la naturaleza.

➤ **GESTIÓN LA GESTIÓN AMBIENTAL.** Son las acciones que se generan en el proceso de interacción entre la naturaleza (oferta calidad y cantidad de los recursos biofísicos) intervenida por los sectores económicos y sociales (demandan y utilizan) en función del desarrollo y calidad de vida de la población (para satisfacer las necesidades los sectores sociales) con salidas de residuos y emisiones a la naturaleza (inversiones no deseables para su tratamiento o restauración), es lo que se conceptualiza como ambiente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General. Identificar los impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción con el fin de brindar posibles soluciones para reducir el impacto generados al medio ambiente.

1.5.2 Objetivos Específicos

➤ Identificar impactos ambientales en cada uno de los medios naturales y su afectación directa.

➤ Realizar el análisis de identificación y clasificación de impactos ambientales generados por maquinaria empleada en una obra de construcción.

➤ Identificar y analizar, mediante un estudio de caso el manejo de impactos ambientales generados por el uso de maquinaria en una obra de construcción para generar recomendaciones de mejoramiento.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances. Este trabajo de investigación, abordará la problemática sobre el incremento de impactos ambientales producidos de manera no controlada por la

utilización de maquinaria en el sector de la construcción para luego realizar la caracterización de los mismos, es por esto que se tomará como base un estudio particular identificando los impactos presentados, y luego encontrar soluciones para que los impactos sean cada vez menores.

Una vez realizada la caracterización y analizada la información recopilada se generar estrategias de mejoramiento que pueden ser aplicadas en futuras obras.

1.6.1 Limitaciones. El tiempo necesario para la adquisición de la información a nivel nacional que contribuya a la investigación.

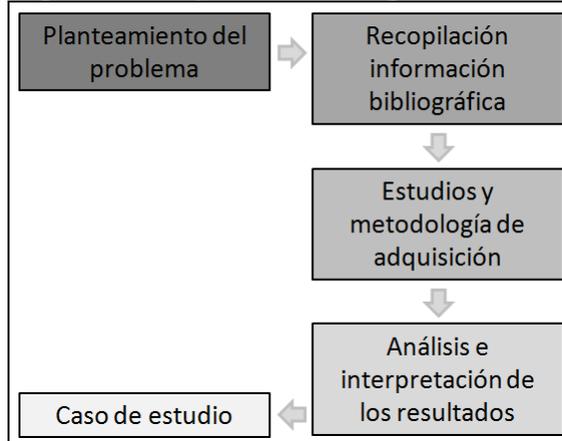
Veracidad de los datos recolectados (identificación del caso que genere impactos ambientales, registro fotográfico entre otros), así como la falta de conocimiento en la reglamentación sobre medio ambiente.

1.7 METODOLOGÍA

Para abordar el problema planteado en el presente trabajo de investigación, se estructura la siguiente estrategia que ayudará a desarrollar las actividades y que conllevan al éxito de culminar el producto final.

- Planteamiento del problema: En esta etapa fijamos el tema que se va a desarrollar, que permitirá desarrollar las diferentes actividades que conllevan a la solución del problema planteado.
- Recopilación información bibliográfica. Indagar sobre los diferentes impactos ambientales identificados que genera el uso de maquinaria en la construcción, esto nos permitirá realizar una recolección y clasificación de información que se asemeje a la investigación para así desarrollarla con éxito.
- Estudios y metodología de adquisición. Con la información previamente recolectada, se realizará la caracterización de dichos impactos y se estudiará la metodología de de la información que posteriormente se analizará.
- Análisis e interpretación de los resultados. A partir de la información adquirida con los diferentes estudios, se analizan los posibles factores, causas, antecedentes que puedan contribuir con la generación de impactos ambientales.
- Caso de estudio. Se tomara como referencia un estudio específico de un impacto ambiental donde se hará la comprobación del mismo y de esta manera poder identificar impactos adicionales que no hayan sido tenido en cuenta (véase la Figura 1).

Figura 1. Mapa metodología de estudio



Fuente. Los Autores.

1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades comprende dos entregas parciales, sustentación y entrega final del proyecto, como se indica en el cronograma de trabajo de grado, para el cumplimiento de los objetivos planteados en el estudio de investigación (véase el Cuadro 1).

Cuadro 1. Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES		feb-16				mar-16				abr-16				may-16				jun-16			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recolección Información Bibliográfica	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				
2	Procesamiento, Organización y Análisis de Datos					■	■	■	■												
3	Entrega Primer Informe de Seguimiento									■	■	■	■								
4	Entrega Segundo Informe de Seguimiento													■	■	■	■				
5	Análisis Caso de estudio													■	■	■	■				
6	Realización Informe Final																	■	■	■	■
7	Preparación Presentación																				
8	Entrega Final Previa																				
9	Presentación Entrega Final y Socialización																				

Fuente. Los Autores.

1.9 PRODUCTOS A ENTREGAR

Los documentos a entregar en la etapa de ejecución de la investigación y cumpliendo con los procesos de supervisión, revisión por parte del director del proyecto y la inclusión de comentarios son (véase el Cuadro 2):

Cuadro 2. Productos a Entregar

TIPO	NOMBRE DEL ENTREGABLE	FECHA DE ENTREGA
Físico	Primer informe de seguimiento	abr-16
Digital		
Físico	Segundo informe de seguimiento	may-16
Digital		

Fuente. Los Autores.

Para la entrega final se realiza la entrega de los documentos mencionados a continuación (véase el Cuadro 3):

Cuadro 3. Productos Entrega Final

PRODUCTOS A ENTREGAR		
TIPO	NOMBRE DEL ENTREGABLE	FECHA DE ENTREGA
Documento	Caracterización de impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción.	jun-16
Presentación	Síntesis del proceso y resultados de la investigación	jun-16
Poster	Afiche resumen con lo relevante de la investigación para su divulgación	jun-16

Fuente. Los Autores.

1.10 INSTALACIONES Y EQUIPOS REQUERIDOS

Para el desarrollo del proyecto de investigación se requiere:

- Equipos de cómputo
- Salas de informática, bibliotecas, aulas de clase.

1.11 PRESUPUESTO DEL TRABAJO Y RECURSOS FINANCIEROS

Para el presupuesto del presente trabajo de investigación se toma como referencia el costo de honorarios para un profesional categoría 8 (Ingeniero Civil) correspondiente a \$2'970.000 mensual máximo, establecido en la tabla salarial 2015 establecida por el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

Los aportes para la realización del proyecto serán recursos propios y no se cuenta con ingresos adicionales (véase el Cuadro 4).

Cuadro 4. Presupuesto

ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)	UNIDAD	VALOR UNITARIO	No. INGENIEROS	VALOR TOTAL
1. Costos Directos					
1.1 Elaboración Anteproyecto					
1.1.1 Presentación Propuesta Anteproyecto	8	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 1.584.000
1.1.2 Entrega Anteproyecto	1	Und	\$ 99.000,00	1	\$ 99.000
				Valor Total	\$ 1.683.000
1.2 Desarrollo y organización de la Información					
1.2.1 Recolección Información Bibliográfica	15	Und	\$ 99.000,00	1	\$ 1.485.000
1.2.2 Procesamiento, Organización y Análisis de Datos	5	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 990.000
				Valor Total	\$ 2.475.000
1.3 Entrega del proyecto					
1.3.1 Entrega Primer Informe de Seguimiento	10	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 1.980.000
1.3.2 Entrega Segundo Informe de Seguimiento	10	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 1.980.000
1.3.3 Entrega Final	1	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 198.000
1.3.4 Sustentación Final	1	Und	\$ 99.000,00	2	\$ 198.000
				Valor Total	\$ 4.356.000
Total Costos Directos					\$ 8.514.000
2. Costos Indirectos					
2.1 Administración (3%)					\$ 255.420
2.2 Imprevistos (2%)					\$ 170.280
2.3 Utilidad (5%)					\$ 425.700
2.4 IVA (16%)					\$ 1.362.240
Total Costos Indirectos					\$ 2.213.640
Costo Total del Proyecto					\$ 10.727.640

Fuente. Los Autores.

1.12 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

La presentación de los objetivos alcanzados y la comprobación del dominio del tema estudiado se realizarán de la siguiente manera:

La sustentación del trabajo de investigación por medio de una exposición oral apoyados de diapositivas con medios gráficos a jurados e invitados con el fin de exponer con claridad lo que se trabajó en el proyecto de investigación.

La socialización institucional de trabajos de grado en el cual podrán participar toda la comunidad educativa, durante ésta se contará con un cubículo para responder preguntas e intereses de la investigación, se tendrá como apoyo el poster y folletos explicativos.

La publicación de la investigación se hará en la biblioteca de la Universidad Católica de Colombia, donde se dejará copia impresa y digital del documento para que haga parte de la base de datos y con ello dar acceso posterior al mismo.

2. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La gestión ambiental en la construcción tiene como objetivo establecer e implementar medidas de tratamiento a los impactos o cambios, bien sea adversos o beneficiosos que se derivan de las actividades que se llevan a cabo en una construcción, en este sentido se resaltan los aspectos del medio humano y natural y sus interacciones con los proyectos de construcción. A continuación se describen algunos de los impactos ambientales bióticos y abióticos que se generan en obras de construcción:

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MEDIO ABIÓTICO

2.1.1 Suelo. Presenta alteración fundamentalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, generados en la industria y que están asociados a actividades de desmonte, limpieza, descapote, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, entre otras.

El vertido de desechos y escombros de la construcción tiene numerosos efectos negativos en el medio ambiente, entre otros: contaminación, utilización excesiva de materiales con la consecuente pérdida de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje y alteración de drenajes naturales. Por otra parte, el despilfarro de material, mano de obra y transporte que implican los residuos, tiene así mismo consecuencias negativas, puesto que eleva los costos finales de construcción.

En el curso final de la vida útil de la construcción, todos los materiales utilizados a menudo se convierten en escombros, es decir, que grandes cantidades (50%) se presentan en forma de materiales de desecho.

Así como los residuos tienen importante influencia en el suelo, el uso de la tierra, la acidificación, la eutrofización y ecotoxicidad también lo hacen, y se caracterizan fundamentalmente por la modificación generada al ecosistema.

Los movimientos de tierra generan alteración de la geomorfología, la pérdida de cobertura vegetal, ocasionan procesos de erosión más rápidos y en ocasiones, cuando se usan explosivos para excavaciones en la industria de la construcción, se pueden generar inestabilidad de los taludes lo que conllevaría a un riesgo de deslizamientos y derrumbes que pueden generar tanto pérdidas en la infraestructura como pérdidas humanas⁸.

⁸ 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

2.1.2 Aire. Sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO₂ como consecuencia de, entre otras actividades, el uso de combustibles fósiles, uso de minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de máquinas y herramientas.

Para el caso específico del dióxido de azufre, se plantea que este es producto del uso de los combustibles fósiles, mientras que el uso de minerales como material de construcción genera finas partículas de polvo durante su proceso de degradación, de acuerdo con la dispersión, el polvo se clasifica en 5 clases. Los más peligrosos de ellos son partículas duras de la clase 5^o. Estas partículas duras no son detenidas por las vías respiratorias superiores de los humanos; por lo tanto, pueden pasar desapercibidos con enfermedades de las vías. Depositando en la membrana mucosa de la nariz, la tráquea, los bronquios, que despiertan reacciones inflamatorias y con el tiempo alteraciones crónicas. Más tarde, la gente contrae enfermedades de las vías respiratorias, como bronquitis, traqueítis y neumonía (esclerosis difusa de los pulmones).

El aporte de la contaminación que el ruido hace al aire es producto, principalmente, de la operación de máquinas y equipos utilizados en actividades de excavación, apertura de vías, transporte y descargue de materiales. Los elevados niveles de contaminación por ruido alteran a trabajadores y el entorno. En este sentido, plantea que el ruido producido por una obra de construcción puede afectar el derecho al silencio, la comodidad y la salud de residentes y la población visitante, y puede influir en la actividad normal de las escuelas cercanas, hospitales y otros servicios, y que las principales fuentes de ruido en una obra de construcción son martillos neumáticos, compresores, hormigoneras y maquinaria⁹.

2.1.3 Agua. El recurso hídrico está asociado a los movimientos de tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando así alteración de los cuerpos de agua, que en ocasiones son atravesados por la construcción de vías y en consecuencia, se presenta la modificación de los flujos y calidad de agua. “El agua de lavado de las obras de construcción contiene una cantidad considerable de sólidos suspendidos, hecho que altera los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento. El máximo permitido de cantidad de sólidos de alta densidad (por ejemplo, minerales) es de 200 mg l-1. Teixeira (2005). Lo anterior también está acompañado de los consumos de agua que se presentan en la preparación de materiales, lavado de máquinas y equipos, y en el proceso en general”¹⁰.

⁹ 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

¹⁰ 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MEDIO BIÓTICO

Si bien las distintas etapas y actividades de la industria de la construcción generan impacto ambiental en el medio abiótico, es importante, de la misma manera, observar el efecto que se presenta en el medio biótico, es decir, en la flora y la fauna. La caracterización de este impacto incluye la mirada de las ciudades como un ecosistema susceptible a ser transformado por la actividad humana, comprendida por medios naturales urbanos como las calles arborizadas, los parques, los bosques urbanos y cursos de agua que generan beneficios para los habitantes, tales como regulación de gases, reducción de ruido y generación de cultura por el cuidado del medioambiente, entre otros.

2.2.1 Flora. En los sitios tanto urbanos como rurales en donde se desarrollan los proyectos de construcción hay variedad de vegetación que se caracteriza, entre otros aspectos, por la existencia de pastizales, matorrales, paisajes y conformación vegetal en general, que por acciones de la industria de la construcción resultan afectados.

En relación a la vegetación, se plantea que las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y en sus alrededores; uno de los componentes fundamentales es el que representan los árboles, teniendo en cuenta la importancia de estos. Cabe recordar que pueden llegar a morir dadas las actividades de compactación del suelo, aumento en el nivel del suelo, apertura de zanjas y trincheras, la remoción del suelo superficial y pérdida o daño de raíces. Al tener una vegetación alterada se genera erosión en sitios como laderas, pérdida de árboles y degradación hidrológica.

Spellerberg plantea que la contaminación y la alteración de la biota y los ecosistemas son producto del ruido, la luz, la arena, el polvo y metales como Pb, Cd, Ni, y Zn, y gases como el CO y NO. Hay dos efectos secundarios y sinérgicos que resultan ser complejos en las operaciones de construcción, el primero hace referencia a los contaminantes generados en los proyectos de infraestructura como carreteras, que generan estrés fisiológico en algunas plantas y las hacen más susceptibles al ataque de plagas. El otro se refiere a las sustancias tóxicas en el agua y las distintas respuestas que pueden presentar las plantas.

Las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y en sus alrededores. Uno de los componentes fundamentales es el que representan los árboles, teniendo en cuenta la importancia de estos. Adicional a la alteración mencionada es importante señalar, que hay otros impactos asociados a la afectación de las áreas de cultivo como se describe a continuación:

➤ El polvo y la arena: los estudios existentes relacionados con la química y los efectos físicos del polvo incluyen destrucción celular, bloqueo de estomas y afectación de la fotosíntesis entre otros es aquí cuando toma alta importancia la protección de las planta expuestas a la sedimentación de polvo y arena en las

áreas de construcción, de tal manera que puedan desarrollar su ciclo de vida bajo parámetros normales.

➤ Los metales pesados: Spellerberg menciona que el uso de la tierra y el tipo de metales pesados tienen relación con el polvo de las carreteras, la germinación de semillas y el crecimiento de la raíz en cultivos hortícolas. En China se encontró mayor crecimiento de raíces en sitios en donde el nivel de polvo generado por las obras es menor.

➤ Los gases: los efectos de los gases e hidrocarburos generados por la combustión de los vehículos utilizados en las construcciones tienen efectos en el proceso de crecimiento de las plantas y la salud y muerte de los árboles¹¹.

2.2.2 Fauna. En las diferentes condiciones climáticas y geológicas se establecen especies animales que se adaptan a las condiciones específicas de los distintos sitios en donde se desarrollan proyectos de construcción. Durante las diferentes etapas de construcción se presentan acciones como la destrucción de madrigueras, nidos y dormitorios, que a su vez pueden provocar la muerte de animales y por ende, reducir o desaparecer los sitios de refugio de estos.

El fenómeno más representativo es, precisamente, la migración de especies animales y por ende, la afectación del ecosistema. De igual forma, la operación y tránsito de vehículos y maquinaria pesada, al generar niveles importantes de ruido, producen ahuyentamiento e algunas especies como mamíferos y aves. Significa entonces, que la fauna así como sucede con la flora, es susceptible a modificaciones que pueden alterar su vida de forma parcial o total. Las diferentes especies de animales tienden a responder a los distintos contaminantes de varias maneras e, incluso, en todas sus etapas de la historia de la vida pueden tener respuestas muy diferentes¹².

2.2.3 El ruido, los gases y el polvo. “Estos tres presentan incidencia en la vida silvestre si se tiene presente, que al ser modificado su hábitat por los distintos proyectos, se ven alterados su volumen de comunicación, su convivencia en grupo e individual, hábitos de sueño y alimentación entre otros, incluso para el caso de las aves reproductoras, se ha visto afectada entre otras variables su crecimiento”¹³.

¹¹ 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

¹² 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

¹³ 360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

2.3 TIPOS DE IMPACTOS

Como ya se mencionó un impacto ambiental involucra la transformación, modificación o alteración de uno o varios de los componentes del medio ambiente, como resultado de la ejecución de una obra de construcción en sus diferentes etapas, en este sentido, “la información sobre los impactos ambientales potenciales de una acción propuesta forma la base técnica para comparaciones de alternativas, inclusive la alternativa de no acción. Todos los efectos ambientales significativos, inclusive los beneficiosos, deben recibir atención”¹⁴.

A continuación se definen los impactos ambientales más comunes en construcción:

➤ **Impacto Primario.** Cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico que se origina de una acción directamente relacionada con el proyecto; puede incluir efectos tales como: destrucción de ecosistemas, alteración de las características del agua subterránea, alteración o destrucción de áreas históricas, desplazamiento de domicilios y servicios, generación de empleos temporales, aumento en la generación de concentraciones de contaminantes, entre otras.

➤ **Impacto Secundario.** Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción en particular, estos impactos pueden incluir: construcción adicional y/o desarrollo, aumento del tránsito, aumento de la demanda recreativa y otros tipos de impactos fuera de la instalación generados por las actividades de la instalación.

➤ **Impactos a Corto Plazo y Largo Plazo.** Los impactos pueden ser a corto o largo plazo, dependiendo de su duración. La identificación de estos impactos es importante porque el significado de cualquier impacto puede estar relacionado con su duración en el medio ambiente. La pérdida de pasto u otra vegetación herbácea corta en un área podría considerarse un impacto a corto plazo, porque el área podría revegetarse muy fácilmente en un corto tiempo, sin embargo, la pérdida de un bosque maduro se considera un impacto a largo plazo debido al tiempo necesario para reforestar el área y para que los árboles lleguen a la madurez.

➤ **Impacto Acumulativo.** Son aquellos impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. Las circunstancias que generan impactos acumulativos podrían incluir: impactos en la calidad del agua debidos a una emanación que se combina con otras fuentes de descargo, pérdida y/o fragmentación de hábitats ambientalmente sensitivos resultante de la construcción de varios desarrollos residenciales. La evaluación de impactos acumulativos es difícil, debido en parte a la naturaleza especulativa de las acciones futuras posibles y en parte debido a las complejas interacciones que necesitan evaluarse cuando los efectos colectivos se consideran.

¹⁴ INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE, Op. cit., p. 20

➤ **Impacto Inevitable.** Es aquel cuyos efectos no pueden evitarse total o parcialmente, y que por lo tanto requieren de una implementación inmediata de acciones correctivas.

➤ **Impacto Reversible.** Sus efectos en el ambiente pueden ser mitigados de forma tal, que se restablezcan las condiciones preexistentes a la realización de la acción.

➤ **Impacto Irreversible.** Estos impactos provocan una degradación en el ambiente de tal magnitud, que rebasan la capacidad de amortiguación y repercusión de las condiciones originales.

➤ **Impacto Residual.** Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requiere de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.

➤ **Impacto Mitigado.** Aquel que con medidas de mitigación (amortiguación, atenuación, control, etc.) reduce los impactos adversos de una acción propuesta sobre el medio ambiente afectado¹⁵.

2.4 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los impactos ambientales más comunes, que se generan en las diferentes actividades constructivas, consignados en la Guía Ambiental para Proyectos de Infraestructura del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (véase el Cuadro 5):

¹⁵ *Ibíd.*, p. 33

Cuadro 5. Descripción de Impactos ambientales más comunes, que se generan en las diferentes actividades constructivas

Elemento ambiental	Impacto Ambiental	Descripción del Impacto
AGUA SUPERFICIAL	Cambios en la calidad del agua superficial	Se refiere a las alteraciones en los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua superficial, que hace que sus propiedades cambien total o parcialmente.
	Alteración en la capacidad de transporte del agua	Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que no permite que el agua fluya normalmente.
	Alteración del cauce	Se refiere a los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción de materiales u otras actividades dentro de los cuerpos de agua.
AGUA SUBTERRÁNEA	Alteración del nivel freático	Se refiere a las fluctuaciones que puede tener los niveles de agua
	Alteración capacidad de acuíferos	Este impacto se refiere a los cambios que puede sufrir el volumen de agua del acuífero
	Cambios en la calidad de agua del acuíferos	Alteraciones en la calidad físico química y biológica del agua subterránea.
	Alteración en zonas de recarga hídrica	Se refiere a los daños que pueden sufrir las áreas de nacimiento de cuerpos de agua.
GEOMORFOLÓGICO	Alteración de la morfología	Se refiere a los cambios en la forma del terreno.
	Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa	Se refiere a las inestabilidades en los terrenos, debido a deslizamientos, erosión, flujo hídrico, etc.
ATMOSFÉRICO	Cambios en la calidad del aire	Se refiere al aumento o disminución de las concentraciones de compuestos como el CO, SO ₂ , NO ₂ y material particulado, presentes en la atmósfera. Se mide de acuerdo con los valores permisibles en la norma o con el valor de referencia según la línea base.
	Cambios en los niveles de ruido	Se refiere al aumento o disminución de los decibeles de acuerdo con el valor de referencia –línea base o norma-. Se considera como ruido todo sonido con una intensidad alta que puede afectar la salud de las personas.
SUELO	Pérdida ó ganancia de suelo	Se refiere al volumen de suelo que se extraiga o que se adicione en un determinado sitio por las actividades del proyecto.
	Cambios en la calidad de los suelos	Se presenta contaminación de suelos, cuando hay incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales, lo cual produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.
	Alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, Alteración del uso actual EOT o PBOT.

Cuadro 5. (Continuación)

Elemento ambiental	Impacto Ambiental	Descripción del Impacto
BIÓTICO	Afectación áreas ambientalmente sensibles	Referido a cambios o afectaciones de áreas definidas por la ley como de importancia ambiental ó que cumplen una función ambiental
	Cambios en la cobertura vegetal	Modificación en áreas, de los diferentes tipos de Vegetación
	Alteración de hábitat	Se refiere al daño o perturbación al hábitat natural de la fauna presente.
	Desplazamiento de poblaciones faunísticas	Se refiere al desplazamiento forzado de algunas especies propias de una zona cuando su hábitat es alterado.
	Incremento de demanda de recursos naturales	Necesidad del consumo de recursos naturales para la ejecución del proyecto. Alterado
PAISAJE	Alteración de los valores escénicos de una unidad de paisaje	Cambios en la visibilidad, calidad visual e intervención antrópica que afectan el valor escénico
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de desplazamiento poblacional y productivo.	Hace referencia al traslado involuntario de las Unidades Sociales localizadas en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto; genera impactos en los hogares y actividades económicas.
	Daños a la infraestructura de predios.	Afectación a la infraestructura de las construcciones que se encuentran en vecindad a la obra ya sea de carácter privado o público como instituciones de servicios públicos, de servicios sociales o escenarios recreativos entre otras.
	Afectación a la infraestructura de los servicios públicos.	Se refiere a los daños a las redes de servicios públicos de acueducto, energía o de gas natural porque las redes se encuentran en vecindad a la obra. Forma parte de este impacto el daño a mangueras que particularmente la comunidad tiene para la conducción del agua desde sus fuentes hasta las viviendas en las áreas rurales de los municipios.
	Afectación a la infraestructura vial.	Se refiere a los daños que se pueden generar sobre los pavimentos, por la operación de la maquinaria y equipos; por la realización de las actividades constructivas sobre ellas y por el desvío de tráfico pesado sobre vías que no tienen la capacidad para dicho tráfico.
	Alteración a la dinámica de las instituciones.	Se refiere a los cambios en la dinámica que presentan cotidianamente las instituciones que se encuentran en vecindad al frente de obra, tales como establecimientos educativos, hospitales, instituciones prestadoras de servicios e instituciones que diariamente atienden a gran cantidad de usuarios. Especial atención debe darse a los establecimientos educativos y de salud.
	Afectación a las actividades económicas.	Se refiere a los cambios que pueden presentarse en la actividad económica por las actividades de obra, tales como el daño a las mercancías, el desmejoramiento del servicio que presta y la disminución de ingresos.
	Afectación a la movilidad peatonal y vehicular	Hace referencia a la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento mientras se realizan las obras, entre otros, alterando la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía Ambiental para Proyectos de Infraestructura. 2 ed. Bogotá: El Ministerio, 2011. p. 45-48

Cuadro 5. (Continuación)

Elemento ambiental	Impacto Ambiental	Descripción del Impacto
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de accidentes	Es la probabilidad de ocurrencia de un accidente, derivada de la curiosidad en niños y adultos; puede presentarse entre los habitantes intromisión clandestina al área de la obra y en general el mismo cambio en la movilidad y por la falta de precaución. Este impacto puede generar conflictos con las comunidades.
	Afectación al acceso a los predios	Hace referencia al impedimento para el acceso a los predios, afectando el ingreso y salida a garajes, de las mercancías y clientes de las actividades económicas, a los insumos que se requieren para los cultivos, a los vehículos y maquinaria en períodos de siembra y cosecha, al ingreso de estudiantes a los establecimientos educativos, al ingreso de los usuarios de las instituciones del AID, entre otros.
	Incremento en la demanda de bienes y servicios	Este impacto se identifica como la demanda de servicios públicos y privados, además de bienes y servicios requeridos por personal vinculado a la obra que no es residente habitual en el AID.
	Generación de empleo	Se refiere a la demanda del proyecto de mano de obra del Área de Influencia del proyecto
	Afectación del patrimonio arqueológico y cultural	Afectación que podría presentarse en bienes que son y que pueden llegar a ser patrimonio arqueológico, cultural o histórico de la Nación
	Generación de conflictos con la comunidad	Todos los impactos que pueda generar la obra, son susceptibles de terminar en conflictos con las comunidades por falta de información veraz y oportuna, por la deficiente aplicación de las medidas del Plan de Manejo Ambiental, por el incumplimiento de los acuerdos pactados en procesos de concertación, entre otros.
	Afectación a la salud de los trabajadores	Afectación por exposiciones al ruido, emisiones, malos olores y riesgos de accidente por sus actividades.

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía Ambiental para Proyectos de Infraestructura. 2 ed. Bogotá: El Ministerio, 2011. p. 45-48

Como se puede observar son muchos los impactos que se generen en las obras de construcción y la identificación y manejo de cada uno es responsabilidad del contratista o ejecutor de la obra, para la presente investigación se tendrán en cuenta los impactos relacionados con el uso de maquinaria y que tiene que ver con:

➤ **Aspecto Atmosférico.** Cambios en la calidad del aire, Cambios en los niveles de ruido.

➤ **Aspecto de Suelo.** Pérdida ó ganancia de suelo, Cambios en la calidad de los suelos.

2.5 IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA

El área de influencia de un proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el proyecto.

En el desarrollo de los estudios ambientales, el grupo interdisciplinario que participa en su elaboración, deberá identificar y delimitar claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base en una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación, operación y desmantelamiento o abandono.

El área de influencia se debe definir específicamente para cada caso, en función a las particularidades del proyecto.

Es importante tener en cuenta, de acuerdo con las dimensiones del proyecto, la localización político-administrativa (jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales, entidades territoriales, provincias, departamentos, municipios, corregimientos, veredas, localidades, barrios, entre otros)¹⁶.

Al delimitar esta área, se debe analizar la intensidad de los efectos producidos y si su afectación es directa o indirecta. De ahí surgen dos términos importantes en la elaboración de los estudios ambientales que son: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

2.5.1 Área de Influencia Directa (AID). El AID, es el área donde puntualmente sucederán los impactos. En algunos proyectos se refiere al contexto local o puntual.

¹⁶ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_8_identificacin_y_delimitacin_del_rea_de_influencia_directa_e_indirecta.html>

Según el IDU, el Área de Influencia Directa para un proyecto de infraestructura urbana, está comprendida por todas las zonas de intervención de obras, todos los campamentos, centros de acopio e instalaciones temporales y zonas verdes adyacentes al frente de intervención.

Algunas de las consideraciones que se deben tener en cuenta para la definición del AID son:

- Área puntual en donde se desarrolla el proyecto y un margen determinado por factores ambientales.
- Sitios de uso y explotación propios de la actividad.
- Zona en la que se manifiestan los impactos ambientales directos, es decir aquellos que ocurren en el mismo sitio en el que se produjo la acción generadora del impacto ambiental¹⁷.

2.5.1.1 Área de Influencia Directa Física. El área de influencia física está definida por toda el área del campo en el cual ocupan las instalaciones para captación, conducción y tanques de reservorio de agua, en un rango de 50m a cada lado.

2.5.1.2 Área de Influencia Directa Biótica (AIDB). Se define como área de influencia directa al sector en el cual se realizaran los trabajos de implantación de la infraestructura del proyecto, así se tiene: zona de Captación, zona de colocación de tuberías, zona de implantación de tanques de almacenamiento y zona de planta de agua de tratamiento.

2.5.1.3 Área de Influencia Directa Socioeconómica y Arqueológica Cultural. Espacios sociales y ambientales vinculados a la infraestructura, que determina y condiciona la interacción entre las personas, sus bienes y propiedades y las actividades presentes, pasadas y futuras.

2.5.2 Área de Influencia Indirecta (AII). El AII, es la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. Generalmente, se define en el contexto regional.

Según el IDU, el Área de Influencia Indirecta está comprendida por las vías autorizadas y usadas como desvíos, vías usadas para el transporte de escombros y materiales y puntos en los que por exigencia del Plan de Manejo de tráfico se han instalado señales.

¹⁷ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_8_identificacin_y_delimitacin_del_rea_de_influencia_directa_e_indirecta.html>

Para la definición del AID, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Lugares donde probablemente ocurrirán impactos socioeconómicos.
- Dinámicas sociales, administrativas y políticas.
- Zona en la que se manifiestan los impactos ambientales indirectos, es decir aquellos que ocurren en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental.
- Incluye AID¹⁸.

El estudio ambiental deberá describir claramente los criterios que se seleccionaron para la definición de las AID y AII, basados en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico y cultural.

2.5.2.1 Área de Influencia Indirecta Biótica. El área de influencia indirecta se define como la zona aledaña al área de influencia directa del proyecto. La fauna existente en el área de estudio es común de áreas intervenidas, sin embargo cabe indicar que la fauna acuática, será el componente biótico mayormente afectado por la ejecución del proyecto. “El área de influencia indirecta constituye las zonas afectadas por las actividades del proyecto como son la circulación de personal y maquinaria, y alteración de los niveles naturales de luz, dentro del área de amortiguamiento establecido. Los hábitats y microhábitats ubicados en ésta área expresarán de forma evidente los impactos ambientales, durante la fase de construcción y operación”¹⁹.

¹⁸ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_8_identificacin_y_delimitacin_del_rea_de_influencia_directa_e_indirecta.html>

¹⁹ BIOAMPEG. Estudio de Impacto Ambiental para el Sistema De Agua Potable Regional [en línea]. México: La Empresa [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.gmtulcan.gob.ec/descargas/FRONTERA/5.%20DETERMINACI%20N%20DE%20C1REAS%20DE%20INFLUENCIA%20Y%20C1REAS%20SENSIBLES.pdf>>

3. CARACTERIZACIÓN DE MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN Y SU IMPACTO AMBIENTAL

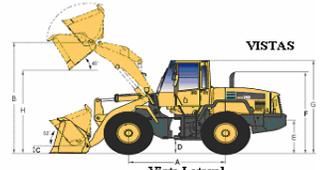
3.1 CLASIFICACIÓN DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN

La maquinaria que se usa en construcción e ingeniería civil, se clasifica de acuerdo a la capacidad es decir teniendo en cuenta la relación peso/volumen, en este sentido se tienen maquinarias pesadas, semipesadas, equipos livianos, éstas maquinarias pueden ser móviles, fijas, impulsadas o transportadas.

Las maquinarias pesadas requieren de un operador capacitado generalmente son usadas para movimientos de tierra de grande obras de ingeniería civil, algunas de estas son grúas, excavadoras, retroexcavadoras, tractores etc. En cuanto a las maquinarias semipesadas son de tamaño mediano algunas son camiones volquetas, carros cisternas o aguateros, camiones escalera etc., finalmente, los equipos livianos, que pueden ser máquinas pequeñas o equipos especializados, entre los que se tienen compresoras, bombas de agua, bombas de lodo, vibradoras, ginches, cortadoras de acero, rompe pavimentos, montacargas entre otros.

La utilización de los diferentes tipos de máquinas usadas en la construcción generan unos impactos ambientales específicos, a se deben tener claros a la hora de llevar a cabo el plan de manejo ambiental, es por esto que a continuación se relacionan los tipos de maquinarias usadas en construcción y el impacto ambiental (véase el Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación de Maquinarias de Construcción y su Impacto Ambiental

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
<p>EXCAVADORAS</p> <p>EXCAVADORA SOBRE RUEDAS</p> 	<p>Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, que excava, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada a un conjunto de pluma y balancín, sin que el chasis o la estructura portante se desplace, ay diferentes tipos de excavadoras de cable, mecánicas, hidráulicas, montadas sobre cadenas, ruedas, neumáticos, rieles.</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (Dióxido de carbono CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno (IV), óxido nítrico NO2) Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>RETROEXCAVADORA</p> <p>RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS</p> 	<p>La retroexcavadora es una maquina en la cual la pluma baja y sube en cada operación; la cuchara, unida a ella, excava tirando hacia el carretón, es decir hacia atrás como se ve en la figura , en vez de empujar hacia delante, como lo hace la excavadora normal . se usa para Excavar taludes verticales por debajo del plano de sustentación de la máquina, Cargar, Desplazar, Movilizar y desmovilizar</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (Dióxido de carbono CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno (IV), óxido nítrico NO2) Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>TRACTORES CON HOJA DE EMPUJE</p> 	<p>Máquina para movimiento de tierra con una gran potencia y robustez en su estructura, diseñado especialmente para el trabajo de corte (excavando) y al mismo tiempo empujando con la hoja (transporte). Se usa para Excavar(a cielo abierto en grandes dimensiones) y Acarreo en grandes dimensiones</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (Dióxido de carbono CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno (IV), óxido nítrico NO2) Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>Cargadoras Frontales</p> 	<p>El cargador frontal es un equipo tractor, montado en orugas o en ruedas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal. Los cargadores son equipos de carga, acarreo y eventualmente excavación, en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo en distancias cortas. Se usan para Excavar, Cargar, Descargar, Acarrear o transportar</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (Dióxido de carbono CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno (IV), óxido nítrico NO2) Partículas en suspensión (polvo).</p>

Fuente. MAMANI L., Richard. Maquinaria y equipo de construcción. Fichas maquinarias. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2008. p. 22 -80

Cuadro 6. (Continuación)

MAQUINARÍA	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
<p>Unidades de Acarreo o Transporte</p> 	<p>Estas máquinas están diseñadas para el acarreo de material y su respectiva descarga, Posee una tolva cuya capacidad puede ser al ras o colmada, el peso a cargar en dicha tolva está en función del tipo de material. Se usa para carga Material, Descargar el material en obra, Acarrear, Trasladar volúmenes de tierra excavada</p>	<p>Emanación de gases y ruido Contaminación de suelo por Derrames de combustible Contaminación del aire. Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>Equipos de Compactación</p> 	<p>Consiste fundamentalmente en el proceso artificial que se sigue para lograr el aumento en la densidad de un suelo natural o de relleno, a fin de obtener la mayor estabilidad de él. Este proceso se realiza mediante el empleo de equipos mecánicos o manuales (energía) y la adición de agua que fuere necesaria, se usa para Compactar, Remoción.</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (CO2, NO2) Vibraciones</p>
<p>Motoniveladoras</p> 	<p>Máquina muy versátil usada para mover tierra u otro material suelto. Su función principal es nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial se encarga de Excavar o Cortar, Cargar, Acarrear, descarga o Extendido, Retorno, Nivelación y Excavación Pequeña. Peinado de Taludes, Construcción de Cunetas, Extendido del Material, Mezclado del Material Insitu, Escarificado</p>	<p>Contaminación del aire Ruido Daños a Terceros Contaminación del suelo por derrame</p>
<p>Fresadora</p> 	<p>La fresadora permite la remoción de pavimentos de hormigón o asfalto y eventualmente el cepillado de ambos, por lo que según el tipo de trabajo a realizar deberá escogerse la fresadora adecuada.</p>	<p>Emanación de gases y ruido Contaminación de suelo por Derrames de combustible Contaminación del aire. Partículas en suspensión (polvo).</p>

Fuente. MAMANI L., Richard. Maquinaria y equipo de construcción. Fichas maquinarias. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2008. p. 22 -80

Cuadro 6. (Continuación)

MAQUINARÍA	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
<p>Asfaltadora o Extendedora de Aglomerado</p> 	<p>Maquina usada para extender el aglomerado y material asfaltico de forma uniforme</p>	<p>Emanación de gases y ruido Contaminación de suelo por Derrames de combustible Contaminación del aire. Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>Camión auto bomba para el hormigonado de estructuras a cualquier altura</p> 	<p>Camión empleado para la elevación del hormigón desde la planta de calle a cota +-0.00 hasta alturas muy elevadas superiores a +30.00 mts mediante un brazo elevador o grua que sube el hormigón mediante un grupo de bombeo hasta la altura deseada</p>	<p>Emanación de gases y ruido Contaminación de suelo por Derrames de combustible Contaminación del aire. Partículas en suspensión (polvo).</p>
<p>Plancha compactadora</p> 	<p>Se usan para compactar suelos y concreto asfáltico en ubicaciones donde no pueden llegar las unidades grandes. Pueden ser autopropulsadas, tanto con diesel o gasolina</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (CO2, NO2) Vibraciones</p>
<p>Martillos compactadores</p> 	<p>Estos martillos se usan para compactar suelos cohesivos o mezclas de suelos en áreas confinadas.</p>	<p>Ruido dentro y fuera Emisión de gases (CO2, NO2) Vibraciones</p>

Fuente. MAMANI L., Richard. Maquinaria y equipo de construcción. Fichas maquinarias. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2008. p. 22 -80

3.2 DESCRIPCIÓN IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS MAQUINAS DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con lo expuesto en el Cuadro 6 a nivel general, todas las maquinarias de construcción general los mismos impactos ambientales, a excepción de algunas como los equipos compactadores que por las vibraciones producen impactos adicionales. A continuación se explican el tipo de impacto y aspectos en los que inciden (véase el Cuadro 7).

Cuadro 7. Impactos que Generan las Máquinas de Construcción

IMPACTO	ASPECTOS
Alteración de la calidad del agua	Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables.
Alteración de la calidad del Aire	Generación de emisiones atmosféricas. Generación de ruido. Generación de material particulado.
Alteración de la calidad del suelo	Derrames de aceites, combustibles y sustancias no biodegradables. Compactación.
Pérdida de Biodiversidad	Generación de ruido. Generación de material particulado. Remoción de la cobertura vegetal. Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables. Destrucción de hábitats.
Alteraciones sociales	Generación de ruido. Generación de material particulado. Generación de emisiones atmosféricas. Ocupaciones de zonas ajenas al proyecto. Alteración de la transitabilidad (peatonal y vehicular) Vibración en viviendas aledañas

Fuente. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción. Bogotá: Secretaria Distrital de Ambiente, SDA, 2010. p. 32.

Como se puede observar las maquinarias generan impactos negativos, tanto en medios bióticos como abióticos y sociales, estos impactos son a corto y mediano plazo, algunos reversibles, a continuación se explica los aspectos específicos que genera cada impacto por el uso de maquinarias de construcción.

3.2.1 Generación de Material Particulado. Se trata de un impacto negativo y que tiene un carácter reversible a corto y mediano plazo, de extensión puntual o zonal e influencia directa sobre la atmósfera y el bienestar de la población e indirecta sobre otros factores del medio, y que admiten medidas preventivas y medidas correctoras para su minimización (véase la Figura 2).

Figura 2. Material Particulado Generado por Maquinarias de Construcción



Fuente. DM NATALY. Impactos ambientales [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.slideshare.net/NathalyDM/nathaly-dongo-mendoza-1-49883153>>

El polvo y partículas afectan a la población, pudiendo ser potencialmente dañinos para la salud. Producen suciedad extra en vías y viviendas, provocado molestias a la población. Este impacto se presentan durante la fase de construcción de los proyectos, y puede ser de larga duración dependiendo el tipo de actividades que se desarrollen y la magnitud de las mismas.

El tránsito de maquinaria puede generar deposiciones de polvo en el entorno y sobre la vegetación circundante por la caída de material directamente de los vehículos de carga y transporte, o por el desprendimiento del material pulverulento adheridos a las ruedas siendo evacuado al medio ambiente.

Así mismo de forma indirecta puede producirse contaminación de la aguas superficiales como consecuencia del arrastre de materiales sueltos o polvo, aumentando los sólidos en suspensión de la escorrentía superficial²⁰.

3.2.2 Generación de Emisiones Atmosféricas. La contaminación atmosférica por emisiones es uno de los impactos de más relevancia por la utilización de maquinarias en obras de construcción, ya que tendrá una afectación al medio ambiente provenientes de los motores de las maquinarias (véase la Figura 3).

²⁰ EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

Figura 3. Generación de Emisiones Atmosféricas por el Uso de Maquinas de Construcción



Fuente. EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

Se trata de un impacto negativo de carácter reversible a corto y mediano plazo, de extensión puntual o zonal e influencia directa sobre la atmosfera e indirecta sobre otros factores del medio, y que admite medidas preventivas y medidas correctivas para su minimización.

Estas emisiones de gases y partículas afectan directamente a la calidad química y física del aire pero también afectan de forma directa a otros factores del medio social, como la población, los gases tóxicos contaminantes como CO₂ CO NO₂ la contaminación de la atmósfera por estos gases afecta a la salud de las personas y a la fauna, de forma directa al respirar. Igualmente puede afectar a la vegetación, pues una concentración excesiva de contaminantes en la atmósfera puede provocar lluvia ácida, igualmente puede provocar afectación al patrimonio cultural, pues los contaminantes atmosféricos pueden afectar a los monumentos, ensuciándolos y deteriorando la capa superficial de los paramentos²¹.

3.2.3 Generación de Ruido o Emisiones Acústicas. La contaminación por emisiones acústicas es uno de los impactos de más relevancia debido al aumento de niveles sonoros en la zona de la obra, por la utilización y funcionamiento de maquinarias. Se trata de un impacto negativo de carácter reversible a corto y mediano plazo, de extensión puntual o zonal e influencia directa sobre la atmósfera y la población, por molestias, e indirecta sobre otros factores de medio, y que admite medidas preventivas y correctivas para su minimización.

Este impacto afecta de forma directa al bienestar de la población, el ruido repercute negativamente en la calidad de vida, de trabajo, recreativa, e incluso puede

²¹ EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

deteriorar la salud de las personas presentándose problemas como la deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición, igualmente genera inconvenientes por interferencia con la comunicación oral ya que el ruido que provoquen las maquinarias y equipos interfiere en la comunicación hablada tanto del personal de la obra como la población a su alrededor, a tal grado que en muchas ocasiones puede constituir una seria limitante social y en ocasiones genera problemas de personalidad y cambios en la conducta²² (véase la Figura4).

Figura 4. Generación de Ruido o Emisiones Acústicas por Máquinas de construcción



Fuente. MECALUX. Control de ruido ambiental ambientales [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.logismarket.cl/delta-ingenieria-acustica/control-de-ruido-ambiental-e-industrial/2311061908-1441941517-p.html>>

3.2.4 Generación de Vibraciones. La maquinaria usada para la ejecución de obras de construcción puede provocar molestias a la población, y lo que es más importante, puede afectar a la estabilidad estructural de edificaciones, estructuras pequeñas, cimentación de suelos que se encuentran en el entorno de la obra. Se trata de un impacto negativo, en donde es recomendable la realización de controles exhaustivos durante todo el proceso constructivo de las obras para la minimización de riesgos.

3.2.5 Alteraciones del Suelo. “El impacto relacionado con alteraciones o contaminación del suelo producido por maquinarias de construcción tiene que ver con el derrame de aceites y lubricantes que se usan en éstas, este impacto es moderado que se puede mitigar con medidas de vigilancia para evitar vertidos incontrolados de los aceites o sustancias contaminantes”²³ (véase la Figura 5).

²² CORPORACION UNIVERSITARIA E CIENCIA Y DESARROLLO. Contaminación por ruido y vibraciones [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 11 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/ruido02.pdf>>

²³ EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

Figura 5. Contaminación del Suelo por Derrames de Aceites y Sustancias de las Máquinas de Construcción



Fuente. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción. Bogotá: Secretaria Distrital de Ambiente, SDA, 2010. p. 30.

3.2.6 Contaminación del Agua Superficial. Se puede producir contaminación de aguas superficiales presentes en la zona de la obra o subsuelo, debido al derrame de sustancias de las maquinarias y por el material particulado generado por las mismas. Así mismo en las zonas de obras el agua de escorrentía puede arrastrar polvo y otras partículas que pueden incrementar los sólidos en suspensión o arrastrados por el agua y por lo tanto aumentar la turbidez (véase la Figura 6).

Figura 6. Contaminación del Agua por Derrames



Fuente. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción. Bogotá: Secretaria Distrital de Ambiente, SDA, 2010. p. 32.

Esta alteración de las aguas genera consecuencias medio ambientales, por lo tanto el impacto se considera negativo, zonal, tiene efectos directos sobre el agua pero puede tener efectos indirectos sobre otros factores del medio ambiente, es reversible y admite medidas correctivas.

3.2.7 Afectación de la Transitabilidad (peatonal y vehicular). Esta afectación se puede presentar por invasión del espacio público teniendo en cuenta el tamaño de algunas de las máquinas usadas en construcción, provocando problemas de accesibilidad y de conectividad en razón de la orografía o el estrecho de las calles donde se esté ejecutando la obra, lo que impedirá el tránsito de vehículos y personas (véase la Figura 7).

Figura 7. Afectación de la Movilidad y Transitabilidad por Máquinas de Construcción



Fuente. Los Autores.

“Este es un impacto negativo tiene un carácter reversible a corto plazo (mientras duren las obras) por lo que no se considera significativo, de extensión puntual o zonal e influencia directa a la población por ocupación de espacios públicos y efecto barrera debido instalación de aparcamientos para las maquinarias, provocando molestias por desvíos de tráfico y peatones, así mismo se producen alteraciones de movilidad, pudiendo hasta provocar cortes de circulación o desvíos de tráfico”²⁴.

²⁴ EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

4. MANEJO AMBIENTAL DE MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN

La construcción es una manifestación de desarrollo, progreso y mejoramiento de la calidad de vida de las personas y que se puede considerar como un aspecto positivo, sin embargo, las obras de construcción sin importar su clase o magnitud, generan un alto impacto en el medio ambiente ya que “utilizan recursos naturales renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; propician emisiones de CO₂, y, vierten al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes –agua, aire y tierra”²⁵.

Así mismo, los diferentes impactos que generan las obras de construcción dependen de factores como:

- Características de las obras constructivas
- Entorno o ubicación en donde se llevará a cabo la obra
- Condiciones climáticas
- Tipo de tecnología que se requiera emplear

Teniendo en cuenta este último aspecto, y como se pudo determinó en el capítulo 3 de la presente investigación, el uso de maquinarias de construcción general impactos de todo tipo, algunos con mayor incidencia que otros, es por esta razón que se deben diseñar planes de acción ambiental, a partir de la identificación de los diferentes impactos y su grado de incidencia, en estos planes se incluyen medidas de manejo, planes de gestión ambiental en donde se desarrollen actividades de prevención, mitigación, control etc., y de esta manera reducir el grado de los impactos generados, para el presente caso, por la utilización de maquinarias.

A continuación se describen las medidas de manejo y planes de gestión ambiental que diferentes entidades han diseñado como guías para las personas encargadas de las obras de construcción y que servirán de base, para hacer el análisis del estudio de caso de manejo de impactos ambientales por uso de maquinarias en obras llevadas a cabo en Colombia y poder identificar posibles fallas en la planificación de los mismos, y así generar sugerencias de mejoramiento.

²⁵ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN Y EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción. Medellín: Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2009. p. 7

4.1 MEDIDAS DE MANEJO DE IMPACTOS GENERADOS POR MAQUINARIÁS

Las medidas de manejo ambiental para maquinarias de construcción según la guía de Guía De Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción de la Alcaldía Mayor de Bogotá, son las siguientes:

- La programación del mantenimiento preventivo y correctivo para que todos los equipos, vehículos y maquinaria al servicio de la obra para que permanezcan en condiciones óptimas para su operación, cumpliendo las normas ambientales.
- Las actividades requeridas para que la operación se realice en las condiciones de seguridad adecuadas para las partes interesadas y el ambiente. Debe articularse de forma armónica con los programas de señalización, seguridad industrial y salud ocupacional, manejo de materiales e insumos, así como con el Plan de Contingencia.
- Se recomienda al constructor emplear durante la ejecución de las obras, vehículos de modelos recientes, con el objeto de evitar emisiones atmosféricas que sobrepasen los límites permisibles. El constructor debe considerar el uso de las tecnologías más limpias y el uso de combustibles amigables con el ambiente, así como, procurar el uso eficiente de los mismos.
- Se recomienda mantener y consultar los instructivos y manuales de operación suministrados por los fabricantes. De acuerdo a los mismos se programarán las inspecciones preoperacionales y calibraciones para ajustar la maquinaria, equipos y vehículos. Los mismos deben ser operados por personas idóneas, con la certificación o validación de dicha idoneidad emitida por entidad reconocida.
- Se debe mantener en el campamento un listado de la maquinaria, equipos y vehículos al servicio de la obra, sin excluir los de propiedad de subcontratistas, en el que se incluya el registro de las horas de trabajo y los operarios. Se debe mantener una hoja de vida para cada vehículo, maquinaria y equipo, que incluya las horas de trabajo con el propósito de permitir un seguimiento al mantenimiento preventivo y correctivo realizado. Se debe mantener copia de las certificaciones vigentes de emisiones de gases de todos los vehículos al servicio de la obra.
- El mantenimiento debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes eléctricos y mecánicos, balanceo y calibración de llantas, funcionamiento de frenos, del sistema de dirección, del sistema de suspensión, del sistema de señales visuales y audibles, del sistema de escape de gases. Se debe practicar en los centros especializados y autorizados ambientalmente para tal fin. Cuando se realice mantenimiento in-situ por recomendación del fabricante deberá realizarlo personal competente y en condiciones de seguridad y se debe garantizar un manejo adecuado a los residuos que este genera. No se permite el lavado del trompo de las mezcladoras de concreto en el frente de obra o en el área de influencia. Siempre se debe realizar dicho lavado en las respectivas plantas de concreto.

➤ El constructor debe verificar que los vehículos transportadores de concreto, mezclas asfálticas, emulsiones y otros, se encuentren en óptimas condiciones con el fin de evitar derrames que contaminen el suelo.

➤ La maquinaria de construcción no puede transitar por las vías de uso público o privadas abiertas al público, por lo tanto para su desplazamiento por fuera de los frentes de obra requieren cumplir con la normatividad para el transporte de carga y las recomendaciones del fabricante en cuanto a dimensiones, pesos, puntos de anclaje, entre otros. Los vehículos que usen combustible diesel deben cumplir con la altura del tubo de escape de acuerdo con la normatividad vigente. Todos los vehículos deben portar su equipo de carretera.

➤ Para la operación de los equipos y la maquinaria, se deben establecer y notificar previamente las responsabilidades de los trabajadores.

➤ Para realizar maniobras se debe contar con un operario que lo guíe. Los vehículos y maquinaria pesada deben contar con un sistema luminoso y alarma sonora de reversa. Para el izaje de cargas se deben seguir las recomendaciones establecidas por los fabricantes en los manuales de operación, en cuanto a límites de carga y esfuerzos, durante el procedimiento sólo debe estar presente personal capacitado, las áreas deben estar señalizadas y niveladas. En el preizaje se identifican: cálculos de cargas, puntos de anclaje, número de grúas y el panorama de factores de riesgo. Durante la movilización de la maquinaria, equipos o vehículos no se debe afectar la vegetación o la cubierta vegetal

➤ Con relación al abastecimiento de combustible en las obras, el constructor como consumidor final debe abstenerse de subdistribuir, redistribuir o revender el combustible, y debe adquirirlo de carrotanques que porten la guía única de transporte, proveniente de sólo un distribuidor mayorista o distribuidor minorista como comercializador industrial²⁶.

4.2 PROGRAMAS DE CONTROL DE IMPACTOS

4.2.1 Control de Emisiones Atmosféricas Relacionados con el uso de Maquinarias de Construcción. La contaminación atmosférica generada durante el desarrollo de una obra civil, procede de tres fuentes principales: emisiones difusas de material particulado, gases de combustión y ruido generado por la operación de maquinaria y demolición de estructuras.

El adecuado control a estas fuentes minimiza los efectos adversos al medio ambiente y disminuye los efectos negativos que éstos pueden ocasionar sobre la salud humana. Así mismo, el control de los niveles de ruido por debajo de los límites permisibles, permite reducir los problemas de salud ocupacional que estas actividades puedan generar, así como atenuar las incomodidades producidas a la comunidad.

²⁶ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Guía De Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción de la Alcaldía. Bogotá: Secretaría del Medio Ambiente, 2010. p. 34-36

4.2.1.1 Recomendaciones para la Reducción de la Emisión Fugitiva de Material Particulado. Se recomienda llevar a cabo las siguientes medidas de control:

- Los frentes de obra deben estar demarcados con malla polisombra o zaram.
- Implementar un sistema de limpieza o lavado de llantas de todos los vehículos que salgan de la obra. Evite usar agua potable en esta actividad, recolecte aguas lluvias o recircule agua procedente de otros procesos. El barrido de la vía no es suficiente para el control de las emisiones fugitivas de material particulado.
- El lavado de las llantas de los vehículos es indispensable para el control de emisiones fugitivas de material particulado.
- Controlar que los vehículos, volquetas y maquinaria que transitan sobre terrenos descubiertos, no lo hagan a más de 20 km/h. Mantener húmedos los sitios de tránsito. En caso de tratarse de vías pavimentadas, elaborar un programa de barrido regular, ya que el levantamiento de material particulado debido al tránsito es una importante fuente contaminación.
- Inspeccionar que los vehículos que cargan y descargan materiales dentro de las obras estén acondicionados con carpas o lonas para cubrir los materiales.
- Utilizar agua para prevenir la dispersión de material particulado durante las actividades de demolición.
- Cuando se requiera el uso de compresores neumáticos para la limpieza de la superficie de la vía a imprimir, se debe garantizar el barrido previo de esta superficie, garantizando el retiro de material particulado de mayor tamaño. Además, se debe asegurar de que la presión de los compresores sea controlada de tal forma que se minimice la generación de material particulado.
- El contratista debe garantizar el aislamiento del equipo y de los operarios para el uso de cortadoras y pulidoras realizando cerramiento con malla fina sintética, con el fin de mitigar el ruido y la generación de material particulado.
- La velocidad de las volquetas y maquinaria no debe superar los 20 km/hr dentro del frente de obra con el fin de disminuir las emisiones fugitivas y los accidentes en el área de influencia directa²⁷.

4.2.1.2 Recomendaciones para la Reducción de la Emisión de Gases de Combustión. Las actividades para la reducción de emisiones de gases de combustión son las siguientes:

²⁷ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN Y EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, Op. cit., p. 35 – 38.

➤ Asegurarse de que todos los vehículos que carguen y descarguen materiales en la obra cuenten con el respectivo certificado de revisión técnico-mecánica vigente – Ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito.

➤ Controlar las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y los equipos que están exentos de la revisión técnico- mecánica y de gases, tales como la maquinaria rodante de construcción (retroexcavadoras, montacargas, plantas eléctricas, entre otros) y otros equipos (taladros, motosierras, *cheepers*).

➤ Adoptar las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera. Dicho control implica la evaluación de las emisiones y los ajustes necesarios para el cumplimiento de las emisiones contempladas en la normativa vigente para fuentes móviles.

➤ Verifique que el tubo de escape de los vehículos pesados y maquinaria diesel cumpla con la altura mínima de 3m, exigida por en el decreto 2.107 de 1995²⁸.

4.2.2 Recomendaciones para la Reducción en la Generación de Ruido.

Identifique las fuentes de ruido del proyecto, obra o actividad, y para cada una de ellas determine los niveles de presión sonora emitidos. Si éstos sobrepasan los límites permisibles, reduzca el ruido en la fuente emisora. Si esto no es posible, atenúelo mediante la instalación de barreras

➤ Cuando se requiera utilizar equipos muy sonoros, a más de 80 decibeles, se debe trabajar sólo en jornada diurna y por períodos cortos de tiempo.

➤ Verificar que los vehículos que operan para el proyecto carezcan de dispositivos o accesorios (válvulas, resonadores o pitos adaptados a los sistemas de frenos de aire) diseñados para producir ruido.

➤ Verificar que los equipos móviles, vehículos y maquinaria cuenten con los respectivos silenciadores en los exhostos, en correcto estado de funcionamiento.

➤ Controlar los niveles sonoros de los vehículos, maquinaria y equipos utilizados, mediante la instalación de mecanismos de insonorización y mantenimiento adecuado (revisión técnico- mecánica y de gases), garantizando así el cumplimiento de los estándares para emisión de ruido.

➤ Efectuar la operación de la maquinaria de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

➤ Controlar los niveles de presión sonora generados por la maquinaria y los equipos que están exentos de la revisión técnico- mecánica y de gases, tales como la maquinaria rodante de construcción (retroexcavadoras, montacargas, plantas eléctricas, entre otros) y otros equipos (taladros, motosierras, *cheepers*). Así mismo, adopte las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera.

²⁸ *Ibíd.*, p. 41

- Asegurar el adecuado uso de compresores, garantizando que los elementos que controlan los niveles de presión sonora funcionen según los diseños del equipo.
- Verificar el estado técnico de los equipos utilizados en calidad de arriendo²⁹.

4.2.3 Recomendaciones para la Generación de Vibraciones. A esta actividad, se puede encontrar en el transporte de insumos, materiales y equipos, uso de maquinarias en las diferentes etapas de la obra. A continuación se sugieren una serie de medidas para disminuir la generación de vibraciones:

- Se analizarán los datos de vibraciones del equipo.
- Los neumáticos serán los adecuados a las características del terreno por el que tengan que circular.
- Control adecuado de la velocidad de los vehículos en la obra. La velocidad de los vehículos está directamente relacionada con la transmisión de vibraciones por lo que deberá ser la adecuada. La velocidad vendrá en función de las condiciones de trabajo y estado del terreno por donde circule. La conducción será tranquila sin frenazos, acelerones y evitando el paso de los posibles baches de forma brusca.
- Dentro de este mantenimiento, se deberá revisar entre otros:
 - Los ajustes de las piezas
 - La suspensión
 - Los apoyos fijos de la maquinaria que estarán aislados frente a las vibraciones
 - La lubricación
 - Los neumáticos que deberán estar con la presión adecuada a la carga, al terreno por el que circulan y a las condiciones de trabajo
 - Los apoyos de los asientos
 - Los escapes del motor
- Mantener en funcionamiento los equipos exclusivamente durante su uso. Los equipos transmiten vibraciones tanto si se están usando como si no, por lo que se evitará dejar en marcha equipos que no se estén utilizando.
- Incorporación en instalaciones o maquinaria de obra de dispositivos de reducción de vibraciones. Planificación y control para que se dispongan equipos en obra con dispositivos que reduzcan la exposición a vibraciones³⁰.

4.2.4 Recomendaciones para las Alteraciones del Suelo. Como se mencionó anteriormente el mayor impacto que pueden generar las maquinarias en el suelo tiene que ver con la contaminación del mismo por derrames de combustibles o aceites, por lo tanto a continuación se relacionan una serie de

²⁹ *Ibíd.*, p. 43

³⁰ EL INSTITUTO REGIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid: El Instituto, 2012. p. 90-94

medidas a tener en cuenta para prevenir las alteraciones del suelo por el uso de maquinarias en obras de construcción:

- Evite el derrame de aceite o combustible sobre el suelo. Instale barreras y disponga la maquinaria sobre superficies que permitan la recolección de estas sustancias.
- Vigilar periódicamente que el sistema de combustible no tenga fugas. En caso de requerirse almacenamiento temporal de combustible (recarga a maquinaria durante la jornada de trabajo), este deberá estar en tanques de 200 litros, alejado de corrientes superficiales y con el señalamiento adecuado a fin de evitar manejos imprudenciales.
- Debe evitarse el paso de maquinaria pesada sobre el suelo ya extendido. Cuando se suspenda actividades de una máquina así sea de forma temporal, se debe apoyar el equipo completamente en el suelo, parar el motor y colocar el freno.
- Cuando se haga mantenimiento de las máquinas en la obra se deben colocar plásticos sobre el suelo de un calibre que garantice que no se producirá contaminación del mismo.
- Si se presentan derrames accidentales de combustibles sobre el suelo, el operario que está haciendo la manipulación deberá dar aviso al responsable o encargado por parte del constructor de las contingencias y se atenderá el incidente removiendo el derrame inmediatamente³¹.

4.2.5 Recomendaciones para Disminuir la Afectación de la Transitabilidad (peatonal y vehicular). Como se mencionó anteriormente el impacto en la transitabilidad de peatones y vehículos por el uso de maquinarias en obras de construcción se da principalmente en el momento en que éstas son transportadas y por el espacio que ocupan en las zonas de trabajo, para lo cual se sugieren las siguientes recomendaciones de manejo:

- Cuando se requiera transportar equipos o maquinaria pesada por la ciudad, se debe realizar en hora valle, utilizando cama baja y con la debida autorización de la Secretaría de Tránsito.
- Se ubicarán vallas móviles al inicio y final de cada frente de obra. Estas vallas informativas deben ser fácilmente visualizadas por los trabajadores y la comunidad en general y no deben interferir con el flujo continuo de los vehículos, ni con su visibilidad.
- Se deberá cumplir a cabalidad con cada uno de los requerimientos y disposiciones del Plan de Manejo de Tráfico aprobado por la Secretaría de Tránsito y Transporte, al igual que con las disposiciones contenidas en el Manual de

³¹ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO IDU. Guía de Manejo Ambiental. Bogotá: IDU, 2010. p. 34.

Señalización Vial aprobado mediante la Resolución MTT 1050 de 2.004, o aquel que lo modifique y/o sustituya³².

4.3 ANALISIS GENERAL DE RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO AMBIENTAL EN EL USO DE MAQUINARIAS EN CONSTRUCCIONES CIVILES

Como se puede observar existen diferentes guías diseñadas por entes gubernamentales que facilitan el diseño de planes de manejo ambiental en obras de construcción, en donde se sugieren diferentes medidas de prevención, mitigación y manejo de los diferentes impactos que se generan en éstas, para el caso de la presente investigación los impactos generados por el uso de maquinarias, al respecto se pudo observar que existe una variedad de sugerencias que los contratistas deben implementar y/o complementadas por de acuerdo con el tipo o categoría de proyecto a desarrollar.

Igualmente es importante mencionar que las medidas de manejo de impacto ambiental en cuanto al uso de maquinaria deben planearse e implementarse de acuerdo a las diferentes etapas de construcción, operación o funcionamiento del proyecto u obra que se esté realizando, y a los requerimientos de las mismas en cuanto a su uso, esto teniendo en cuenta que una obra de construcción está dividida en varias etapas, por lo en cada una de éstas se puede requerir el uso de máquinas de diferentes especificaciones que pueden generar así mismo diferentes impactos.

Sin embargo, las recomendaciones de manejo de impactos descritas anteriormente, son solo algunas de las que los contratistas puede incluir en sus planes de manejo, pues existen varios documentos guías en donde se pueden encontrar otras medidas e instrucciones, así mismo se puede observar que son recomendaciones básicas sin mayores complicaciones, fáciles de ser aplicadas y controladas, siempre y cuando se planifiquen correctamente y se lleve a cabo el respectivo seguimiento en su implementación.

³² *Ibid.*, p. 120

5. ANÁLISIS DEL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL USO DE MAQUINARIAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN ESTUDIO DE CASO

5.1 PROPÓSITO DEL ESTUDIO DE CASO

En los capítulos anteriores se ha realizado la identificación y análisis de los diferentes impactos ambientales que genera el uso de maquinarias en obras de construcción, así como las diferentes recomendaciones y medidas para el manejo de los mismos contenidas en diferentes guías de manejo ambiental, sin embargo, se ha querido verificar si efectivamente, éstas son tenidas en cuenta por contratistas en proyectos de ingeniería civil, dentro de sus planes de manejo ambiental en sus fases de diseño e implementación en obra; para lo cual se han tomado como ejemplo el proyecto de construcción del Centro Cultural Integrado Debora Arango en la ciudad de Envigado Antioquía desarrollado por la Secretaria de Obras Públicas en 2008.

Para el análisis del manejo ambiental en este proyecto de construcción referente al uso de maquinarias, se describirán los rasgos más importantes del Plan de Manejo Ambiental diseñado para esta obra, luego se analizará la implementación de este plan con un informe de gestión ambiental, presentado durante la Construcción de la primera etapa de construcción de este Centro Cultural, de esta forma se podrá verificar si se cumplió con los programas y medidas de manejo de las maquinarias para prevenir o mitigar el impacto ambiental que generan.

5.2 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO CULTURAL INTEGRADO DEBORA ARANGO EN LA CIUDAD DE ENVIGADO

5.2.1 Generalidades del Plan. El Plan de Manejo Ambiental (PMA), trata los lineamientos preventivos, de mitigación y contingencia que se deberán seguir para la construcción del Centro Cultural Integrado Débora Arango, ubicado en el Municipio de Envigado Antioquia. Se especifica el manejo y medidas preventivas para evitar la contaminación del aire, debido a las obras de demolición de las antiguas estructuras de la planta de producción de la fábrica Grulla, y la ejecución segura de las obras frente a la salud tanto de los trabajadores como de la comunidad aledaña. Así mismo se presenta un esquema de prevención ante las emisiones localizadas y difusas tanto del proceso de construcción del parque como de los vehículos utilizados para tal fin.

El plan tiene la siguiente estructura:

➤ Se hace una revisión de la normatividad colombiana para el manejo cada uno de los impactos ambientales que se puedan provocar con la ejecución de la obra.

- Se establece Establecen los objetivos del plan de manejo ambiental
- Se describen las características del proyecto y obras que se van a ejecutar
- Se realiza la caracterización medio ambiental de la zona donde se ejecutará el proyecto.
- Finalmente se establece el plan de manejo ambiental, teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente (véase el Anexo A).

5.2.1.1 Descripción de Actividades de Manejo para el Uso de Maquinarias.
 En el plan de manejo ambiental en su apartado 5.1 se describen las actividades que se van a desarrollar en el inicio de la obra y las actividades de manejo que se deben desarrollar en cuanto al uso maquinarias y vehículos que se muestran a continuación (véase el Cuadro 8):

Cuadro 8. Actividades de Manejo para el Uso de Maquinarias

Actividad	Descripción
<p>Mantenimiento de los vehículos</p>	<p>El mantenimiento de los vehículos se realizará en los sitios adecuados para tal fin (talleres), para lo cual se deberá adecuar una zona con piso duro, que impida la contaminación del suelo en caso de un derrame de combustible u otra sustancia</p> <p>Se deberá asegurar el correcto funcionamiento de los vehículos, para lo cual se deberá realizar los mantenimientos definidos en la hoja de vida de cada uno de los vehículos y maquinaria vinculada a la construcción y operación de las obras teniendo en cuenta la normatividad</p> <p>Los vehículos livianos y pesados utilizados durante la construcción, deben tener vigente el certificado de gases según la ley 769 de 2002, art. 52.</p>
<p>Transporte y almacenamiento de materiales, escombros y lodos</p>	<p>Los vehículos para el transporte de materiales deben estar dotados con carpas, plásticos, lonas o coberturas que impidan el levantamiento de material particulado por la acción del viento; los materiales transportados deben permanecer totalmente cubiertos a lo largo del trayecto y hasta su descargue, de acuerdo con la Resolución 541 de 1994.</p> <p>El aprovisionamiento de combustibles y lubricantes y el mantenimiento de maquinaria, del equipo móvil y otros equipos, se realizará en sitios adecuados para dicha actividad, con el fin de no contaminar los suelos o las aguas</p> <p>No se permite el uso, tránsito, estacionamiento, aseo de equipos o maquinaria en los lechos de las quebradas, ni en sitios distintos del frente de obra, a menos que sea estrictamente necesario y con</p>

Cuadro 8. (Continuación)

Actividad	Descripción
	<p>autorización de la supervisión ambiental.</p> <p>Durante la construcción, a todos los vehículos que salgan del sitio de obras, del sitio de depósito o de la cantera, se les deberá limpiar las llantas.</p>
Ruido	<p>Todos los equipos que laboren en la construcción de las obras, deberán tener un pito de reversa, como medida preventiva para el control de accidentes.</p> <p>Se prohíbe el uso de toda clase de dispositivos o accesorios diseñados para producir ruido, tales como válvulas, resonadores y pitos adaptados a los sistemas de bajo y de frenos de aire.</p>

Fuente. ALCALDÍA DE ENVIGADO. Plan de Manejo Ambiental Centro Cultural Integrado Débora Arango. Envigado: Secretaría de Obras Públicas, 2008. p. 20-70

Como se puede observar las medidas de manejo de maquinaria están relacionadas con las descritas en el capítulo 4 del presente documento, es decir que el plan diseñado para la obra de construcción del centro cultural cumple con las medidas de manejo, de acuerdo a lo especificado en guías institucionales y normatividades vigentes para el manejo ambiental en el sector de la construcción.

5.2.1.2 Medidas Preventivas y de Control de Impactos Ambientales Producidos Maquinarias Durante la Etapa de Construcción del Proyecto. A continuación se relaciona las medidas preventivas y de control que se plantean para la etapa de construcción del centro cultural (véase el Cuadro 9):

Cuadro 9. Medidas Preventivas y de Control de Impactos Ambientales Producidos por Maquinarias

Actividad	Descripción
<i>Prevención de emisiones de material particulado a la atmósfera</i>	<p>Los patios de maniobra y las vías se mantendrán húmedas, al igual que los acopios de material; los contenedores o pltones de los vehículos empleados para el transporte del material serán debidamente cubiertos con una lona resistente; igualmente se realizará mantenimiento periódico a los vehículos y maquinaria con el fin de garantizar su buen estado, lo que a su vez minimiza las emisiones de gases a la atmósfera.</p> <p>Se deberá velar porque no se sobrepasen las normas establecidas en la resolución 08321 de 1983. Ni se perturbe el descanso de las personas que habitan el sector,</p>
<i>Consumo de combustibles</i>	<p>Para el abastecimiento de combustible en el frente de obra, el Contratista deberá entregar a la Interventoría un mes antes de iniciar la Etapa de construcción los procedimientos de seguridad que aplicará para el tanqueo de combustible de la maquinaria que no es de libre circulación</p>

Fuente. ALCALDÍA DE ENVIGADO. Plan de Manejo Ambiental Centro Cultural Integrado Débora Arango. Envigado: Secretaría de Obras Públicas, 2008. p. 20-70

Como se puede observar en el Cuadro 9, las medidas preventivas y de control de impactos generados por las maquinarias y vehículos que se usarían en este proyecto de construcción son muy pocas y se limitan únicamente a la prevención de emisiones de material particulado y abastecimiento de combustible, no se tienen en cuenta otro tipo de impactos que se generan a partir del uso de maquinarias como es el caso de medidas específicas para:

- Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables.
- Compactación.
- Remoción de la cobertura vegetal.
- Destrucción de hábitats.
- Ocupaciones de zonas ajenas al proyecto.
- Alteración de la transitabilidad (peatonal y vehicular)
- Vibración en viviendas aledañas

Se hace mención de medidas preventivas y de control para impactos en el suelo y agua, pero no las relacionan con el uso de las maquinarias, sino que las orientan más hacia los materiales y procesos de construcción.

No se relacionan medidas de prevención y control relacionadas el manejo daños por vibraciones de las máquinas en viviendas o sectores aledañas a la construcción.

Se pudo observar que el proyecto genera impactos de todo tipo, sin embargo, no se puede determinar el grado importancia de estos impactos ya que en el plan de manejo ambiental, no se establece la valoración del impacto.

5.3 INFORME DE GESTIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN CENTRO CULTURAL

Como se mencionó anteriormente el plan de manejo ambiental para la construcción del Centro Cultural Integrado Debora Arango de Envigado fue diseñado en el año 2008, y para el año 2010 se presenta el informe de gestión de este plan en la primera etapa de construcción del proyecto (véase el Anexo B), a continuación se relacionan indicara de qué manera se está implementado esta normatividad (véase el Cuadro 10).

Cuadro 10. Informe de Aplicación de Normatividad

UBICACIÓN EN EL PMA	LEGISLACIÓN	APLICACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p>PAG 10</p>	<p>Resolución 541 de 1994 Regula el cargue, descargue, transporte. Almacenamiento y disposición de escombros</p>	<p>Cargue y Transporte de Material: Las Volquetas que trabajan para la obra cuentan todas con lona para proteger el material transportado, tanto al ingresar como al salir están cubiertas.</p> <p>Lavado de llantas (volquetas y Maquinaria): Se realiza lavado de llantas de las volquetas y la maquinaria al salir de la obra. Para ello El contratista cuenta con un Auxiliar de Gestión Ambiental y dispone de elementos como manguera y cepillo para realizar la limpieza. Posteriormente el Auxiliar realiza limpieza de la vía en el área de la bahía constantemente.</p>	
<p>PAG 11</p>	<p>Decreto 2107 de 1995. Control de Emisiones Atmosféricas</p>	<p>Los acopios internos se encuentran cubiertos con plástico para evitar la emisión de material particulado. En periodo de verano se humedece la vía en el área de la bahía.</p>	

Cuadro 10. (Continuación)

UBICACIÓN EN EL PMA	LEGISLACIÓN	APLICACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p>PAG 11</p>	<p>Resolución 08321 de Agosto de 1983 Por los cuales se regula la calidad del aire : Nivel de Inmisión</p>	<p>La maquinaria en la obra que genera mayor ruido es la Hincadora de pilotes y los martillos neumáticos utilizados para la demolición. En ningún caso se han realizado trabajos por fuera del horario establecido por la norma. (7:00 am- 21:01), ni el día domingo. Como parte de la gestión social se distribuyo volante en el área de influencia inmediata de la obra donde se ofrecía disculpas por las molestias ocasionadas debido al ruido en la obra.</p>	
<p>PAG 36</p>	<p>Ley 769 de 2002 Código Nacional de Transito</p>	<p>Con el fin de reducir riesgos a la comunidad teniendo en cuenta las actividades de la obra, se instalaron señales verticales de entrada y salida de volquetas y reducción de velocidad a 20 km/H ya que la zona está clasificada como residencial. Se lleva control de todos los vehículos (volquetas) que trabajan en la obra, todos tienen los documentos al día de Revisión T, mecánica y SOAT.</p>	

Fuente. UNIÓN TEMPORAL DÉBORA ARANGO. Informe de gestión ambiental septiembre /2010 Construcción I Etapa CCI Débora Arango Municipio de Envigado. Envigado: La Empresa, 2010. P. 2 - 10.

Como se puede observar en el Cuadro 10, las actividades propuestas en el plan de manejo ambiental para el manejo de impactos generados por el uso de maquinarias se cumplió, cabe resaltar el seguimiento que se hizo mediante el registro fotográfico, sin embargo no se observan medidas de manejo, prevención y control del impacto causado por el ruido de las máquinas y vehículos usados en esta fase del proyecto instalación de barreras de aislamiento sonoro, tal y como se observa en a continuación (véase la Figura 8) en donde se está haciendo uso de un martillo que genere altos índices de ruido igualmente se observa una máquina perforadora pero ninguna barrera de aislamiento sonoro (véase el Anexo B).

Figura 8. Uso de Maquinarias sin Aislamientos Sonoros



Fuente. UNIÓN TEMPORAL DÉBORA ARANGO. Informe de gestión ambiental septiembre /2010 Construcción I Etapa CCI Débora Arango Municipio de Envigado. Envigado: La Empresa, 2010. p. 21.

5.4 COMPARACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL USO DE MAQUINARIA DEL PROYECTO CONSTRUCCION I ETAPA CCI DÉBORA ARANGO MUNICIPIO DE ENVIGADO Y UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Los planes de manejo ambiental en el sector de la construcción se ajustan teniendo en cuenta los tipos de proyectos que se van a llevar a cabo pues los impactos dependen de la tipología de los mismos, ya que “Los impactos dependen, de la oferta ambiental del entorno en el que se desarrolla la obra y la tecnología utilizada en el proceso constructivo. En cualquier tipo de proyecto, y aunque no se requiera licencia ambiental, es importante lograr una planeación previa de la gestión ambiental, atendiendo sus singularidades”³³.

En el sector de la construcción existen 3 tipos de proyectos que son:

- **Proyectos Tipo I:** Son proyectos que se consideran de alto impacto ambiental por causar deterioro o alteración a los recursos naturales, al ambiente o al paisaje, entre éstos se encuentran por ejemplo Construcción y ampliación de vías como viaductos, autopistas urbanas y vías arterias principales, Construcción de terminales de buses, entre otros.
- **Proyectos tipo II:** Proyectos de impacto moderado cuya afectación no trasciende el área de influencia directa, como por ejemplo adecuación y mantenimiento de elementos del sistema integrado de transporte masivo, construcción de escenarios deportivos, placas polideportivas y canchas de alcance zonal, entre otros.
- **Proyectos Tipo III:** Por su bajo impacto sólo deben adoptar los requerimientos mínimos de buenas prácticas de manejo ambiental y social, entre los que se tiene construcción de gradas en escenarios deportivos y culturales, en parques, Construcción e instalación de barandas y barandillas en puentes, senderos, vías peatonales, vías vehiculares, entre otros³⁴.

En este sentido, el tipo de proyecto analizado en el estudio de caso corresponde al proyecto tipo II de impacto moderado. En este sentido se ha querido comparar este plan de manejo ambiental con uno diseñado para un proyecto tipo I, en este caso se tomó el PMA del Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca, a continuación se detalla las diferencias encontradas (véase el Cuadro 11).

³³ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN Y EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, Op. Cit., p. 10.

³⁴ *Ibid.*, p. 11-13

Cuadro 11. Comparativo planes de Manejo Ambiental Proyecto Estudio de Caso Tipo II Vs. Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca Tipo I

ASPECTO	PROYECTO CONSTRUCCION I ETAPA CCI DÉBORA	PROYECTO CORREDOR PERIMETRAL DE ORIENTE DE CUNDINAMARCA
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	Descripción detallada del proyecto, su localidad, mapas, características etc.	Descripción detallada del proyecto, su localidad, mapas, características etc.
MARCO NORMATIVO	Descripción de la normatividad relacionada con los diferentes tipos de impactos ambientales	Descripción de la normatividad relacionada con los diferentes tipos de impactos ambientales
OBJETIVOS DEL PAM	Se describe los objetivos general y específicos del PMA	Se describe los objetivos general y específicos del PMA
METODOLOGÍA	Se describe la metodología usada para el estudio ambiental del proyecto y el área en donde se ejecuta componente (biótico - abiótico) Recolección de información básica y secundaria. Como se hace el análisis de la información	Se describe la metodología usada, esta se hace de manera separada para el análisis de cada componente (biótico - abiótico)
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	Se postula el Programa Identificación y valoración de Aspectos ambientales en donde se identificaron diversos aspectos ambientales ligados a sus procesos, que fueron clasificadas por actividades, y evaluadas en posibles condiciones normales y anormales de operación. Se hace una descripción general pero no se incluye la matriz de impactos ambientales ni la matriz de valoración, Se muestran Porcentaje de Aspectos Ambientales según su criticidad, Numero de Aspectos Ambientales según su criticidad y Aspectos Ambientales por proceso y/o actividad según su criticidad. Pero no se muestra en detalle la valoración de cada impacto.	Consta de un capítulo donde se presenta la identificación de impactos ambientales que pudieran llegar a generarse sobre los elementos ambientales (físico, biótico, socioeconómico, histórico-cultural y paisajístico). Se hace una descripción detallada de cada elemento ambiental, así como la valoración de cada impacto discriminados por etapas de desarrollo del proyecto y tramos, con sus respectivas matrices y análisis
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	Se postula un Programa Obras Civiles consta de: ➤ objetivos ➤ Etapa del proyecto ➤ Impacto Ambiental ➤ Tipo de medidas	Se divide en diferentes programas en cada uno se hace una descripción detallada del manejo ambiental del proyecto mediante fichas, programas y medidas de manejo social y ambiental que componen el PMA contienen los siguientes ítems:

Cuadro 11. (Continuación)

ASPECTO	PROYECTO CONSTRUCCIÓN I ETAPA CCI DÉBORA	PROYECTO CORREDOR PERIMETRAL DE ORIENTE DE CUNDINAMARCA
<p>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Descripción de las actividades ➤ Plan de monitoreo y control ➤ Supervisión Ambiental ➤ Descripción de actividades a monitorear ➤ Esquema de control y monitoreo de los programas del plan de manejo ambiental (cuadro resumen) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivo: relaciona el propósito de las medidas de manejo indicadas en cada ficha. ➤ Etapa de Ejecución: hace referencia a cada una de las fases de desarrollo del proyecto sintetizadas en las fases pre-construcción, construcción y operación. ➤ Impacto Ambiental: reseña de impactos a producir por cada actividad a adelantar en etapas señaladas, fundamentada en la evaluación de impactos presentada en el capítulo correspondiente. ➤ Tipo de Medida: especifica si la medida formulada es de prevención, control, mitigación, restauración o compensación. ➤ Acciones a desarrollar: instrucciones específicas a realizar para el manejo de los impactos identificados. ➤ Lugar de aplicación: relaciona los sitios donde deben aplicarse las medidas establecidas. ➤ Responsable de la ejecución: indica la entidad responsable de la ejecución y verificación del cumplimiento de las medidas ambientales señaladas, la cual puede ser asumida ya sea por la Unidad Ambiental del Contratista, la Interventoría Ambiental y/o por POB. ➤ Seguimiento y monitoreo: mecanismos de seguimiento y monitoreo de las actividades y medidas consignadas en cada ficha. El tipo de indicador hace referencia a la letra (C) cuando se refiere a un indicador de control y a la letra (G) cuando se refiera a un indicador de Gestión. ➤ Cronograma: Presenta las acciones y la fase (Pre-construcción, Construcción y/o Operación) en la cual se desarrollaran las medidas de manejo. ➤ Presupuesto: Hace referencia a los costos asociados a las medidas de manejo propuestas.

Fuente. AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. Estudio Ambiental y Social - Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Bogotá: Louis Berger, 2015. p. 5 -126.

ALCALDÍA DE ENVIGADO. Plan de Manejo Ambiental Centro Cultural Integrado Débora Arango. Envigado: Secretaría de Obras Públicas, 2008. p. 20-70

Como se puede observar las diferencias en la elaboración de cada uno de los planes de manejo ambiental son notorias, teniendo en cuenta que son dos tipos de proyectos diferentes, que por sus características, especialmente tamaño del proyecto y ubicación, requiere un tipo de manejo ambiental diferente, siendo el proyecto tipo I es decir el Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca, el de mayor envergadura, debió hacer un estudio más minucioso de todos los impactos ambientales, igualmente al planificar las medidas de manejo, medidas preventivas y de control, también se observa una gran diferencia, aunque los dos proyectos tiene en cuenta en todos los componentes ambientales, el proyecto de construcción del centro cultural no es tan minucioso en ninguna de las etapas del estudio y plan ambiental, contrario al proyecto de construcción del Corredor Perimetral.

Un aspecto a resaltar, y que se hace importante a la hora de entender las medidas de manejo, prevención y control diseñadas en cada uno de los planes, tiene que ver con la identificación y evaluación de cada impacto, pues en el PMA del centro cultural se tiene la identificación de impactos, pero no se relaciona la valoración de cada uno, por cuanto no se puede analizar si por ejemplo, el impacto generado por el uso de maquinarias en cuanto a la generación de ruido es alto, medio o bajo, caso contrario ocurre con el PMA de Corredor Perimetral, en donde si se hace un análisis minucioso y valoración de cada impacto, teniendo en cuenta las características de cada zona en donde se van a llevar a cabo las obras, así como en las diferentes etapas del proyecto, y cada uno de los componentes de afectación.

5.4.1 Comparación Identificación de Impactos y Medidas de Manejo, prevención y control Por el Uso de Maquinarias en el Proyecto Construcción I etapa CCI Débora Arango municipio de Envigado y un Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Haciendo referencia a la identificación de impactos generados por el uso de maquinarias en cada uno de los proyectos, se observa que (véase el Cuadro 12):

Cuadro 12. Comparación Identificación de Impactos y Medidas de Manejo, prevención y control Por el Uso de Maquinarias en el Proyecto Construcción I etapa CCI Débora Arango municipio de Envigado y un Proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca.

ASPECTO	PROYECTO CONSTRUCCIÓN I ETAPA CCI DÉBORA	PROYECTO CORREDOR PERIMETRAL DE ORIENTE DE CUNDINAMARCA
Identificación de impactos	Contaminación del suelo Emisiones atmosféricas Generación de ruido Afectación social y de transitabilidad	Alteración de la calidad del aire Deterioro de la calidad del suelo Modificación al tráfico vehicular local, Generación de polvos y/o malos olores Molestias a las comunidades aledañas por las obras del Proyecto Incremento en los niveles de ruido Deterioro de la calidad o contaminación de las agua. Vibraciones
Medidas de manejo, prevención y control de impactos	Mantenimiento de los vehículos. Transporte y almacenamiento de materiales, escombros y lodos Establecimiento de límites de velocidad. Prevención de emisiones de material particulado a la atmósfera Consumo de combustibles	Etapa De Construcción Selección De Los Vehículos, Maquinaria Y Equipos De Construcción Procedimiento Para El Transporte De Maquinaria Y Equipo Labores De Mantenimiento De Vehículos, Equipos O Maquinaria Operación De Maquinaria Y Equipos Programa De Cumplimiento De Control De Emisiones Vehiculares Gases De Efecto Invernadero Abastecimiento Y Almacenamiento De Combustible Manejo Ambiental Del Ruido Etapa De Operación Y Abandono Instalación de Áreas Temporales
Cumplimiento	En una matriz se relacionan los siguientes aspectos para hacer el seguimiento de cumplimiento del PMA Actividad a monitorear y controlar Normatividad asociada Indicadores de seguimiento y control	En una matriz se relacionan los siguientes aspectos para hacer el seguimiento de cumplimiento del PMA Indicador Periodicidad registro de cumplimiento

Fuente. AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. Estudio Ambiental y Social - Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Bogotá: Louis Berger, 2015. p. 5 -126.

ALCALDÍA DE ENVIGADO. Plan de Manejo Ambiental Centro Cultural Integrado Débora Arango. Envigado: Secretaría de Obras Públicas, 2008. p. 20-70

En el PMA de la construcción Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca adicionalmente a las medidas establecidas en el programa de Manejo de maquinarias, equipos y vehículos, en cada uno de los programas de manejo se hace establecen medidas de prevención y control relacionadas con el uso de maquinarias y vehículos y que generen afectación en dicho componente.

Finalmente, se puede observar que en el proyecto Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca el formato de registro del programa de manejo ambiental de maquinarias, equipos y vehículos contiene ítems adicionales, en donde se especifican datos importantes que en el PMA de la construcción del Centro cultural no se tiene en cuenta, igualmente manejar este tipo de formatos hace más organizada la presentación del PMA (véase el Cuadro 13), mientras que en el PMA del otro proyecto se hace una mención a nivel general sin ninguna discriminación especial.

Cuadro 13. Formato Plan de Manejo Ambiental Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca

PROGRAMA 4. MANEJO DE INSTALACIONES TEMPORALES					
PROYECTO 2: MANEJO DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y VEHÍCULOS					FICHA: PMIT 4.2 - 16
OBJETIVO DEL PROYECTO					
TIPO DE MEDIDA					
Control		Prevención		Mitigación	Compensación
IMPACTOS A MANEJAR					
ETAPA					
ACCIONES A EJECUTAR					
LUGAR DE APLICACIÓN					
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN					
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			COSTOS		
METAS					
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
INDICADOR		PERIODICIDAD		REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	

Fuente. AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. Estudio Ambiental y Social - Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Bogotá: Louis Berger, 2015. p. 5 -126.

5.5 RECOMENDACIONES DE MEJORAMIENTO

- Diseñar guías estandarizadas de manejo ambiental que deban ser usadas por los diferentes actores del sector de la construcción, de forma obligatoria, en donde se detalle cada una de las actividades que se deben realizar antes de formular un plan de manejo ambiental.
- Documentar de forma más detallada los impactos y tipo de afectaciones en cada uno de los componentes ambientales, que generan el uso de maquinarias en construcción haciendo su discriminación o descripción para cada tipo de proyecto (Tipo I, II o III), para ser tenidos en cuenta por las personas encargadas de la gestión ambiental de los diferentes proyectos, evitando de esta manera que se pasen por algo algunos aspectos que a la luego pueden ser de gran relevancia.
- Desarrollar programas de capacitación sobre gestión ambiental en donde se involucre no sólo los actores administrativos o supervisores de los proyectos de construcción, sino especialmente para los actores operativos, es decir, que las personas que realizan las actividades de ejecución de trabajos en obra, así como los operarios de las maquinarias y vehículos, tengan conocimiento sobre la identificación y manejo de impactos ambientales, pues en muchas ocasiones se presentan fallas en la implementación de los PMA y su cumplimiento, por el desconocimiento sobre el tema.

6. CONCLUSIONES

Con la investigación se pudo establecer que el uso de maquinarias en obras de construcción genera afectación directa de los componentes del medio ambiente como es el caso de la destrucción de ecosistemas, alteración de las características del agua, suelo y aire, cambios en los medios bióticos y abióticos desplazamiento de personas y daños de centros históricos y memoria cultural, estos impactos pueden ser inevitables, reversibles, irreversibles o mitigados, según sea el componente afectado y las características mismas del impacto, por lo cual se debe llevar a cabo un estudio previo a la iniciación de los proyectos en donde se puedan identificar y evaluar los diferentes impactos, para luego generar planes de manejo ambiental que se desarrollen en las diferentes etapas de ejecución de las obras de construcción.

Se pudo determinar que el uso de uso de maquinarias y vehículos en obras de construcción generan impactos en todos los componentes del medio ambiente, como son Alteración de la calidad del agua Alteración de la calidad del Aire, Alteración de la calidad del suelo, Pérdida de Biodiversidad, Alteraciones sociales, en cada uno de estos se generan afectaciones específicas, provocadas directamente por el tipo de máquina y por las actividades que se realizan con éstas, tal es el caso de los impactos generados por emisiones y generación de partículas los cuales son impactos inevitables, que sin embargo se pueden controlar para que las afectaciones no sean tan altas. Por otro lado se tienen los impactos generados por las actividades que realizan las máquinas o vehículos, como por ejemplo el derrame de combustible, que puede afectar tanto el suelo como los cuerpos de agua presentes en la zona, estos impactos pueden ser reversibles y mitigados en caso que se presente la situación, aunque la mejor opción es el control y prevención para que no ocurra este tipo de afectaciones.

Entre los impactos más importantes que se producen en obras de construcción por el uso de maquinaria está la afectación del aire por las emisiones atmosféricas con gases tóxicos contaminantes como CO₂ CO NO₂, así mismo se ve afectado por partículas en suspensión ya que estas emisiones son inevitables y sus efectos en la mayoría de los casos son irreversibles ya que estos contaminantes afecta la salud de las personas y de la fauna de forma directa al respirar, al igual que puede afectar a la vegetación, en este caso las medidas de manejo deben estar enfocadas a prevenir, mitigar y controlar las emisiones y la generación de material particulado dentro y fuera de la construcción.

Los impactos relacionados con la afectación del suelo, afectación del agua y generación de ruido provocados por el uso de maquinaria, son impactos importantes, sin embargo éstos contrario a la afectación del aire, se pueden evitar, pues su generación puede ser producto de las malas prácticas de manejo, como es el caso de la contaminación del suelo y el agua por derrames de combustibles o aceites de las maquinarias, por tanto las medidas de manejo deben estar

orientadas principalmente a la prevención de su generación, para lo es imprescindible que todas las maquinarias y equipos se encuentren en óptimas condiciones de operación, cumplan las normas ambientales y la operación se realice en las condiciones de seguridad adecuadas.

Se pudo establecer que existen diferentes medidas de manejo para cada uno de los impactos ambientales que genera el uso de maquinarias y equipos en obras de construcción que contemplan actividades de prevención, control y mitigación de las diferentes afectaciones, en las que se contempla por ejemplo el uso de maquinarias modernas para evitar la generación de emisiones, en condiciones óptimas, así mismo sugieren la realización de actividades preventivas como mantenimientos de los vehículos para evitar fugas y derrames, lavado de llantas en zonas adecuadas para evitar la contaminación del suelo y fuentes hídricas, así mismo las medidas de control y mitigación sugieren el uso de las tecnologías más limpias y el uso de combustibles amigables con el ambiente, así como, procurar el uso eficiente de los mismos.

Así mismo se contemplan recomendaciones de manejo, prevención y mitigación específicas para cada uno de los impactos, es decir, recomendaciones para la Reducción de la Emisiones de gases y Material Particulado como control e inspección de los vehículos, sistema de limpieza o lavado de llantas uso de señalizaciones y equipamientos como polisombras, carpas, inspección y seguimiento de las emisiones permitidas. Recomendaciones para la reducción en la generación de ruido en donde se debe hacer control de los niveles sonoros mediante la instalación de mecanismos de insonorización y mantenimiento adecuado, garantizando el cumplimiento de los estándares para emisión de ruido. Recomendaciones para disminuir la afectación de la transitabilidad en donde se sugiere hacer una programación de transporte de maquinaria en horas valles, debida señalización y ubicación de vallas informativas.

Finalmente, al hacer el estudio de caso del plan de manejo ambiental de un proyecto de construcción, haciendo énfasis en el manejo de maquinarias y vehículos, se pudo establecer que cada PMA se diseña teniendo en cuenta el tipo y magnitud del proyecto, y que se tiene en cuenta el análisis de todos los componentes ambientales a la hora de identificar, evaluar y formular medidas de manejo para los impactos ambientales generados por las maquinarias, sin embargo se pudo determinar que en no siempre se hace una identificación detallada de las afectaciones generadas, por cuanto no se formulan medidas totalmente efectivas, igualmente se pudo comprar los PMA de dos tipos de proyectos diferentes, con lo que se pudo confirmar que, a pesar que los elementos generales que deben conformar estos planes están presentes, en algunos son más detallados que otros, lo que hace que la efectividad de los mismos sea mayor o menor, y por tanto los impactos generen tantas afectaciones.

7. RECOMENDACIONES

Desarrollar más investigaciones en donde se hagan estudios detallados para que se puedan analizar las diferentes fases de planeación ambiental en el sector de la construcción y como se están ejecutando en la actualidad.

Incentivar el estudio y análisis de manuales y guías sobre diseño de planes de manejo y gestión ambiental como parte de la formación profesional en la carrera de Ingeniería Civil, con miras a fortalecer el conocimiento del tema para su futura aplicación al ejercer la profesión.

Llevar a cabo estudios sobre la normatividad establecida para el manejo de cada impacto ambiental y sus factores de generación, esto con miras a que los planes de manejo que se diseñen cumplan con las legislación colombiana.

BIBLIOGRAFÍA

360 GRADOS CONCRETO. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [en línea]. Bogotá: Argos [citado 5 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>>

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. Estudio Ambiental y Social - Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Bogotá: Louis Berger, 2015. 432 p.

ALCALDÍA DE ENVIGADO. Plan de Manejo Ambiental Centro Cultural Integrado Débora Arango. Envigado: Secretaría de Obras Públicas, 2008. 85 p.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Guía De Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción de la Alcaldía. Bogotá: Secretaría del Medio Ambiente, 2010. 85 p.

ANDRADE, Erick. Impacto Ambiental de Obras Civiles [en línea]. Bogotá: Civil Geeks [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://civilgeeks.com/2011/09/26/impacto-ambiental-de-obras-civiles/>>

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN Y EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción. Medellín: Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2009. 122 p.

ARENAS CABELLO, Francisco J. Los Materiales De Construcción Y El Medio Ambiente [en línea]. Andalucía: Centro Informático Científico [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: http://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html>

BIOAMPEG. Estudio de Impacto Ambiental para el Sistema De Agua Potable Regional [en línea]. México: La Empresa [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.gmtulcan.gob.ec/descargas/FRONTERA/5.%20DETERMINACI%20N%20DE%20%20C1REAS%20DE%20INFLUENCIA%20Y%20%20C1REAS%20SENSIBLES.pdf>>

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA E CIENCIA Y DESARROLLO. Contaminación por ruido y vibraciones [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 11 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/ruido02.pdf>>

EL INSTITUTO REGIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid: El Instituto, 2012. 20 p.

EVREN INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL Y CIVIL. Identificación y evaluación de impactos ambientales en construcción [en línea]. Quito: La Empresa [citado 10 abril, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720786>>

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO IDU. Guía de Manejo Ambiental. Bogotá: IDU, 2010. 110 p.

INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE. Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. México: La Secretaría, 1999. 85 p.

METROPOL. Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción. Medellín: La Empresa, 2009. 95 p.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO. Impacto Ambiental y Tipos [en línea]. México: La Secretaria [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>>

SIGNIFICADOS. Definición de Impacto Ambiental [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 2 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.significados.com/impacto-ambiental/>>

UNIÓN TEMPORAL DÉBORA ARANGO. Informe de gestión ambiental septiembre /2010 Construcción I Etapa CCI Débora Arango Municipio de Envigado. Envigado: La Empresa, 2010. 35 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta [en línea]. Bogotá: La Universidad [citado 20 febrero, 2016]. Disponible en Internet: <URL: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_8_identificacin_y_delimitacin_del_rea_de_influencia_directa_e_indirecta.html>