



**COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MANEJO DE IMPACTO AMBIENTAL
DE PLANTAS ASFÁLTICAS EN COLOMBIA Y PERÚ**

LINDA YINED CASTRO GUEVARA

150922

MARTHA LUCIA MESIAS OCAÑA

150909

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

BOGOTÁ D.C. / JUNIO 2021

**COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MANEJO DE IMPACTO AMBIENTAL
DE PLANTAS ASFÁLTICAS EN COLOMBIA Y PERÚ**

LINDA YINED CASTRO GUEVARA

150922

MARTHA LUCIA MESIAS OCAÑA

150909

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

BOGOTÁ D.C. / JUNIO 2021



Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

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

Usted es libre de:

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

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia



Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar 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 de la licenciente.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO 1

JURADO 2

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
1. Generalidades	12
1.1. Línea de Investigación	12
1.2. Planteamiento del Problema.....	12
1.2.1. Pregunta de investigación.....	13
1.2.2. Variables del Proyecto.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Objetivos	19
1.4.1. Objetivo general.	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
2. Marco de referencia	20
2.1. Marco Teórico.....	20
2.1.1. Tipos de impactos ambientales.....	20
2.1.2. Estudio del impacto ambiental	20
2.1.3. Precisión de impactos ambientales.....	20
2.1.4. Lineamientos OMS – OCDE- EPA.....	21
2.1.5. Mezcla asfáltica.....	21

2.2.	Estado del Arte	22
3.	Metodología General Para La Identificación Y Caracterización De Los Impactos Ambientales	28
3.1.	Metodología General Perú	28
3.1.1.	Identificación de los impactos ambientales.....	28
3.1.2.	Actividades del Proyecto	29
3.1.3.	Aspectos Ambientales	30
3.1.4.	Determinación del área de Influencia.....	30
3.1.5.	Métodos de Identificación de los Impactos Ambientales.....	32
3.1.6.	Caracterización de los impactos ambientales	32
3.1.6.1.	Nivel de significancia y Jerarqización de los impactos ambientales	33
3.2.	Metodología General Colombia.....	36
<u>3.2.1.</u>	Área de Influencia	36
3.2.2.	Medio Abiótico.....	36
3.2.3.	Medio biótico	36
3.2.4.	Medio Socioeconómico	36
3.2.5.	Participación y socialización con las comunidades.....	36
3.2.6.	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	36
3.2.6.1.	Ocupación de cauces.....	34
3.2.6.2	Aprovechamiento forestal.....	34

3.2.6.3. Permiso de emisión atmosférica (aire y ruido)	34
3.2.7. Evaluación ambiental	37
4. COMPARACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS PLANTAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN PERÚ VS COLOMBIA	40
5. Resultados.....	43
6. CONCLUSIONES.....	62
7. Bibliografía.....	64

Tablas

Tabla 1. permisibles en el aire hasta el año 2030	152
Tabla 2. Componentes ambientales en la identificación de impactos	318
Tabla 3. Incertidumbre.....	330
Tabla 4. Criterios.	341
Tabla 5. Criterios de calificación.....	341
Tabla 6. Matriz significancia- plantas de mezclas asfálticas en Perú.....	352
Tabla 7. Identificación de Impactos Ambientales.	385
Tabla 8. Comparación producción de asfaltos Perú- Colombia	418
Tabla 9. Comparación política públicas sobre impacto ambiental	418
Tabla 10. Comparación normatividad sobre Imp. calidad del aire.....	39

Tabla 11. Comparación afectaciones ambientales en plantas.....	39
Tabla 12. Comparación afectaciones ambientales en plantas.....	430
Tabla 13. Comparación de estudios sobre impactos ambientales.....	430
Tabla 14. Comparación de estudios sobre impactos ambientales.....	441
Tabla 15. uso de energías limpias.....	441
Tabla 16. Componente agua	452
Tabla 17. Comparación biodiversidad Perú- Colombia.	452
Tabla 18. Comparación petróleo, gas y biocombustibles Perú- Colombia.....	463
Tabla 19. Variables y puntajes numéricos – caso de estudio de Loaiza (2013)	474
Tabla 20. Valoración de impactos ambientales (emisión de partículas)- Estudio de Loaiza (2012)	485
Tabla 21. Valoración de impactos ambientales (emisión de gases)- Estudio de Loaiza (2012)	496
Tabla 22. Escala de valoración de impacto ambiental – estudio de Clavijo (2017).....	507
Tabla 23. Evaluación de impacto ambiental – Estudio de Clavijo (2017)	518
Tabla 24. Evaluación de impacto ambiental - Estudio de Orbes (2017)	49
Tabla 25. Evaluación de impactos ambientales – Estudio de Cursi (2012).....	530
Tabla 26. Evaluación de impactos ambientales – Estudio de Archila y Aparicio (2018) – proyecto 1	541
Tabla 27. Evaluación de impactos ambientales – Estudio de Archila y Aparicio (2018) – proyecto 2.....	54

Tabla 28. Resultados de emisiones 2017 y 2019 en la Planta Terex	563
Tabla 29. resultados MP10 planta mezcladora asfáltica Obresca.....	563
Tabla 30. Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para Colombia (25°C, 760 mm Hg).	574
Tabla 31. Límites Máximos permisibles emisiones y partículas.	585

Figuras

Figura 1. Estado de las vías Pavimentadas Primer Semestre 2020. INVIAS (2020).....	14
Figura 2. Estado de la Malla Vial Rural y Urbana de Bogotá. IDU (2019).....	14
Figura 3. Concentración promedio anuales pm 2.5. Clean Air Institute.....	17
Figura 4. Concentración Anuales Dióxido de Azufre. Clean Air Institute	17
Figura 5. Territorio declarado área protegido. Banco Mundial 2016	19
Figura 6. Diagrama de flujo planta de dosificación de mezcla asfáltica en caliente	22
Figura 7. Diagrama de Medios y Factores. Fuente. Propia.	39
Figura 8. Valores permisibles para contaminantes tanto en Perú como Colombia.....	59

INTRODUCCIÓN

La infraestructura del sistema vial representa un indicador del grado de desarrollo del país. Con un crecimiento del parque automotor, la circulación en calles y carreteras se ha tornado más compleja. La Ingeniería de pavimentos tiene como propósito ofrecer soluciones eficientes relacionadas con la cantidad y calidad de las vías, para este caso las estructuras de pavimento tipo flexible cuentan con una capa asfáltica de una composición de agregados y asfalto, la cual tiene como finalidad proporcionar la superficie segura y confortable principalmente para vehículos, a velocidades de operación deseadas bajo cualquier condición del clima. Los agregados y el asfalto pueden mezclarse en diferentes proporciones para lograr una capa de pavimento conveniente dependiendo de las características de la región donde se está instalando. Los pavimentos se diseñan para cumplir con lo siguiente: resistir la acción de la carga impuesta por el tránsito, proteger la base y sub-base de la humedad resistiendo los agentes del interperismo, contar con una textura apropiada para el rodamiento con una fricción que evite el deslizamiento y que garantice el confort a los usuarios, durabilidad, facilitar el drenaje de la vía y ofrecer seguridad vial. (Pérez, 2005).

Las producciones de mezclas asfálticas son de gran importancia a nivel mundial, ya que son una parte fundamental para la pavimentación de vías, no solo por los volúmenes solicitados en su construcción, sino porque son la parte más dispendiosa de los mismos: comúnmente se conoce como “fachada” la cual los beneficiarios observan diariamente, y el plano por la que circulan habitualmente millones de automóviles, que satisfacen gran parte de las insuficiencias de movilidad. Generalmente las producciones de mezclas asfálticas se realizan en plantas conformadas por varios dispositivos mecánicos, en los cuales se pueden preparar, calentar, mezclar y desaguar los agregados con el asfalto.

En Colombia y en todo lugar del mundo, la producción de mezclas asfálticas en estas plantas trae consigo efectos ambientales provocados por la producción de materiales, el manejo inadecuado y la ausencia de un plan de producción amigable con el ambiente lo que puede generar rechazo de las comunidades aledañas más cuando existen precedentes como explotación ilegal, producción de materiales sin licenciamiento oportuno. (Páez, 1991).

De aquí la importancia de que los proyectos viales cuenten con la identificación y estimación de los impactos que se generen debido a la demanda de producción de mezclas asfálticas ocasionando una constante explotación sobre los recursos naturales que se usan para los mismos, por esto es de gran importancia la aplicabilidad del PMA que se aplique durante la producción de la mezcla, para amortiguar el desgaste de los servicios eco sistémicos, aquellos que resultan del propio funcionamiento de los ecosistema y así prevenir, mitigar y monitorear el impacto ambiental generado.

1. GENERALIDADES

La presente exploración se encuentra dentro de la línea de análisis de la metodología del Impacto Ambiental producido por las plantas de mezclas asfálticas en dos países, para este caso Colombia y Perú. Está admitida por la Universidad Católica de Colombia.

1.1. Línea de Investigación

El presente trabajo se denomina Ambiental - Materiales. El trabajo de grado, se encuentra enmarcado en estos campos de investigación, debido a que se pretende analizar los impactos ambientales producidos por las plantas de mezclas asfálticas en dos países y establecer posibles mejoras para Colombia.

1.2. Planteamiento del Problema

En la ejecución de proyectos viales para mejorar la conectividad, se altera el medio ambiente debido a que la alta demanda conlleva a un sobregiro de los recursos naturales, así mismo el uso de materia prima y maquinarias también genera efectos negativos como alteración de la capas del suelo, calidades del aire y del agua en seres abióticos y alteración de la fauna y flora en seres bióticos, que si no se maneja debidamente causan daños definitivos, estos resultados son conocidos como impactos ambientales. Así es como surge la necesidad de analizar la evaluación de la metodología del impacto ambiental de las plantas de mezcla asfáltica en Colombia y la metodología de otro país como Perú, el cual se encuentra en los escalafones de alto estándar de producción en equilibrio con el uso de los recursos naturales a nivel suramericano y así plantear consideraciones de posibles mejoras.

1.2.1. Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los puntos de mejora para complementar la metodología colombiana de impacto ambiental en plantas de mezclas asfálticas a partir de la comparación con una metodología extranjera?

1.2.2. Variables del Proyecto.

Las principales variables que se pueden presentar al realizar este trabajo a estudiar son las siguientes:

- Variables Independientes.

Las variables que se encuentran a continuación son la base de la línea de investigación del análisis de este trabajo:

- Plantas de mezclas asfálticas: operación actual de los equipos.
- Impactos ambientales: medios afectados por la producción de las mezclas asfálticas.

- Variables Dependientes.

Respecto estas variables están en relación a las independientes, dan la importancia de la línea de análisis para encontrar las consideraciones de mejora a plantear en el trabajo.

- Calidad del aire: caracterización del aire emitida en la zona de estudio y el transporte de las partículas.
- Impacto por explotación por materiales para la elaboración de las mezclas.

1.3. Justificación

El INVIAS, mantiene actualizando el estado de la Red Vial que está a su cargo, seleccionando las vías pavimentadas y no pavimentadas y definiendo el estado en el que se encuentran, así se da un práctico control y seguimiento que permite establecer las medidas preventivas aptas para

ofrecer un servicio eficiente a los usufructuarios de las vías, según estos indicadores para el 2020 se establece que sólo el 52.58% se encuentran en buen estado de las vías pavimentadas, mientras que 28.94% se encuentra en regular estado y el 17.66% se encuentra en mal estado de acuerdo con la información del INVIAS (2020).

ESTADO DE LA RED VIAL PAVIMENTADA PRIMER SEMESTRE 2020

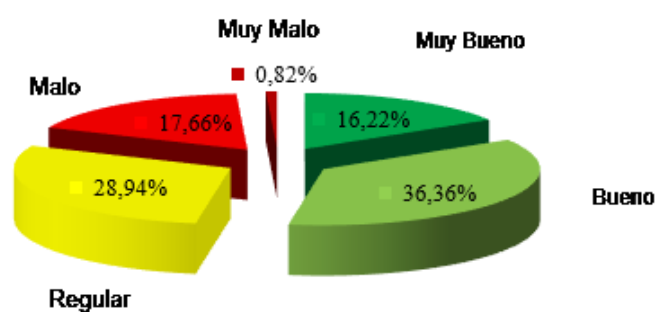


Figura 1. Estado de las vías Pavimentadas Primer Semestre 2020. INVIAS (2020)

En Bogotá, de acuerdo con el inventario realizado por el IDU, la malla vial en el año 2019 alcanzó 13.890,03 Km/Carril, de los cuales el 52% se encuentran en buen estado, 27% en regular estado y 21% se encuentra en mal estado.

ESTADO DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTA 2019

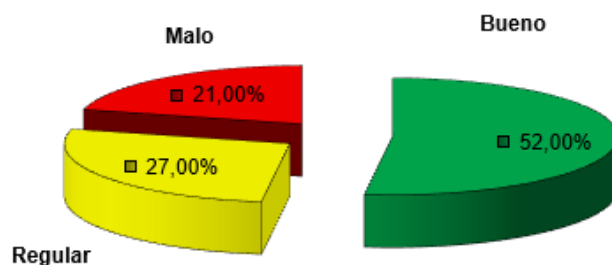


Figura 2. Estado de la Malla Vial Rural y Urbana de Bogotá. IDU (2019).

El mal estado de las vías implica mayores costos de transporte, representados en combustible, mantenimiento de los vehículos y tiempos de viaje.

La evaluación ambiental permite identificar oportunamente dificultades ambientales derivadas de la producción de las mezclas asfálticas.

Fuentes Contaminantes	Acciones
Chimenea de la planta	Fabricación de la mezcla
Patio de agregados finos	Almacenamiento de agregados finos
Vertido de la mezcla en los camiones	Vertido de la mezcla
Procesamiento de los agregados	Procesamiento de los agregados
Transporte y vertido de los agregados	Transporte de los agregados

Fuente: Instituto Superior Politécnico

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible a partir del 1 de Julio del 2018 se establecieron los niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire hasta el año 2030.

Tabla 1. PERMISIBLES EN EL AIRE HASTA EL AÑO 2030

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	Tiempo de Exposición
PM10	30	Anual
PM2.5	15	Anual
SO2	20	24 horas
NO2	40	Anual

Nota: Resolución N° 2254 del 1 noviembre 2017.

Los impactos ambientales generados por la producción de mezclas asfálticas para Pavimentos vienen siendo motivo de gran preocupación y en algunos casos de investigación debido a la magnitud, intensidad y afectación de los recursos naturales como aire, agua, suelo. Por esto es importante realizar estudios acerca de los procesos que se realizan para la explotación limpia de materiales, determinando cuál es la afectación y cuáles son las medidas de mitigación para producir un equilibrio, de esta manera se le dará importancia al ecosistema conservando los recursos

naturales ya que estos son irremplazables. Así si se propusiera una metodología bien planteada a la hora de realizar desde la explotación de los materiales necesarios para la producción de mezclas asfálticas hasta la obtención de un pavimento se lograría una compensación adecuada para los ecosistemas. Aunque existan una serie de técnicas para evitar el detrimento del medio ambiente y promover el bienestar de la sociedad generada por la producción de las mezclas asfálticas en las plantas no se le ha dado un correcto manejo para lo cual es necesario conocer las normas ajustables a los estudios correspondientes. (Hernández José 2001).

Para la selección del país a estudiar se consideró la proximidad de resultados estadísticos de la información respecto a aspectos como emisiones y material particulado y metas gubernamentales en estos campos para el 2030. Así mismo similitudes geográficas, entorno político y legal y de inversión extranjera. A continuación, se detalla los aspectos verificados:

De acuerdo con el Clean Air Institute 2018, se presentaron las concentraciones promedio anuales de material particulado y las concentraciones anuales para Dióxido de Azufre en las ciudades capitales de Latinoamérica de acuerdo a los siguientes gráficos

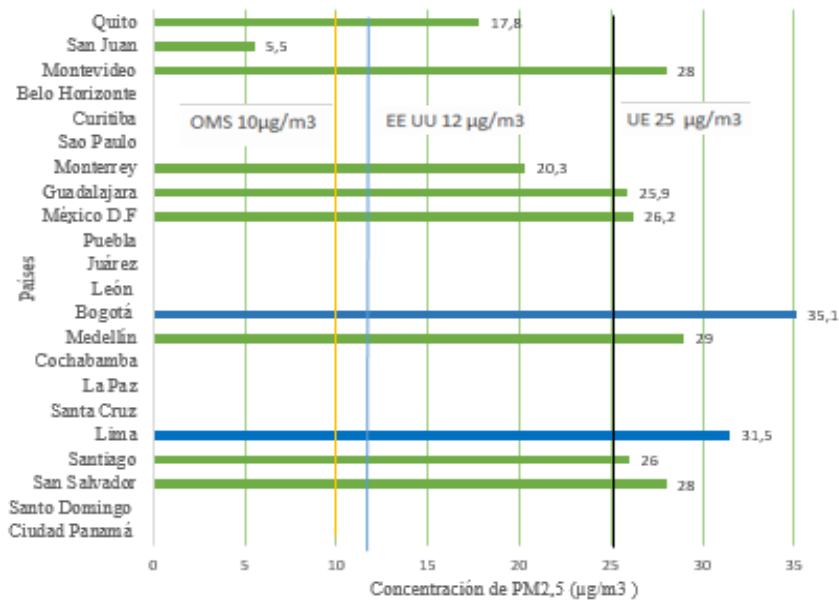


Figura 3. Concentración promedio anuales pm 2.5. Clean Air Institute

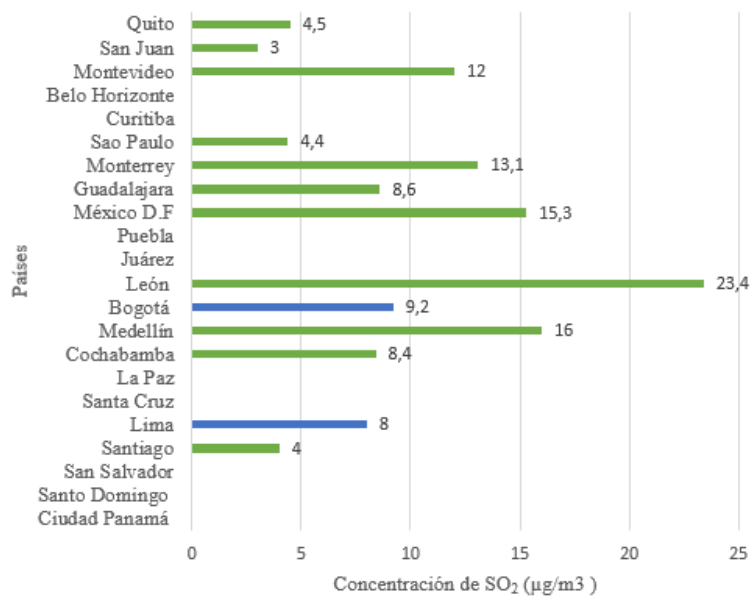


Figura 4. Concentración Anuales Dióxido de Azufre. Clean Air Institute

Perú hace parte de la CMNUCC por lo que está comprometida en implementar y fortalecer sus políticas ambientales. Se ha comprometido a seguir la propuesta de las INDC (Intended Nationally

Determined Contributions) de reducir en un 31% las emisiones GEIs respecto a las proyectadas para el 2030 (República del Perú, 2015). Países como México y Brasil son descartados debido a que a nivel de Latinoamérica se encuentran entre los 15 países que más producen CO2 en el mundo.

Adicionalmente, en el Acuerdo de Paris, México no cuenta con una meta aterrizada de reducción en emisión de gases ya que el desarrollo petrolero hace difícil que se cumpla la meta. Así mismo para el caso de Brasil la meta para el 2030, se estableció en 43% de reducción de emisiones de gases, que resulta ser ambiciosa por las condiciones actuales.

A nivel de Sudamérica, se han disminuido las oportunidades a las sociedades extranjeras para invertir, debido a la inestabilidad política y legal en países como Venezuela, Ecuador y Bolivia. Siendo los países más estables Uruguay, Paraguay y Chile, sin embargo, no cuentan con suficientes yacimientos geológicos. Es por esto que, Colombia y Perú se han logrado beneficiar de la entrada de capital para exploraciones geológicas debido al entorno legal seguro.

Según Conservation International, a Perú pertenecen 4 áreas críticas, está ubicado en los Andes tropicales, esto quiere decir que es más rico y con mayor biodiversidad del mundo, este país ocupa el primer puesto de la conservación de biodiversidad.

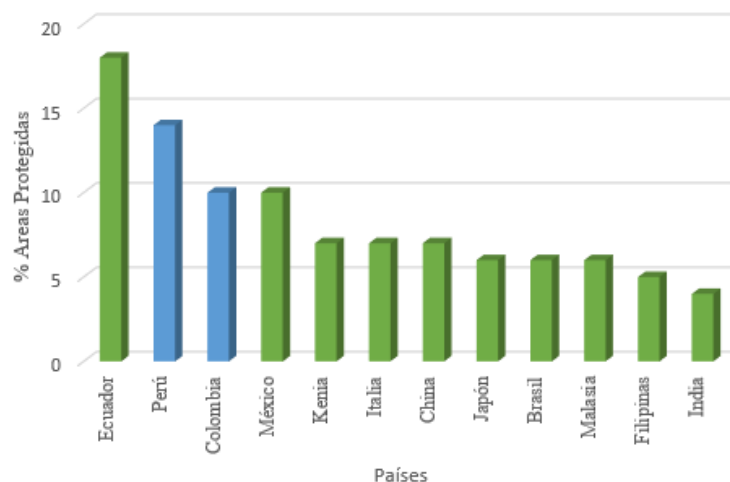


Figura 5. Territorio declarado área protegido. Banco Mundial 2016

Con gran diversidad biológica, ocupa el octavo lugar respecto a la mayor extensión forestal del planeta y cuenta con recursos de minerales e hidrocarburos inigualables.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Comparar las metodologías de impacto ambiental colombiana y peruana adoptadas para una planta de mezcla asfáltica.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Revisar la metodología colombiana y peruana para evaluación de impacto ambiental generado por una planta de mezcla asfáltica.
- Establecer parámetros de estudio adicionales en la metodología colombiana con base en el análisis y comparación de la metodología peruana.
- Plantear los criterios susceptibles de mejoramiento en la metodología colombiana con base en la metodología extranjera.
- Aplicar las mejoras de la metodología de impacto ambiental en las plantas de mezclas

asfálticas.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco Teórico

A continuación, se encuentran algunos de los principales conceptos utilizados para el desarrollo de este proyecto.

2.1.1. Tipos de impactos ambientales.

- Impacto positivo o negativo
- Impacto directo o indirecto
- Impacto actual y potencial
- Impacto acumulativo
- Impacto reversible o irreversible
- Impacto sinérgico
- Impacto residual.

2.1.2. Estudio del impacto ambiental

Es la herramienta básica para desarrollar cualquier proyecto que requiera la licencia ambiental.

2.1.3. Precisión de impactos ambientales.

Tiene como finalidad determinar la posible mitigación favorables o desfavorables que se dan en las acciones que se realizan en la planta.

Identificación de los impactos ambientales medio abiótico.

Dentro de este medio se encuentra el suelo, el agua y el aire.

Caracterización de los impactos ambientales medio biótico.

Genera un efecto considerable en el medio biótico: la flora y la fauna.

2.1.4. Lineamientos OMS – OCDE- EPA.

La OMS 2005 socializo las guías de calidad del aire y estableció metas en cuanto a mp, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y ozono, ya que estos repercuten en la salud.

la OCDE (organización para la cooperación y desarrollo económico) en el 2014 le recomendó incorporar de forma progresiva dichas guías.

2.1.5. Mezcla asfáltica.

El asfalto es importante para el profesional de Ingeniería por su resistencia, durabilidad e impermeabilidad. Su color es negro, su aspecto es viscoso y al ser ligante permite conservar la adhesión de diferentes partículas que se le incorporen. (Lesueur, 2009).

Los asfaltos tienen una constitución química muy complicada y variable, que depende del crudo del cual se deriva, y del proceso de refinación al cual se someta.

Es la mezcla de agregados pétreos y cemento asfáltico, con medidas determinadas, en Colombia, por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, estas mezclas son creadas con la finalidad de soportar los factores climáticos a los que se expondrá y las cargas constantes del tráfico, las fallas más habituales que se dan son fatiga, deformaciones y ahuellamiento. (Bacca y Piragauta, 2015, p. 19).

Las mezclas asfálticas en caliente son las más comunes, aunque también pueden ser en frío. Se pueden realizar en plantas y con los equipos idóneos para este trabajo. Estos procesos de fabricación de las mezclas asfálticas en caliente involucran calentar el ligante y los agregados y su instalación en obra requiere una temperatura mayor a la del ambiente. (MEJÍA MARÍA, 2014).

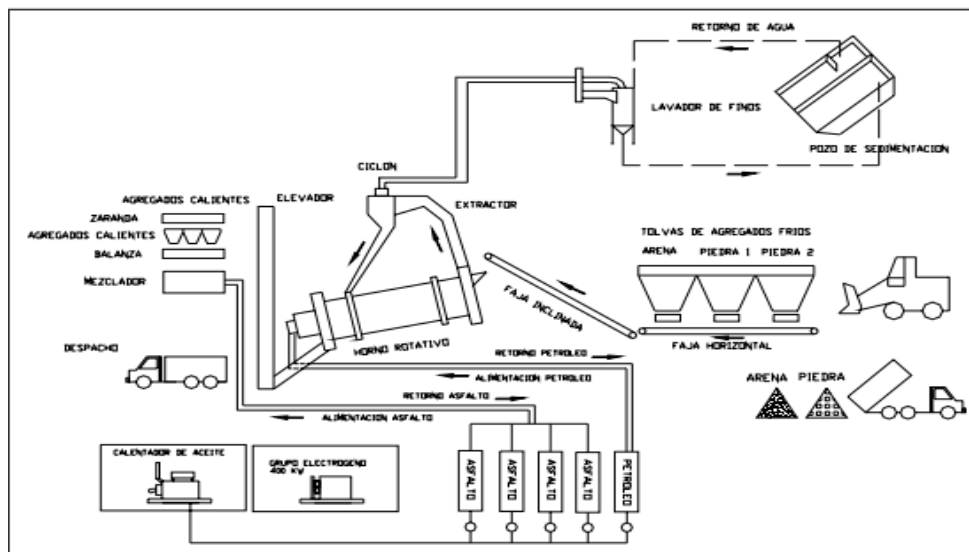


Figura 6. Diagrama de flujo planta de dosificación de mezcla asfáltica en caliente

2.2. Estado del Arte

En la siguiente tabla se encuentran los antecedentes.

AÑO	ANTECEDENTES
2006	Se establecen Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Departamento de Medio Ambiente. Washington, D.C.
2010	Se realiza Guía De Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción de la Alcaldía. Bogotá: Secretaría del Medio Ambiente
2010	Guía de Manejo Ambiental Bogotá realizada por el IDU.
2012	Estudio de impacto ambiental de la carretera Pumamarca - abra san Martín del distrito de San Sebastián. Tesis de maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
2013	Se realizó estudio para determinar las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) y dióxido de azufre (SO ₂) generadas por las emisiones a la atmósfera de la planta asfalto Abel Santamaria.
2015	Estudio Ambiental y Social - Corredor Perimetral de Oriente de Cundinamarca. Bogotá: Louis Berger.
2015	Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca
2016	Se realiza el estudio sobre la contaminación atmosférica en Santiago (Impacto sobre la salud de la población).
2017	Estudio de impacto ambiental ex post para el proyecto planta de asfalto contraflujo del gobierno autónomo descentralizado del cantón cuenca.
2017	Estudio de impacto ambiental para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 del proyecto de la autopista al mar, elaborado por la empresa. Bogotá: Consultoría Colombiana.
2017	El Minambiente expide la Resolución N° 2254 Norma de calidad del aire
2017	Se realiza la auditoría ambiental a las plantas productoras de mezcla asfáltica, trituradora de agregados pétreos y mezcladora de sueltos que operan en el aeropuerto San Luis del Municipio de Aldana-Nariño.
2018	Se realizó estudio sobre impactos ambientales derivados de la pavimentación, vías de transporte en Colombia, mediante la revisión de estudios de impacto ambiental de proyectos viales del país.
2018	Consejo Nacional De Política Económica Y Social República De Colombia Departamento Nacional De Planeación. CONPES.
2019	Artículo con los 15 países que más CO ₂ emitieron en los últimos 20 años
2019	Se propone un Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de Lima-Callao 2019-2023 donde se proponen mecanismos concretos y efectivos para la mejora de la calidad del aire de Lima y Callao.
2019	Muestra el proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil en Perú.
2019	Sale la Resolución Directoral a la Planta de emisiones asfálticas, distrito de Callao en Perú.
2019	Se expide Resolución Directoral 190 Constructora Kalapa. Planta de asfalto en cuanto a calidad del aire y nivel de ruido.
2020	Estudio sobre la incidencia de la cuarentena por covid-19, en la calidad del aire (NO ₂) de la ciudad.
2020	El MINAM. Decreto supremo aprueba los Límites Máximos Permisibles para emisiones atmosféricas de plantas industriales.
2020	Se expide Resolución número 909. Estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
2021	Se expide Resolución de seguimiento de la Corporación autónoma regional del valle del Cauca a la planta de Asfalto Terex Magnum 120 y caldera power flame de propiedad Eduardo Arnezquito para la evaluación en cuanto a material particulado y otros contaminantes.

Se exponen algunos de los estudios de impactos ambientales en Plantas de mezclas asfálticas

consultados, en donde se evidenciaron impactos negativos producidos a través del tiempo en la explotación del recurso y el medio en que se produce.

Según el informe presentado por Cursi (2012), para la construcción de la carretera Pumamarca, en Perú, los efectos sobre el pavimento asfáltico dentro de toda la fase del proyecto son mínimos. Los resultados presentados en su estudio, fue por el Método Leopold, el cual es implementado en la evaluación de proyectos de construcción de obras para identificar impactos según determinadas variables, y en el cual la valoración se realiza en la escala de 1 a 10 según los criterios del observador.

En el análisis en la planta “Abel Santamaría” de Coliseo. (2013), ubicado en Cuba, el resultado de la medición de Dióxido de Azufre SO₂ se encuentran en el rango 150-375 µg/m³ para los dos periodos de estudio, el límite permisible es de 500 µg/m³ según la norma de calidad del aire. En cuanto a la medición de la concentración de las Partículas Suspendidas Totales (PST) se encontraron que superan los máximos permitidos. Se presenta contaminación del suelo, de las aguas, ruido y vibraciones que se dan por la operación de la maquinaria. En lo atmosférico dentro de la planta la generación de desechos sólidos que invaden espacio en la planta.

En lo referente al impacto de las plantas de asfalto ubicadas en San Román-Juliaca, el diagnóstico realizado por Pacco (2015), se identificaron las deficiencias ambientales debido a que los componentes de la planta se encontraron desgastados y para realizar ensayos por falta de tricloroetileno se está usando gasolina, generando mayores afectaciones ambientales en el componente suelo y agua.

Lo encontrado para Chile por la contaminación del carbono, está asociado al efecto de inversión térmica durante el invierno, se identificó niveles significativos de PM10, por tanto, es fundamental disminuir dichas emisiones. (Muñoz, 2016).

En el informe R.I.M.A. proyecto “Planta Asfáltica, de Hormigón, Campamento y oficina, elaborada en el año 2016, en Paraguay, se verificó de forma cualitativa las afectaciones en la calidad del aire provocados por la combustión de los equipos, estos deterioran la flora, suelo y el paisaje de forma crítica. En cuanto a la contaminación sonora y de vibraciones, se generó que las especies nativas emigraran.

Este es un estudio presentado por el consultor Juan Andrés Rivarola, desarrollada en el año 2016, en Paraguay, tuvo por objeto fue identificar las acciones que generaron impactos ambientales y recomendar posibles atenuaciones. En cuanto a la generación de polvos se recomendó colocar cerca viva con especies forestales de rápido crecimiento alrededor del sitio. Evitar la manipulación innecesaria de materiales e insumos, el personal encargado de realizar aquellas actividades que genere material particulado deberá utilizar tapa bocas de modo a evitar la inhalación de los mismos, realizar un mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias, cuando se muevan los vehículos realizar aspersion de agua sobre los mismos, establecer como tarea habitual la medición de los ruidos concebidos en las distintas actividades de las obras. Realizar auditorías en tiempos necesarios y con mediciones específicas y elaborar Planes de Acción, Probar con el uso de mallas o lona plásticas en los espacios entre nivel y nivel, en situaciones que se realicen actividades que generen polvo en cantidades superiores a las normales.

En Cuenca Ecuador (2017), se realizó un estudio a la planta asfáltica portátil continuo

relativamente nueva, con el fin de establecer parámetros para el análisis de impactos negativos y definir políticas ambientales apropiadas para este tipo de maquinaria. El valor de PM10 fue 37.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el límite máximo permisible es 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para PM2.5 el resultado fue 24.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cuyo límite permisible es 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ razón por la cual ambos parámetros se encuentran dentro de la normatividad. Respecto a los resultados de ruido se obtuvo 59.2 dB con un máximo permisible de 65 dB, es decir cumple con el establecido.

El resultado del monitoreo de gases para NOx fue de 30,6 mg/Nm³ y para SO₂ 81,3 mg/Nm³ cuyos límites permisibles son 450 mg/Nm³ y 700 mg/Nm³ respectivamente, es decir cumplen con la normativa. En cuanto al medio biótico y abiótico su valoración es de tipo cualitativo y no se presentaron afectaciones graves.

En la auditoría ambiental en el Aeropuerto San Luis del municipio de Aldana – Nariño, se verificó el funcionamiento con respecto a la legislación ambiental vigente.

El aire es el principal factor impactado debido a la emisión de la maquinaria y al polvo producido por la operación de la planta. No se presentan resultados cuantitativos.

Un análisis realizado por Archila y Aparicio, 2018, Colombia, las plantas de asfalto por combustión incompleta de derivados de petróleo generan contaminación en el aire.

En el informe del año 2019, denominado Planta asfáltica Expendio de combustible, campamento de obras, taller y lavadero, pavimentación asfáltica de varios tramos de la región oriental- lote 1 Horqueta – Rio Ypane, ubicado en Paraguay se concluyó que la generación de ruido es nula dado que se ubica en campo abierto, en cuanto a vibraciones este afecta a los

componentes calidad de aire y fauna, respecto a material particulado afecta de modo relevante y en cuanto a residuos generados deben darle su correcta disposición. La pileta para limpieza de equipos de asfalto debe contar con registros con trampa para grasa y desarenador o tambores (para su almacenamiento) y sobre todo efectuar limpieza frecuente de los mismos- Evitar siempre los derrames en el suelo. También se recomendó efectuar el cultivo de especies, preferentemente nativas, eventualmente exóticas en el lugar de la planta industrial.

En el documento emitido por Resolución Directoral 654-2019, de la firma TDM Asfaltos S.A.C., se presentó información sobre otras variables significativas del impacto ambiental de las plantas de asfalto en Perú. El uso de combustible R-500 hasta el año 2011, y en su reemplazo por instalación de gas natural como combustible para las calderas, disminuyó la contaminación. Respecto a la calidad del aire, en el periodo 2016 a 2018 el resultado se encontraba por debajo de los límites permisibles. En cuanto al ruido, se estableció que este permanece dentro de sus instalaciones y cumple con los ECA vigentes. En relación con la alteración del suelo, el documento indicó que se reprocesa todos los asfaltos modificados y o las emulsiones asfálticas rechazadas por los clientes. También se encontró que existe control de los residuos peligrosos.

En el informe emitido por Resolución Directoral 598 del 2019, de la firma Planta de Emulsiones Asfálticas, ubicada en el distrito Callao, Perú, se declaró que los resultados de mediciones para calidad del aire no superaron los límites permisibles, las emisiones generadas por las chimeneas de los calentadores de agua y aceite térmico se deben a que el funcionamiento de los equipos se realiza con petróleo o diésel 2 como combustible, sin embargo el impacto fue de intensidad mínima y extensión puntual. El documento estableció que el impacto por ruido es mínimo por las medidas de mitigación como el cerco de muros altos. En cuanto al manejo de

contaminación en el suelo, localización de la planta se encuentra sobre una superficie en concreto.

3. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

3.1. Metodología General Perú

3.1.1. Identificación de los impactos ambientales.

- Primero: Identificar las actividades de cada proyecto.
- Segundo: identificar los elementos ambientales a ser impactados que se generan durante el proyecto, en base a la información física, biológica, y social.
 - Descripción del proyecto.

Es la clave para la identificación de las actividades y aspectos ambientales que son la causa de los impactos ambientales; de ahí, la importancia de definir las etapas del proyecto y sus respectivas actividades.

Para este proceso se debe analizar y desarrollar, de acuerdo a la normatividad nacional vigente, las etapas de planificación, construcción, operación-mantenimiento y cierre o abandono.

La información del proyecto debe ser analizada desde diferentes perspectivas, pero una de las más importantes es la relacionada con los impactos ambientales; en tal sentido, los impactos ambientales que un proyecto generará están vinculados a: La ubicación de los componentes del proyecto y las actividades relacionadas con estos, El uso de los recursos naturales y servicios eco sistémicos para la implementación del proyecto, Los efluentes, las emisiones u los residuos de proyecto.

- Etapas.

La construcción suele ser un periodo corto que a veces se prolonga mientras que la operación del proyecto se está iniciando.

La etapa de operación corresponde al objetivo principal del proyecto y es de más largo plazo. Por lo que también se debe poner atención respecto a los impactos.

La etapa de cierre superpone a la etapa de operación, puesto que existen componentes que cierran de manera progresiva, hasta el cierre final del proyecto; por lo general, incluye como fin restablecer las condiciones del ambiente (impacto positivo que mitiga impactos previos), pero las actividades de esta etapa pueden generar impactos ambientales negativos que también requieren ser analizados. La etapa de cierre puede extenderse por varios años, dependiendo de la capacidad ambiente para retornar a su estado original o de las acciones del titular respecto al cierre del mismo.

- Componentes del proyecto

Los componentes de un proyecto son las instalaciones físicas e infraestructura que este requiere para su construcción y operación.

Los componentes varían entre proyectos y sectores, es por ello que la evaluación del efecto producido requiere un nivel de factibilidad respecto al proyecto, posterior al análisis de alternativas, con el fin de que los componentes no varíen en cuanto a su dimensión, ubicación de la construcción y operación. Las características de los componentes determinan su nivel de impacto en el ambiente.

3.1.2. Actividades del Proyecto

De acuerdo a la ley general de Ambiente (SEIA, 2012), los aspectos ambientales (causas de los impactos), referidos a los medios físico, biológico y social en donde los impactos se manifiestan, y los componentes ambientales, referido a los receptores del impacto propiamente dicho, serán definidos previo a la caracterización de los impactos. Tanto los aspectos como los componentes ambientales constituyen las líneas de convergencia entre el diseño del proyecto y

el ambiente.

3.1.3. Aspectos Ambientales

Depende de la identificación de las actividades que provoquen impactos. Después de obtener el aspecto ambiental, se elabora el análisis causa-efecto, de acuerdo a la predicción de los impactos que recaen sobre el ambiente.

3.1.4. Determinación del área de Influencia

Es espacio del territorio en donde se muestran los impactos ambientales.

En el primer lugar, el método de Perú define el área de influencia ambiental preliminar, a través del análisis “escoping” basándose en la información de las características del proyecto y sus actividades. Esta etapa inicia con la recopilación de la información de la línea base, identificación y caracterización de los impactos ambientales, con la finalidad de definir el área directa (afectada por impactos directos) e indirecta (impactos de menor significancia), en base a la significancia de los impactos identificados.

- **Componente social**

Debido a las características particulares que presentan los impactos sociales, es necesario que el área de influencia ambiental pueda ser desarrollada de manera independiente.

El área de influencia social determina el enfoque integral de los impactos, es decir, la interacción de los medios físicos, biológico y social; así como la perspectiva territorial, es decir, la integración de las dimensiones geográficas, económicas, sociales, culturales y políticas.

La directa está construida por el espacio geográfico y político-administrativo que involucra a las poblaciones y localidades cercanas al proyecto, las cuales pueden ser afectadas por algún tipo de impacto físico, biológico, socioeconómico o cultural, directo y significativo. El indirecto corresponde al área geografía y político-administrativo cuyas poblaciones pueden experimentar

cambios o impactos indirectos poco significativos en aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y políticos organizacionales.

Tabla 2. COMPONENTES AMBIENTALES EN LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Medio	Componente Ambiental	Factores Ambientales
Físico	Fisiografía	Geomorfología
		Geología
		Geoquímica
		Sismotectónica
		Topografía
	Aire	Clima y meteorología
		Calidad del aire
		Ruido
		Vibraciones
		Radiaciones No ionizantes
	Agua superficial	Caudal
		Calidad
	Agua subterránea	Calidad
		Hidrogeología
Suelos	Suelo/Calidad de suelo	
	Uso actual/Capacidad de uso mayor de tierras	
Biológico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres
		Ecosistemas marinos
	Vegetación	Flora y vegetación
		Diversidad
	Fauna Terrestre	Aves
		Mamíferos
		Anfibios y reptiles
		Insectos y otros artrópodos
		Diversidad
Hidrobiología	Hidrobiología continental	
Social	Social	Vivienda y servicios
		Economía
		Demografía
		Cultura
		Organizaciones, grupos de interés e institucionalidad
		Educación
		Salud
		Territorio y recursos naturales
Ambiental		Servicios Ecosistemicos
		Caudal ecologico
		Paisaje visual

Nota. SEIA, 2012

En este sentido, al momento de identificar los sub factores sociales debe también hacerse la respectiva interrelación con los factores de los medios físico y biológico.

3.1.5. Métodos de Identificación de los Impactos Ambientales

Se presentan a continuación:

- a.** Listas de chequeo o de verificación: Son listas exhaustivas de los factores.
- b.** Matrices: Son tablas por un lado con componentes ambientales y características.
- c.** Matriz de causa - efecto: corresponde a las matrices simples que relacionan el elemento ambiental afectado y a la acción humana que lo provoca.
- d.** Superposición de mapas.
- e.** Modelos de simulación: son modelos matemáticos destinados a la representación de la estructura de funcionamiento de los sistemas ambientales, a partir de un conjunto de hipótesis y suposiciones introducidas por acciones de un proyecto.
- f.** Paneles de expertos: consiste en buscar interacción e intercambio de ideas entre expertos o panelistas representativos del grupo de interés, sobre las situaciones complejas o inciertas en relación al comportamiento ambiental del proyecto.
- g.** Diagramas de flujo: Este tipo de gráficos permiten determinar la cadena de impactos directos e indirectos y su interacción con el ambiente.

3.1.6. Caracterización de los impactos ambientales

La caracterización involucra identificar, evaluar, y jerarquizar los impactos ambientales negativos o positivos que se formarán en los proyectos ingenieriles en el entorno en donde se desarrollarán.

Luego de identificarlos se desarrolla la caracterización, que puede ser numérica o cualitativa según el tipo de impacto identificado, el método de evaluación y la información disponible.

La caracterización de los impactos potenciales se realiza considerando el diseño del proyecto que incorpora las disposiciones técnicas en materia ambiental contenidas en la regulación ambiental general y sectorial vigente de los impactos residuales.

- Modelos de predicción de los Impactos

Los modelos de predicción permiten construir escenarios bajo supuestos específicos y caracterizar los impactos ambientales, reduciendo así la subjetividad e incertidumbre. Considerando la naturaleza y complejidad propia de los proyectos de ingeniería y sus potenciales de impactos ambientales, las disponibilidades de modelos predictivos permiten tener resultados más confiables respecto a la caracterización de los impactos ambientales que se generen en la ampliación del proyecto.

Los modelos de predicción utilizados por la metodología son:

Tabla 3. **INCERTIDUMBRE.**

Recurso Natural Afectado	Incertidumbre
Calidad del aire	Estimar la dispersión de contaminantes en el aire y su concentración respecto a determinados parámetros.
Niveles de ruido	Permiten estimar los niveles de ruido a partir de la ejecución de determinadas actividades
Vibraciones	Permite estimar los niveles de vibraciones que generara un equipo, maquina o actividad, sobre determinado punto de interés o receptor.
Calidad de agua	Permiten estimar la calidad de las aguas en un cuerpo receptor a partir del vertimiento de un efluente.
Cantidad del agua	Permite conocer la reducción o incremento de flujos a partir de la ejecución de determinadas actividades de un proyecto

Nota: Propia

Los atributos son el grado de perturbación al ambiente, el carácter, la extensión respecto al territorio el riesgo de ocurrencia de los probables impactos, la duración con respecto al tiempo, y la posibilidad de que el ecosistema pueda volver a sus condiciones iniciales.

Los criterios que recomienda el marco legal disponible y más usados son:

Tabla 4. **CRITERIOS.**

Criterio	Descripción
Carácter.	Determina si el impacto es positivo o negativo respecto al cambio que produce.
Causa una mejora en la calidad.	Es negativo cuando la acción produce una disminución de la calidad del ambiente.
Grado de perturbación o intensidad.	Afectación de la acción sobre el componente ambiental respecto a la situación inicial o actual (de línea base).
Efecto.	Relación causa-efecto sobre el elemento ambiental como consecuencia de una acción, la cual puede ser directa o indirecta.
Probabilidad.	La posibilidad de revelación de un impacto; segura, posible o probable.
Extensión.	Área donde se manifiesta el impacto y se debe determinar en términos de la medida.
Duración.	Tiempo de manifestación del impacto, desde su aparición hasta que el componente ambiental afectado retorna a las condiciones iniciales previas.
Reversibilidad.	Capacidad de recuperación del componente ambiental impactado por el proyecto.
Acumulación.	Aumento progresivo del impacto, mientras persiste la acción que lo genera.
Sinergia.	Acción simultánea de dos o más actividades del proyecto generadoras de impactos, cuyo afecto sobre el componente ambiental es superior a la suma de sus afectos individuales.

Nota: Propia

Tabla 5. **CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.**

Criterios	Categoría	Descripción	Valor cuantitativo
Extensión	Puntual	La manifestación del impacto se presenta en el área del proyecto	1
	Local	La manifestación del impacto se presenta en el área de estudio ambiental	2
	Amplio	La manifestación del impacto se presenta mas alla del área de estudio ambiental	3
Duración	Corto Plazo	La persistencia del impacto es de dos años o menos	1
	Mediano Plazo	La persistencia del impacto es hasta 20 años	2
	Largo Plazo:	La persistencia del impacto es de mas de 20 años	3

Nota: SEIA (2012).

Para la evaluación se considera que los aspectos ambientales de los medios físicos y biológicos con los del medio social homologuen sus criterios y la valoración cuantitativa de sus categorías (SEIA, 2012).

Es necesario sustentar o justificar la asignación del valor cuantitativo asignado; o, en su defecto, basarse en una metodología validada. En este segundo caso, se debe justificar la metodología utilizada en base a otros proyectos evaluados.

3.1.6..1. Nivel de significancia y Jerarquización de los impactos ambientales

Hace referencia al nivel de alteración de la calidad ambiental sobre los distintos medios evaluados, deben jerarquizarse en tres grupos: bajo, medio y alto. Vale la pena mencionar que la significancia del impacto puede ser positiva o negativa y ello lo determina el criterio de carácter del impacto, positivo o negativo.

Tabla 6. MATRIZ SIGNIFICANCIA- PLANTAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN PERÚ.

Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Etapa del Proyecto		
		Construcción	Operación	Cierre
MEDIO FÍSICO		Explotación	Fabricación	Instalación
Fisiografía	Alteración del relieve local	Negativo	Negativo	No aplica
		Medio	Medio	
Paisaje	Alteración de calidad visual del paisaje	Negativo	Negativo	Negativo
		Bajo	Medio	Bajo
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado	Negativo	Negativo	Negativo
	Alteración de la calidad del aire por generación de emisiones gaseosas	Bajo	Bajo	Bajo
Ruido	Incremento de los niveles de ruido	Negativo	Negativo	Negativo
		Bajo	Bajo	Bajo
Vibraciones	Incremento de vibraciones	Negativo	Negativo	No aplica
		Bajo	Medio	
Agua Superficial	Alteración de la calidad del agua por incremento de sedimentos	Negativo	No aplica	No aplica
	Cambio en el caudal de los cursos de agua	Negativo	Negativo	No aplica
		Medio	Medio	
Agua Subterránea	Cambio en el nivel freático y pérdida de manantiales	Negativo	Negativo	No aplica
		Medio	Medio	
Suelos	Erosión de suelo	Bajo	No aplica	No aplica
	Cambio de uso del suelo	Negativo	No aplica	Negativo
		Medio	Medio	
MEDIO BIOLÓGICO				
Flora Terrestre	Pérdida de cobertura vegetal	Negativo	No aplica	No aplica
	Alteración de la flora por presencia de material particulado	Medio		
		Negativo	Negativo	Negativo
	Bajo	Bajo	Bajo	
Fragmentación de Hábitat	Negativo	No aplica	No aplica	
		Medio		
		No aplica	No aplica	Negativo
Fauna Terrestre	Perturbación de la fauna silvestre	Negativo	Negativo	Negativo
	Pérdida del hábitat para la fauna	Bajo	Medio	Bajo
		Negativo	No aplica	No aplica

Nota: SEIA 2012.

3.2. Metodología General Colombia

3.2.1. Área de Influencia

Se define como el lugar donde se realizan las diferentes actividades del proyecto. De acuerdo a lo anterior existen dos fases: previa y de análisis.

3.2.2. Medio Abiótico

Para este caso se tienen en cuenta las zonas de influencia directa del proyecto, zona de intervención del recurso natural y la zona donde más impacto significativo se presenta en los recursos naturales.

Hidrológico

Se determina a nivel nacional por el IDEAM y de Ministerio de Ambiente, y las autoridades ambientales competentes.

3.2.3. Medio biótico

Estos componentes deben identificarse no sólo por el área sino por el efecto que pueda producir en el lugar donde se desarrolla el proyecto. Se debe realizar un análisis para justificar de manera correcta, los impactos sobre los procesos ecológicos que haga parte del ecosistema afectado.

3.2.4. Medio Socioeconómico

Se establecen las relaciones existentes entre los territorios y las áreas donde se presenta el desarrollo del proyecto.

3.2.5. Participación y socialización con las comunidades

Se debe realizar con base en la normativa vigente.

3.2.6. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Se deben diligenciar los Formularios Únicos Nacionales, con la información requerida.

3.2.6.1. Ocupación de cauces

Si es necesario el uso de algunos de los cauces, se debe realizar un análisis sobre los caudales existentes y justificarlos.

3.2.6.2. Aprovechamiento forestal

En caso de requerirse se realiza el censo forestal.

3.2.6.3. Permiso de emisión atmosférica (aire y ruido)

Realizar un inventario acorde a estos criterios.

3.2.7. Evaluación ambiental

Se evalúa bajo los escenarios con y sin proyecto para mostrar la valoración del impacto

Dado la semejanza entre las dos metodologías de estudio, en la Tabla 8.se presenta la identificación de factores e impactos provocados:

Tabla 7. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS PROVOCADOS
ABIOTICO	GEOLÓGICO	Estratigrafía	Cambio en los estratos del suelo
		Sismicidad	Provocación de accidentes naturales
		Geomorfología	Alteración del relieve Local
		Geotecnia	Cambio en los tipos de suelos
	PAISAJE	Alteración del Paisaje	Alteración visual del paisaje natural.
	SUELOS	Calidad del suelo	Alteración de las capas del suelo, erosión.
		Usos	Cambio de los usos del suelo
	HIDROLÓGICO	Agua Superficial	Calidad del Agua por incremento de sedimentos
		Agua Subterránea	Cambio de Niveles freáticos
	ATMOSFÉRICO	Calidad del Aire	Afectación en la calidad del aire (Material particulado, emisiones)
		Ruido	Generación de Ruido, incremento
		Vibraciones	Incremento de las vibraciones
		Clima y meteorología	Alteración en la capa de Ozono
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Terrestre	Afectación de los ecosistemas terrestres
		Marinos	Afectación de los ecosistemas Marinos
	FLORA	Vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal
		Diversidad	Alteración por presencia de material particulado
	FAUNA	Aves	Extinción de especies
		Mamíferos	Cambio de Habitat
		Anfibios	Extinción de especies
		Insectos y otros	Cambio de Habitat
SOCIOECONÓMICO	ECONOMIA	Económico	Generación de empleos, contribución a presupuesto
	SOCIAL	Viviendas y Servicios	Incrementos de ingresos familiares
		Demografía	Crecimiento Poblacional
		Cultura	Cambios en las actividades económicas
		Organizaciones	Cambios en la forma de organización social
		Comunidades interesadas	Trabajadores y comunidades cercanas al proyecto
		Salud	Impacto en la salud de los usuarios y comunidades aledañas
		Territorio y recursos	Incremento de Recursos
	PERCEPCIONES	Temores de contaminación Ambiental	Impactos ambientales y formas de mitigación
		Expectativas de Inversión	Provocación de Nuevos proyectos

Nota: propia

A continuación, se presenta de forma gráfica los medios, factores e impactos que se podrían ver afectados tanto en Colombia como Perú:

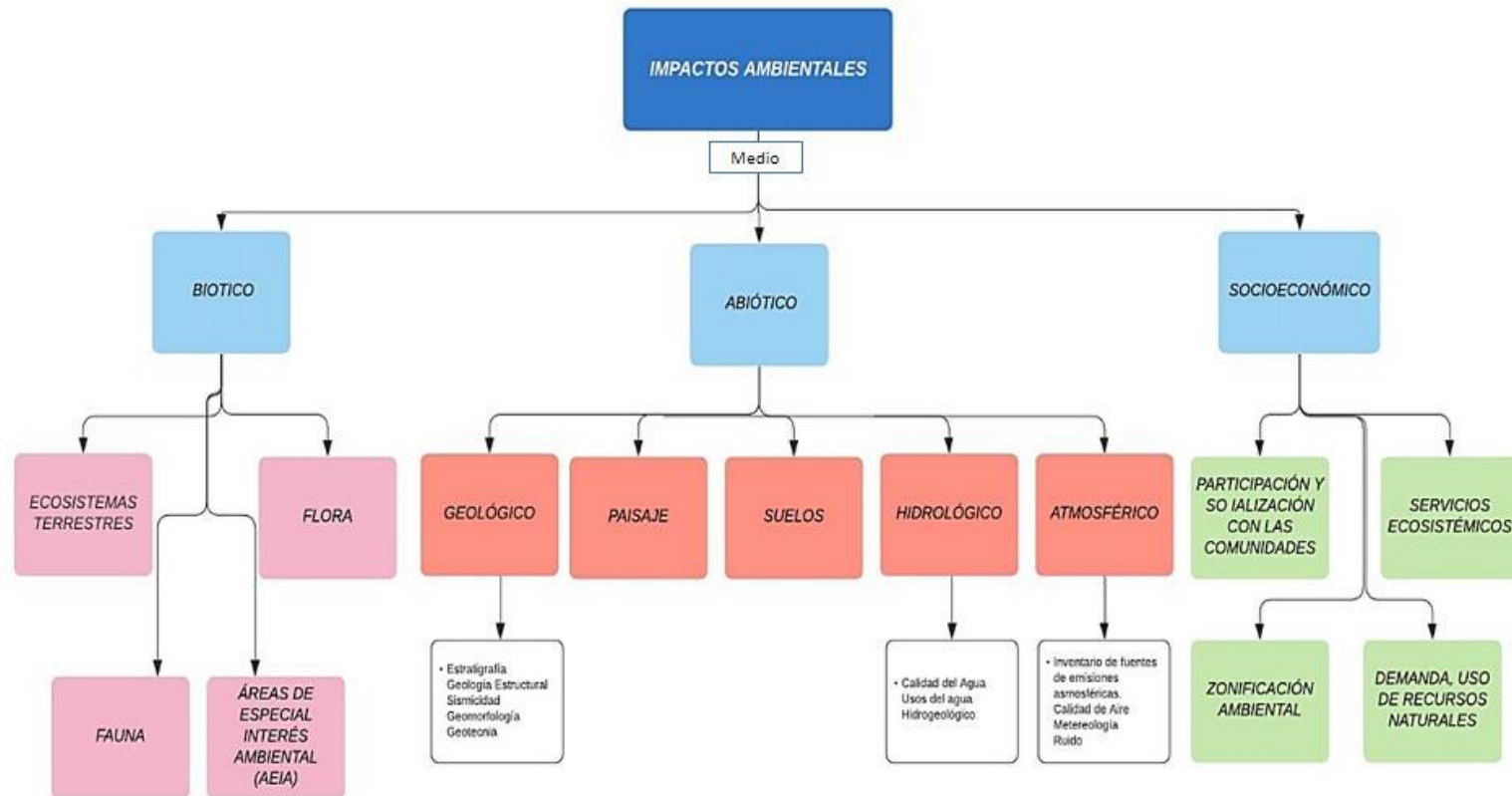


Figura 7. Diagrama de Medios y Factores. Fuente. Propia

4. COMPARACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS PLANTAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN PERÚ VS COLOMBIA

Para iniciar el análisis comparativo de los impactos ambientales que produce una planta asfáltica es preciso presentar las variables independientes de este proyecto. En la segunda parte de la comparación se aborda las variables dependientes como la calidad del aire y ruido. Se consultaron resoluciones publicadas por órganos oficiales encargados del control y la gestión ambiental en cada país. En orden con lo mencionado, para poder llegar a la comprensión acerca de las políticas que, actualmente, se implementan tanto en Colombia como en Perú respecto a la mitigación, principalmente el generado por fuentes fijas en la producción de mezclas asfálticas. De esta manera, es posible llegar a formular mejoras que puedan responder a las necesidades y exigencias del contexto que se presentan en un folleto en el capítulo resultados.

Según el más reciente informe económico de Capeco, sobre el consumo de estos materiales ha presentado un comportamiento negativo, pero con variaciones. El cemento es el material que menos participación negativa presenta entre julio de 2019 y junio de 2020, con una disminución de 17,1%; mientras que, para el mismo periodo, el acero cayó en 22.3%, y el asfalto 24.8%.

A continuación, se muestra una serie de comparaciones de las variables para los dos países.

Tabla 8. COMPARACIÓN PRODUCCIÓN DE ASFALTOS PERÚ- COLOMBIA

PRODUCCIÓN DE ASFALTOS	
Perú	<p>Existen refinерías que pertenecen al estado, como Petroperú (ubicada en Talara, Conchán) o privatizadas, como la Refinería de La Pampilla. La refinерía que más produce variedad de asfaltos es la Conchán, que se caracteriza por producir pavimentación y asfaltos de uso industrial. Perú es mayormente competitivo en temas de infraestructura refiriéndose tanto a la red primaria como a la secundaria y esto sin duda alguna produce que la competitividad de una región sobresalga sobre otras. Según The World Factbook de la CIA para 2019, en la producción de petróleo se ubica en el puesto 56.</p>
Colombia	<p>Ecopetrol es una empresa de propiedad mixta en donde el estado tiene acciones del 88%. Según la investigación de Cogollos y Martínez (2020) "algunos proveedores de Asfaltos modificados en Colombia son: Surfax Colombia, IncoAsfaltos, EZ Street Cold Asphalt, MPI". La producción de asfalto se estima en 372.000 toneladas, de las cuales aproximadamente el 70% son empleadas en la producción de mezclas en caliente. Según The World Factbook de la CIA para 2019, en la producción de barriles por día de petróleo, Colombia ocupa el puesto 22.</p>

Tabla 9. COMPARACIÓN POLÍTICA PÚBLICAS SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE IMPACTO AMBIENTAL	
Perú	<p>Perú es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) por lo que también está comprometida en implementar y fortalecer sus políticas ambientales-. Es un país que se ha comprometido a seguir la propuesta de las INDC (Intended Nationally Determined Contributions) de reducir en un 31% las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) respecto a las proyectadas para el 2030 (República del Perú, 2015), a partir del 2013 se generó una estrategia legal para el tema de protección de los recursos naturales, enfocada en el límite de la explotación del recurso y la recuperación rápida y acertada frente al mismo, allí no se permite una sobreexplotación del recurso afirmó MINAM.</p>
Colombia	<p>Colombia también hace parte de la CMNUCC y tiene su propio documento INDC el cual fue actualizado en diciembre de 2020. Se resalta también el Conpes 3943 del 31 de julio del 2018, establece la política para el mejoramiento de la calidad del aire, en la cual se proponen acciones para reducir las concentraciones de contaminantes en el aire por medio de aspectos como la reducción del contenido de azufre en los combustibles, la modernización del parque automotor, el desarrollo de un enfoque basado en la gestión territorial, el desarrollo de la investigación y la orientación de mejores prácticas industriales. La meta de reducción para el 2030 será del 30% según Minambiente.</p>

Tabla 10. COMPARACIÓN NORMATIVIDAD SOBRE LMP. CALIDAD DEL AIRE.

NORMATIVIDAD SOBRE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA CALIDAD DEL AIRE																															
Perú	<p>El Decreto Supremo N° 001.2020.MINAM establece los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, que son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. En la siguiente tabla se presentan estos valores.</p>																														
Colombia	<p>El ministerio de ambiente establece los límites permisibles para contaminantes en el aire que rigen a partir del 2018. A continuación, se encuentran en comparación a los dos países.</p>																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Contaminantes</th> <th>Colombia µg/m3</th> <th>Perú µg/m3</th> <th>Periodo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxido de Azufre SO2</td> <td>50</td> <td>365</td> <td>Diario</td> </tr> <tr> <td>PM 10</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>Anual</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100</td> <td>150</td> <td>Diario</td> </tr> <tr> <td>Doxido de Nitrogeno NO2</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>Anual</td> </tr> <tr> <td></td> <td>200</td> <td>200</td> <td>1 hora</td> </tr> <tr> <td>Ozono O3</td> <td>100</td> <td>120</td> <td>8 horas</td> </tr> </tbody> </table>	Contaminantes	Colombia µg/m3	Perú µg/m3	Periodo	Dioxido de Azufre SO2	50	365	Diario	PM 10	50	50	Anual		100	150	Diario	Doxido de Nitrogeno NO2	60	100	Anual		200	200	1 hora	Ozono O3	100	120	8 horas		
Contaminantes	Colombia µg/m3	Perú µg/m3	Periodo																												
Dioxido de Azufre SO2	50	365	Diario																												
PM 10	50	50	Anual																												
	100	150	Diario																												
Doxido de Nitrogeno NO2	60	100	Anual																												
	200	200	1 hora																												
Ozono O3	100	120	8 horas																												

Tabla 11. COMPARACIÓN AFECTACIONES AMBIENTALES EN PLANTAS

AFECTACIONES AMBIENTALES REGISTRADAS POR PLANTAS DE ASFALTOS O CONSTRUCCIONES QUE USAN ASFALTO COMO PRINCIPAL PAVIMENTO	
Perú	<p>En lo referente al impacto de la planta de asfalto ubicada en la municipalidad provincial de San Román-Juliaca, el diagnóstico realizado por Pacco (2015), indican deficiencias en lo referente a la producción de la mezcla asfáltica en caliente. Se identificó el desgaste del equipo de producción de mezclas asfálticas debido a su antigüedad y uso, generando así, mayores emisiones de gases y material particulado, al igual que el derrame de hidrocarburos contaminando el suelo. Resolución Directoral 190 Constructora Kalapa, mediante la cual se realizó la adecuación para aprobación de la planta de asfalto, en donde se estableció que el impacto en calidad del aire, nivel de ruido y alteración de suelo fueron catalogados como negativo bajo. Ya que se nombran estas resoluciones es bueno mencionar que Perú el monitoreo se realiza cada seis meses.</p>
Colombia	<p>En la auditoría ambiental plantas productoras de mezcla asfáltica que operan en el aeropuerto San Luis del municipio de Aldana, en Nariño, Orbes (2017) realiza una evaluación de desempeño de la que es importante destacar los siguientes resultados: La empresa productora de mezcla asfáltica estudiada tiene un desempeño ambiental adecuado pues “la planta por ser nueva cuenta con un sistema de control de emisiones de alta tecnología y el material particulado captado es reintegrado a un horno de mezclado”. Lo anterior se fortalece porque el personal encargado de la operación y mantenimiento de los equipos y el monitoreo de las emisiones se encuentra capacitado, y realizan acciones de inspección y evaluación diarias. El monitoreo se realiza con una periodicidad anual.</p>

Tabla 12. COMPARACIÓN AFECTACIONES AMBIENTALES EN PLANTAS

OTROS ESTUDIOS EN PLANTAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RESULTADOS EN CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO.	
Perú	<p>Resolución Directoral 598 C.A.H. Contratistas Generales, mediante la cual se realizó la aprobación de la planta de emulsiones asfálticas, en donde luego de realizar las mediciones e inspecciones se determinó que el impacto en calidad del aire, nivel de ruido y alteración de suelo se encuentran dentro de los límites ECA.</p> <p>Resolución Directoral 654 En cuanto al ruido, se estableció que este permanece dentro de sus instalaciones y cumple con los ECA vigentes. En relación con la alteración del suelo, el documento indicó que se reprocesa todos los asfaltos modificados y o las emulsiones asfálticas rechazadas por los clientes. También se encontró que existe control de los residuos peligrosos.</p>
Colombia	<p>Visita técnica de seguimiento y monitoreo de cierre de la resolución D.T.A. No. 0023 Corpoamazonia permiso de emisiones atmosféricas fuentes fijas y permiso de vertimientos líquidos para la ejecución del proyecto “obras de mantenimiento de la pista del aeropuerto de Leticia – Amazonas.</p> <p>Las emisiones de Material Particulado (MP), generados por la chimenea de la planta de asfalto de la empresa RG INGENIERIA LTDA, se encuentra por debajo de la norma establecida en el Decreto 02 de 1982 artículo 66 en un 90.1%, dando cumplimiento al decreto 02/82 Y 948/95.</p>

Tabla 13. COMPARACIÓN DE ESTUDIOS SOBRE IMPACTOS AMBIENTALES

IMPACTO DE ACTIVIDADES DE PLANTAS DE ASFALTO SOBRE LOS RECURSOS AMBIENTALES.	
Perú	<p>Tomando como fuente de revisión la Revisión Directoral (Dirección general de asuntos ambientales de la industria, 2019) en la cual la empresa TDM Asfaltos S.A.C. solicita la evaluación de la actualización de su Estudio de Impacto Ambiental (EIA), también es posible abstraer información sobre otras variables significativas sobre el impacto ambiental de las plantas de asfalto en Perú. En relación con el material particulado y gases de combustión, el informe indica que en esta empresa “utilizaban combustible R-500 hasta el año 2011, y en su reemplazo se implementó un sistema de instalación de gas natural como combustible para las calderas, por lo que la concentración de emisiones de partículas y gases es menor a la anterior”. La calidad del aire se ve afectada por la medida anteriormente mencionada, por lo que el material particulado emitido por la planta es mínimo. La valoración de este impacto es negativo leve Respecto al ruido, dentro de sus instalaciones y cumple.</p>
Colombia	<p>Según el Estudio de impacto ambiental para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 del proyecto de la autopista al mar, elaborado por la empresa Consultoría Colombiana (2017) se proyectaba que, utilizando la metodología adaptada Conesa, con este proyecto los impactos serían: En la etapa de Construcción, la actividad de Drenajes Sencillos realizados por la Planta de triturado, asfalto el impacto sería moderado. En el estudio referenciado se consideraba que las actividades de Plantas de concreto, triturado y asfalto serían las que mayor impacto ambiental tendrían, aunque este impacto sobre el recurso aire que variaría entre irrelevante a moderado. Los motivos del impacto sobre el aire se deben al uso de equipos para realizar la mezcla de concreto y asfalto. En tanto que la clasificación del impacto es irrelevante en la alteración de la calidad de este recurso, se estima una recuperación a corto plazo que concluye cuando termine la obra. Para la calidad del suelo el estudio indica que “la implementación de Plantas de concreto, triturado y asfalto y parque de vigas, generan una afectación a las propiedades físicas del suelo, principalmente de compactación, alteración de la estructura y porosidad del suelo”.</p>

Tabla 14. COMPARACIÓN DE ESTUDIOS SOBRE IMPACTOS AMBIENTALES

IMPACTO DE ACTIVIDADES DE PLANTAS DE ASFALTO SOBRE LOS RECURSOS AMBIENTALES.	
Perú	<p>Continuación Tabla 14. En relación con la alteración del suelo, la empresa almacena reprocesa todos los asfaltos modificados y o las emulsiones asfálticas rechazadas por los clientes. También existe control de los residuos peligrosos, los cuales son tratados por una empresa operadora de residuos sólidos EO-RS. En este sentido se califica el impacto como negativo leve. Según el informe presentado por Cursi (2021), en el que analiza el impacto ambiental de la construcción de la carretera Pumamarca Abra San Martín, del distrito de San Sebastián, en Perú, los impactos ambientales del pavimento asfáltico dentro de toda la fase del proyecto son mínimos. Hay que resaltar que el método aplicado por este investigador para obtener los resultados presentados en su estudio, fue el Método Leopold, el cual es implementado en la evaluación de proyectos de construcción de obras para identificar impactos según determinadas variables, y en el cual la valoración se realiza en la escala de 1 a 10 según los criterios del observador. Las variables ambientales contempladas fueron Suelo, Agua, Aire, Flora, Fauna obtuvieron cada una en sus indicadores puntajes 0/0 v, en algunos casos de -2/0 o -3/0</p>
Colombia	<p>En adición a lo anterior, el suelo puede verse afectado con fenómenos erosivos e inestabilidad por movimientos de tierra o material por la actividad de las plantas de asfalto. En este sentido se califica el impacto como moderado. Sobre la Quebrada la seca la Construcción de la Planta de triturado, asfalto y hormigón; parque de fabricación de vigas y fuente de materiales tendría un impacto moderado. Los anteriores datos se precisan de la siguiente manera: "Durante la fase constructiva del proyecto se pueden presentar alteraciones en los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos del agua superficial debido a la presencia de sedimentos y algunos residuos provenientes de las diferentes actividades a desarrollar, entre ellas la operación de las Plantas de concreto, triturado y asfalto, parque de vigas y fuente de materiales, excavaciones, cimentaciones, cortes y rellenos, obras de manejo de aguas y obras de drenaje." (pág. 75) Como consecuencia de las actividades mencionadas, se proyectaba posibles aportes de cualquier material a los cuerpos de agua lentos y loticos debido a acción eólica, escorrentía, por disposición directa o por la ejecución misma de las obras.</p>

Tabla 15. USO DE ENERGÍAS LIMPIAS

ENERGÍAS LIMPIAS	
Perú	<p>Se destaca la Ley de Concesiones Eléctricas de 1993, en la cual se crea el mercado eléctrico y su arreglo institucional. Por otro lado, se resalta la ley de Generación Eficiente del 2006, que promueve contratos de largo plazo para promover la inversión en generación a gran escala. Finalmente, el Decreto legislativo 1002 del 2008 declara la necesidad pública de promover la electricidad a partir de recursos renovables, teniendo en cuenta las problemáticas ambientales en el país.</p>
Colombia	<p>La ley 1715 de 2014 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, fue radicada en el congreso de la republica desde el quince de agosto de 2012. A pesar de existir una normatividad con respecto del uso eficiente de la energía y al fomento de la utilización de energías alternativas, como por ejemplo la ley 697 de 2001, no se ha hecho en forma masificada y con los incentivos económicos necesarios para su proliferación en los diferentes sectores de la sociedad y de la economía del país.</p>

Tabla 16. COMPONENTE AGUA

AGUA	
Perú	<p>Artículo 7°-A de la Constitución Política del Perú, - El Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. Así mismo, promueve el manejo razonable del agua. El país dispone cerca de 77 600 m3 de agua por habitante, y es la mayor de América Latina. Sin embargo, el uso es muy desigual en el territorio. Perú, por sus condiciones geográficas, posee un enorme potencial hidroenergético, que es utilizado apenas en un 4%. En el 2007 representó sólo el 32% de la energía producida. Este potencial es una de las reservas energéticas más importantes del país y de carácter inagotable, si se manejan bien las cuencas hidrográficas.</p>
Colombia	<p>El agua potable como derecho fundamental dentro del ordenamiento jurídico colombiano, evidencia que, a pesar de que este recurso natural indispensable para el desarrollo de la vida humana, no se encuentra específicamente enmarcado dentro de la Carta Política como derecho constitucional fundamental, el pasar del tiempo y los cambios ecológicos, políticos, sociales y económicos, han llevado a que los tribunales y despachos judiciales se pronuncien acerca de esta materia, creando precedentes jurisprudenciales, que indican que el acceso al agua potable debe ser considerado como un derecho fundamental. Las aguas marinas y costeras se encuentran sometidas a almacenamiento de residuos de diverso tamaño y los diluidos que en muchos casos no se perciben sino, mediante análisis de laboratorio, que deterioran la calidad del recurso hídrico para diferentes usos y ponen en riesgo los ecosistemas marinos. Aunque se ha mejorado, Colombia no alcanzó a cumplir la meta de lograr un adecuado manejo del 100% de sus residuos para el 2010 (CONPES, 2008; (OCDE CEPAL, 2015) y cerca del 5% de estos se disponen inadecuadamente o son arrojados a los cuerpos de agua.</p>

Tabla 17. COMPARACIÓN BIODIVERSIDAD PERÚ- COLOMBIA.

BIODIVERSIDAD	
Perú	<p>El Perú es un país con 666 247 km2 (= 66 624 700 ha) de bosques, lo que representa el 51% del territorio nacional, y es el cuarto país en bosques tropicales y el noveno en bosques del mundo. La Amazonía peruana, como parte del sistema fluvial de inundación más extenso e importante del mundo, posee un inmenso potencial para la oferta de bienes y servicios ambientales. A pesar de la enorme superficie de bosques, las exportaciones peruanas de maderas apenas alcanzan los \$ 200 millones, y con el manejo de bosques esto podría cambiar y multiplicarse en más de 10 veces. Perú, como país diverso, tiene una enorme responsabilidad en conservar y utilizar la diversidad biológica en forma sostenible, aprovechando las ventajas comparativas a nivel global y nacional como centro mundial de recursos genéticos. Perú ha realizado un enorme esfuerzo para conservar su patrimonio natural y cultural a través del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, que comprende más de 18 millones de hectáreas y el 14,1% del territorio nacional, y la titulación de tierras a las comunidades indígenas amazónicas sobre una superficie de cerca de 13 millones de hectáreas.</p>
Colombia	<p>A pesar que Colombia es el sexto país con la mayor oferta de agua en el mundo, el Ministerio de Medio Ambiente calcula que la mitad de sus recursos hídricos se encuentran contaminados. Esto se debe a las inadecuadas formas de explotación minera y las actividades agroindustriales donde químicos y pesticidas son arrojados a las aguas. La elevada tasa de deforestación en Colombia ha alcanzado niveles impresionantes en los últimos años, situación que se ve reflejada en la pérdida de 178.597 hectáreas de bosque. Dicha tasa aumentó en un 44% debido a la excesiva praderización, ganadería extensiva, cultivos de uso ilícito, desarrollo de infraestructura vial, extracción de minerales y recursos naturales e incendios forestales.</p>

Tabla 18. **COMPARACIÓN PETRÓLEO, GAS Y BIOCMBUSTIBLES PERÚ-COLOMBIA**

PETRÓLEO, GAS Y BIOCMBUSTIBLE	
Perú	<p>El Perú tiene 18 cuencas con 83 MM ha, y la mayoría han probado tener potencial petrolero. Tres, son las zonas petroleras del Perú: la costa noroccidental, el zócalo continental y la selva peruana. La costa noroccidental del Perú es la zona petrolera más antigua del país, en el departamento de Piura. Desde la década de los años 90 las inversiones extranjeras para la exploración y explotación de petróleo y gas han aumentado por los altos precios y la creciente demanda nacional e internacional.</p>
Colombia	<p>La producción del petróleo para abril de 2021 fue de 745.488 bpd lo que representó una disminución de 6,3% respecto al mismo mes del 2020. El petróleo es el primer producto de exportación con el 55.4 por ciento del total de las exportaciones y el principal contribuyente a las finanzas del Estado.</p> <p>La Asociación de Gas Natural AGN, informó que con base en el estudio adelantado en el caso de que el petróleo industrial sea reemplazo por gas natural se reducirían en un 82% las emisiones de material particulado.</p> <p>El gas natural emite un 50% menos CO₂ que el carbón en la generación de electricidad, un 90% menos de óxidos de nitrógeno (NO_x) que el diésel en transporte, un 99% menos de dióxido de azufre (SO₂) que el Fuel Oil N°6 en el sector industrial y un 99,3% menos de material particulado (MP) que la leña en calefacción. AGN Chile.</p>

Las plantas de mezclas asfálticas generan afectaciones en todos los componentes de su estructura esto es: mezcladora de suelos, trituración, chimenea, así como en la extensión de la mezcla, contaminan el aire, generan ruido, afectan los recursos naturales flora fauna, agua, suelo.

5. RESULTADOS

Para profundizar el análisis sobre el impacto de actividades de plantas de asfalto sobre los impactos ambientales, es preciso desarrollar un análisis cuantitativo de la información existente de plantas asfálticas para cada país, teniendo en cuenta factores medidos como material particulado, emisión de gases y ruido.

Para empezar, se resaltan los aportes de Loaiza (2013), quien analiza los impactos ambientales

de la Planta de Asfalto Municipal- Cantón Santa Rosa, para obtener la licencia ambiental

Los posibles puntajes numéricos para cada variable son las siguientes:

Tabla 19. **VARIABLES Y PUNTAJES NUMÉRICOS – CASO DE ESTUDIO DE LOAIZA (2013)**

Variable	Valoración	Definición
N	+1	Positivo
	-1	Negativo
	1	Mínima
IN	2	Media
	4	Alta
Ex	1	Puntual
	2	Parcial
	4	Amplio o extenso
	8	Total
	+4	Crítico
PE	1	Momentáneo
	2	Temporal
	3	Persistente
	4	Permanente
RV	1	Corto plazo
	2	Medio plazo
	3	Largo plazo
	4	Irreversible
Si	1	Sin sinergismo
	2	Sinérgico moderado
	4	Muy sinérgico
AC	1	Simple
	4	Acumulativo
EF	1	Indirecto
	4	Directo
PR	1	Irregular
	2	Periódico
	2	Continuo
MC	2	Mediano plazo
	3	Largo plazo
	2	Mitigable
	3	Irrecuperable

En el componente de emisión de partículas, se observan los siguientes resultados:

Tabla 20. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (EMISIÓN DE PARTÍCULAS)- ESTUDIO DE LOAIZA (2012)

ítem	Actividades de producción de mezcla asfáltica	Valoración Cuantitativa										Evaluación	
		N	In	Ex	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Mc	Valor	Efecto
1	Transporte y descarga de material	- 1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	15	Moderado
2	Clasificación del material pétreo	- 1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	13	Moderado
3	Producción y transporte de mezcla asfáltica	- 1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	16	Severo
4	Depósito y transporte de derivados	- 1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	16	Severo
5	Manejo de desechos sólidos	- 1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	16	Severo
6	Manejo de desechos líquidos	- 1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	15	Moderado
7	Mantenimiento de vehículos	- 1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	14	Moderado
8	Salud y seguridad industrial	- 1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	14	Moderado
	Sumatoria	- 8	16	16	15	11	15	10	8	15	11		

Fuente: Loaiza (2012)

Se observa que los efectos negativos son generalmente moderados, pero se encuentra que, para la mezcla asfáltica en cuanto a producción, depósito y manejo de desechos sólidos se da un impacto severo al ambiente. Ahora bien, para el tema de generación de gases se tienen los siguientes resultados:

Tabla 21. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (EMISIÓN DE GASES)- ESTUDIO DE LOAIZA (2012)

ítem	Actividades de producción de mezcla asfáltica	Valoración Cuantitativa										Evaluación	
		N	In	Ex	Pe	Rv	Si	Ac	Ef	Pr	Mc	Valor	Efecto
1	Transporte y descarga de material	-1	4	4	2	1	2	4	1	4	2	27	Crítico
2	Clasificación del material pétreo	-1	1	2	2	1	2	1	1	4	1	15	Moderado
3	Producción y transporte de mezcla asfáltica	-1	4	4	2	1	2	4	1	4	2	27	Crítico
4	Depósito y transporte de derivados	-1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	16	Severo
5	Manejo de desechos sólidos	-1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	15	Moderado
6	Manejo de desechos líquidos	-1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	15	Moderado
7	Mantenimiento de vehículos	-1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	15	Moderado
8	Salud y seguridad industrial	-1	4	4	2	2	2	2	1	4	1	24	Severo
	Sumatoria	-8	21	22	16	11	13	15	8	24	14		

Fuente: Loaiza (2012)

En lo que tiene que ver con las emisiones de gases, se observa que para el transporte y descarga de material y para la producción y transporte de mezcla asfáltica hay efectos críticos. Los gases de combustión emitidos por la Planta de Asfalto son los contaminantes principales. Esto porque hay maquinaria que genera material particulado y que con el viento se dispersan y afectan otros componentes del medio.

También en Perú, se resaltan los aportes de Clavijo (2017), para el proyecto “planta de asfalto contraflujo- Cantón Cuenca”, utilizando para ello la siguiente escala de valoración:

Tabla 22. **ESCALA DE VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTUDIO DE CLAVIJO (2017)**

Impacto	Rango
Compatible	$i < 25$
Moderado	$25 < i < 50$
Severo	$50 < i < 75$
Crítico	$i > 75$

Fuente: Clavijo (2017)

Los resultados se muestran a continuación:

T: Transporte de materia prima

MP: Colocación de la materia prima al alimentador de la planta

MA: Mezcla de agregados

D: Distribución

ME: Mantenimiento de equipos

A: Almacenamiento de combustible

F: Funcionamiento del generador

P: Proceso operativo

Tabla 23. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTUDIO DE CLAVIJO (2017)

Factores afectados		T	MP	MA	D	ME	A	F	P	Total	Calificación
Agua	Régimen de aguas superficiales	0	0	0	0	0	16	0	0	0	Compatible
Suelo	Contaminación del suelo	0	0	0	0	0	16	0	0	0	Compatible
	Generación de RSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Aire	Ruido	0	0	0	8	8	0	0	0	0	Compatible
	Material particulado	11	12	13	0	0	8	12	12	0	Severo
Paisaje	Calidad del paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Salud	Salud	0	0	12	0	0	0	0	0	0	Compatible
	Seguridad ciudadana	10	0	10	0	0	0	0	7	0	Moderado
Población	Empleo	0	0	0	0	0	0	7	0	31	Moderado
	Accidentes laborales	0	0	0	0	11	7	0	0	0	Moderado
Territorio	Alteración del tráfico	0	0	0	0	11	0	0	0	0	Compatible

Fuente: Clavijo (2017)

Como se puede apreciar, el principal impacto ambiental se presenta en el material particulado, el cual afecta considerablemente la calidad del aire. Se concluye que este proyecto cuenta con buenos procesos de gestión ambiental, en la medida en que se nombran los diversos impactos en lo que tiene que ver con los procesos de producción. Sin embargo, se resalta la necesidad de aplicar mejoras en la calidad del aire.

Para el caso de Colombia, Orbes (2017), plantea el desarrollo de una auditoría ambiental en Aldana – Nariño. A través del análisis se observan los siguientes impactos:

Tabla 24. **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL - ESTUDIO DE ORBES (2017)**

Recursos	Aspectos ambientales	Descripción o fuente	Impacto
Consumo de materia primas e insumos	Consumo de combustible	ACPM	Contaminación, cambio climático, deterioro de la calidad de la capa de ozono, afectaciones en la salud de la población.
	Materias primas	Agregados (arena y grava), asfalto	Agotamiento de recursos naturales no renovables
Aire	Material particulado	Trituración de agregados	Contaminación, cambio climático, deterioro de la calidad de la capa de ozono, afectaciones en la salud de la población.
	Generación de emisiones SO ₂ , N ₂ O y CO ₂	Operación de motores, equipos y maquinaria.	

Fuente: Orbes (2017)

Se observa que la planta de trituración no presenta información cuantitativa para emisiones, pues estas cifras no han sido exigidas por las autoridades ambientales, y la empresa tampoco ha considerado realizar esta medición. Sin embargo, a través de observaciones se evidencia que principalmente este factor afecta la zona.

Por otro lado, se destacan los aportes de Cursi (2012), quien desarrolla un estudio en San Martín del distrito de San Sebastián de Perú. Para ello, se plantea el desarrollo del método Leopold.

En particular, se evalúa la magnitud del impacto, teniendo en cuenta el grado, extensión o escala, y se analiza también la importancia del potencial de impacto. Para ello se usa una escala del 1 al 10, y se usa el signo (-) cuando el impacto es negativo y el signo (+) cuando el impacto es positivo. En la siguiente tabla se presentan los resultados para el tema del impacto ambiental del uso de pavimento asfáltico en el proyecto:

Tabla 25. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES – ESTUDIO DE CURSI (2012)

Factores ambientales	Variables	Magnitud del impacto	Importancia del impacto
Suelo	Erosión del suelo	0	0
	Generación de residuos sólidos	-1	1
	Vertido de residuos líquidos	-3	1
	Compactación de suelos	-1	1
Agua	Calidad de cuerpos de agua	0	1
	Cantidad de los cuerpos de agua	-3	1
	Calidad de agua subterránea	-1	1
	Calidad de agua superficial	0	0
	Calidad de agua potable	0	0
Aire	Calidad	-3	1
	Microclima	-3	1
Flora	Número de especies	0	0
	Cultivos	-2	1
	Plantas acuáticas	0	0
	Especies amenazadas	0	0
Fauna	Número de especies	0	0
	Hábitat	-3	1
	Especies acuáticas	0	1
	Especies amenazadas	0	0
Usos del suelo	Naturaleza y espacios abiertos	-2	1
	Agricultura	-2	1
	Residencial	0	0
	Comercial	+5	3

Fuente: Cursi (2012)

Los análisis de impactos ambientales negativos fueron: la excavación y pavimentación.

En particular, se observa que se generan impactos negativos principalmente con el recurso suelo. También en las fuentes hídricas y contaminación en el aire por material particulado. El único efecto positivo que se genera en el proyecto con el uso del pavimento asfáltico tiene que ver con el uso comercial del suelo.

Con respecto a un caso de Colombia, se puede observar el análisis planteado por Archila y Aparicio (2018) en la Ruta del Sol tramo 1 sector 1. Se establece una metodología de medición sencilla, incluyendo las siguientes escalas: 1 (mínimo); 2 (moderado); 3 (alto); y 4 (crítico). Los

resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 26. **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES – ESTUDIO DE ARCHILA Y APARICIO (2018) – PROYECTO 1**

Actividad	Recurso afectado	Efecto	Impacto	Total	Calificación
Producción de mezcla asfáltica	Suelo	Cambio de textura y permeabilidad	Erosión	2	Moderado
	Fauna	Emigración de especies	Alteración del hábitat	3	Alto
	Aire	Generación de emisiones atmosféricas	Alteración en la calidad del aire	4	Crítico
	Paisaje	Reducción de la visibilidad	Alteración de los valores escénicos	2	Moderado

Fuente: Adaptado de Archila y Aparicio (2018)

También se analizan los impactos ambientales encontrados el grupo 4 de la concesión vial. Se observan los siguientes resultados en la tabla 27.

Tabla 27. **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES – ESTUDIO DE ARCHILA Y APARICIO**

(2018) – PROYECTO 2

Actividad	Recurso afectado	Efecto	Impacto	Total	Calificación
Producción de mezcla asfáltica	Suelo	Erosión, endurecimiento	Alteración de las propiedades físicas y químicas	4	Crítico
		Pérdida de protección boscosa, ganadera y agrícola	Cambios en el uso del suelo	3	Alto
	Fauna	Afectaciones por pérdida de vegetación	Alteración del hábitat	3	Alto
	Aire	Generación de emisiones atmosféricas	Alteración en la calidad del aire	4	Crítico
		Enfermedades auditivas	Perturbación a los niveles de presión sonora	4	Crítico

Fuente: Adaptado de Archila y Aparicio (2018)

El análisis que se ha planteado permite reconocer que principalmente, los efectos se evidencian en el aire, debido al material particulado y a emisiones, y también en las alteraciones del suelo. En menor medida se observan impactos, tanto en el caso de Perú como en el de Colombia, en lo que tiene que ver con la contaminación de las fuentes hídricas, el paisaje y la fauna, particularmente con alteraciones en el hábitat.

Los resultados de la comparación también permiten reconocer que en los estudios desarrollados en Colombia se observan calificaciones más altas en los impactos negativos. Por ejemplo, si bien en los casos e estudio en Perú se observan impactos moderados o severos en el aire, en Colombia se observan generalmente impactos críticos. Lo mismo sucede con el tema del suelo y del agua.

En Colombia, la CAR del valle del Cauca, realizó a la planta Asfalto Terex Magnum 120

y caldera power flame de propiedad Eduardo Amezquito, una evaluación en cuanto a material particulado y otros contaminantes, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 28. **RESULTADOS DE EMISIONES 2017 Y 2019 EN LA PLANTA TEREX**

Contaminantes	Colombia µg/m3	2017 µg/m3	2019 µg/m3
Dioxido de Azufre SO ₂	500	24.89	
PM 10 Planta Terex	150	26.89	5341.5
Doxido de Nitrogeno NO ₂	500	265.62	

Se puede evidenciar, que para el 2017, los valores arrojados cumplen con los establecidos, sin embargo, para el año 2019, el material particulado se presenta un valor de 5341,5 mg/m³ fuera del rango de los admisibles permitidos.

Otro estudio en Colombia de la CAR del Atlántico es la planta mezcladora asfáltica OBRESCA, del Grupo constructor de la Ruta Caribe, a la cual se le realizó una inspección para determinar la cantidad de material particulado, se encontró que los materiales pétreos se encontraban cubiertos con un plástico para reducir esta afectación. Sin embargo, los resultados obtenidos para la máquina denominada Obresca se encuentran fuera de los rangos permitidos. A continuación, se presentan los resultados consolidados:

Tabla 29. **RESULTADOS MP10 PLANTA MEZCLADORA ASFÁLTICA OBRESCA**

Fuente	MP (150) mg/m3	So2 (500) mg/m3	Nox (500) mg/m3
ASSA	128.56	1.78	<L.D.
EMMA	117.16	1.78	<L.D.
OBRESCA	384.14	0.43	<L.D.

Además, de una visita técnica por parte de Corpoamazonia de seguimiento y monitoreo de cierre de la resolución D.T.A. No. 0023 permiso de emisiones atmosféricas y permiso de vertimientos líquidos para el desarrollo del proyecto “obras de mantenimiento del aeropuerto de Leticia – Amazonas. Las emisiones de MP, generadas por la chimenea de la planta de la empresa RG INGENIERIA LTDA, se encuentra por debajo de la norma establecida en el Decreto 02 de 1982 artículo 66 en un 90.1%, dando cumplimiento al decreto 02/82 Y 948/95.

Por tanto, a continuación, es importante analizar con mayor detenimiento los estándares de Límites Máximos Permitidos por de plantas industriales entre Perú y Colombia.

Según la Resolución 909 de 2008 los Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire son los siguientes:

Tabla 30. ESTÁNDARES DE EMISIÓN ADMISIBLES DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA COLOMBIA (25°C, 760 MM HG).

Contaminante	Flujo del contaminante (kg/h)	Estándares de emisión admisibles de contaminantes mg/m ³	
		Actividades xistentes	Actividades Nuevas
Material Particulado (PM)	≤ 0,5	250	150
Dióxido de Azufre (SO ₂)	>0,5	150	50
Óxidos de Nitrógen (Nox)	-	550	500
Compuestos de Fluor Inorgánico (HF)	-	8	
Compuestos de Cloro Inorgánico (HCl)	-	40	
Hidrocarburos Totales (HCT)	-	50	
Dioxinas y Furanos	-	0,5*	
Neblina ácida o Trióxido de Azufre (H ₂ SO ₄)	-	1	
Cadmio (Cd) y sus componentes	-	1	
Cobre (Cu) y sus componentes	-	8	

Fuente. Resolución 909. (2008)

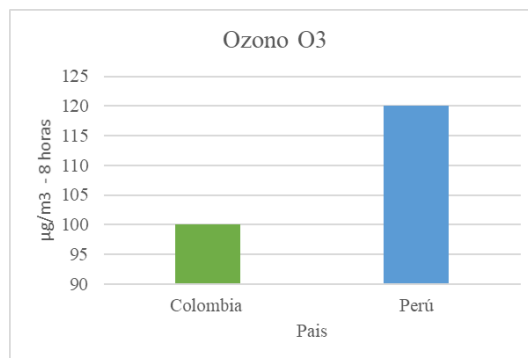
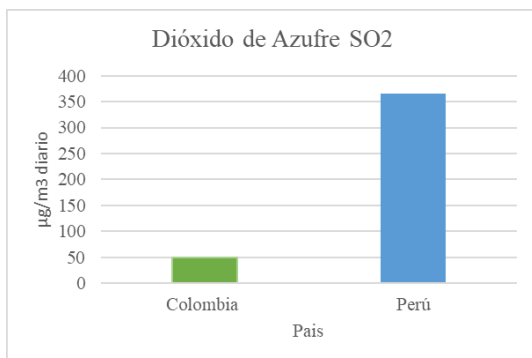
En el caso de Perú, los Límites son los siguientes:

Tabla 31. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EMISIONES Y PARTÍCULAS.

Concentración en cualquier momento		
PARÁMETRO REGULADO	Explotación en tierra mg/Nm ³	ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO Y REFINACION DEL PETROLEO mg/m ³
Material Particulado (PM)	50	50
Compuestos Orgánicos Volátiles, incluyendo benceno (COV)	20	20
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	30	10
Oxidos de Azufre (para producción de petróleo)(Sox)	1000	-
Unidades de recuperación de azufre	-	150
Otras unidades	-	500
Oxidos de Nitrógeno(NO ₂)	-	450
Usando gas como combustible	320(o 86 ng/J)	
Usando petróleo como combustible	460(o 130ng/J)	
Niquel (Ni)		1
Vanadio (v)		5
Olor	No molesto en el punto receptor	

Fuente. Manay & Casas. (2005)

Ahora, se representa gráficamente lo anteriormente descrito:



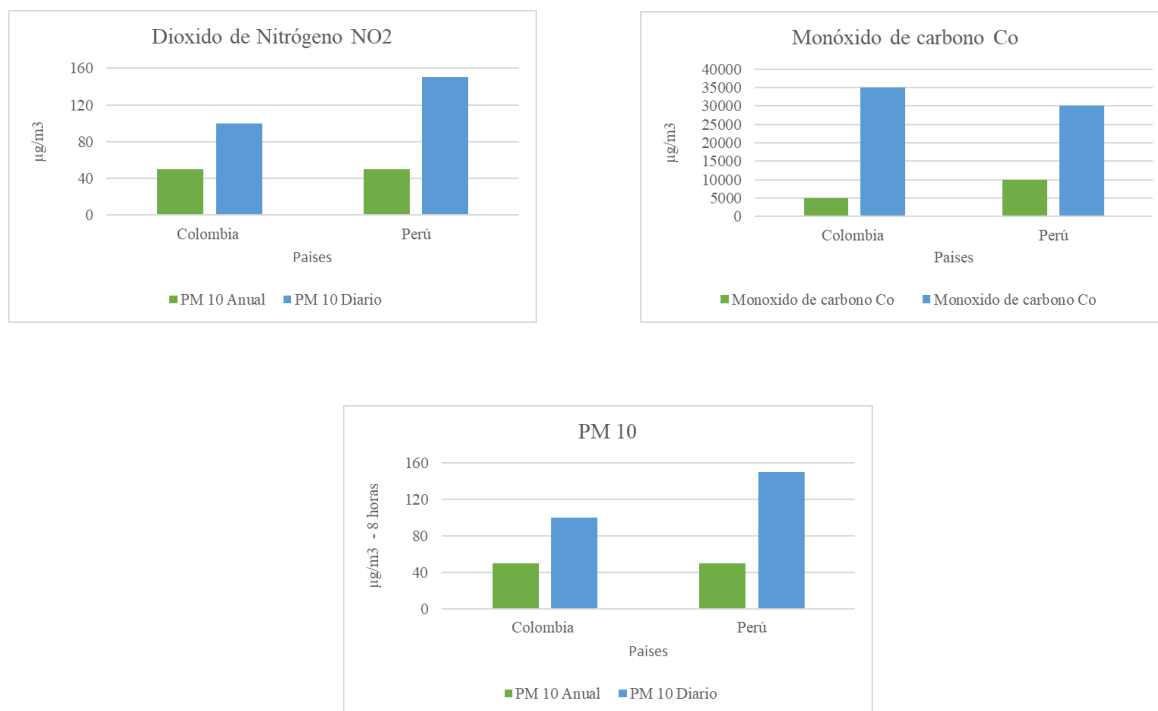


Figura 8. Valores permisibles para contaminantes tanto en Perú como Colombia.

A continuación, se presentan las posibles mejoras a implementar en las plantas de mezclas asfálticas mediante un folleto, para mitigar y/o disminuir los impactos ambientales generados.

GENERACIÓN DE UN DEPARTAMENTO DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Con la finalidad de realizar una recuperación de los recursos naturales explotados y mitigación de impactos ambientales producidos se exhorta en la calidad del aire, la producción de ruido, la alteración del suelo y de todo el medio ambiente.

SIEMBRA DE ÁRBOLES

La implementación de esta alternativa mejora satisfactoriamente la calidad del aire. Sembrar árboles cerca de la Zona del proyecto genera la absorción del CO₂ y lo transforma en Carbón.



SEÑALIZACIÓN.

Realizar la demarcación para establecer las condiciones necesarias para lograr accesibilidad y seguridad y prevenir la afectación de los recursos naturales.

AUDITORÍAS A LAS ORGANIZACIONES QUE DESARROLLEN PROYECTOS DE CARRETERAS.

Finalidad de ser más rigurosos en el cumplimiento de las normas establecidas, y así disminuir los impactos ambientales que se producen en las zonas donde se ubican las plantas asfálticas y las explotaciones de agregados pétreos.

USO DE ENERGÍAS LIMPIAS

UNA BUENA ALTERNATIVA PARA EL MEDIO AMBIENTE.

El Uso de energías Limpias es una excelente alternativa para minimizar el daño al medio ambiente, ya que no sólo disminuye los costos de los combustibles, sino que se genera menos residuos de gases.

La tierra provee lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre, pero no la avaricia de cada hombre.
Mahatma Gandhi

ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS EN LAS PLANTAS ASFÁLTICAS

SENSIBILIZACIÓN DEL PROFESIONAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN PARA EXTENDER LA VIDA ÚTIL DEL RECURSO

Para este caso se plantea realizar capacitaciones a todos y cada una de las personas que hagan parte del proyecto para darle la importancia a la conservación ambiental, sabiendo que la generación de Mezclas asfálticas trae consigo impactos ambientales importantes, pero que una buena sensibilización se puede mitigar estos impactos.



CONCIENCIA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL PRODUCTO SELLO VERDE (EL USO RESPONSABLE DEL RECURSO EN LA PRODUCCIÓN)

Realizar mesas de trabajo las cuales tengan como finalidad el uso responsable de cada uno de los recursos naturales necesarios para la producción de mezclas asfálticas, teniendo en cuenta que se debe presentar una excelente calidad del producto, pero al mismo tiempo aprovechar al máximo la explotación reducida de estos recursos, obteniendo así un buen producto en el tema de los pavimentos como un adecuado uso en el tema ambiental.

COMITÉS DE VIGILANCIA Y AUDITARÍA A PROVEEDORES DE LOS PRINCIPALES MATERIALES UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.



Realizar dos visitas técnicas al mes a cada uno de los principales proveedores para auditar el sistema de explotación y extracción de cada uno de los recursos (Materiales pétreos, Asfalto).

◆◆◆ RECUPERACIÓN PAISAJISTA

Establecer medidas para lograr la revegetalización de los taludes expuestos y potencializar las características físicas del lugar de producción



DIVULGACIÓN DE LAS METAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO.

Dar a conocer las metas propuestas a nivel nacional a través de medios de comunicación de forma general y particular para que en los proyectos las tengan en cuenta y las cumplan.

6. CONCLUSIONES

Una vez revisadas las metodologías de ambos países se pudo establecer la similitud en la identificación del medio, componente, factor e impacto ambiental. La producción de mezclas asfálticas genera afectación directa o indirecta en el medio: biótico, abiótico y socioeconómico, causando incomodidades en la población cercana al área de influencia, estos impactos pueden clasificarse de acuerdo a su severidad desde mitigables hasta irreversibles, por tanto, es importante que cada proyecto presente un PMA adecuado.

En Colombia se evidenció que hay parámetros adicionales a los cuales no se les da la importancia que requieren, para las alteraciones del suelo, en vista del uso de componentes altamente tóxicos, principalmente hidrocarburos que alteran las condiciones físicas y químicas, es poco controlado y para evitarlo se debe realizar un mantenimiento óptimo a cada una de las partes que componen la planta de mezcla asfáltica de tal manera que cumplan con la normativa ambiental. En cuanto a la afectación del agua se produce un impacto negativo debido a la efusión de sustancias químicas de los equipos y/o material particulado, que pueden afectar a los afluentes más cercanos, aumentando la turbidez y a las especies que se encuentren en estas aguas superficiales.

Algunos criterios susceptibles de mejoramiento en la metodología colombiana radican en la periodicidad de las mediciones y los límites permisibles establecidos en la reglamentación.

Para el caso de Perú el monitoreo en calidad de aire se realiza semestralmente, mientras que en Colombia es anual. Además, de acuerdo con la muestra de información analizada en este

documento, se pudo inferir que la normativa peruana es más rigurosa que el reglamento colombiano en la regulación de los impactos ambientales, que según la escala de efecto producido arrojan como resultado en Perú impactos leves a moderados, mientras que, en Colombia van de severos a críticos. Por otro lado, la contaminación por emisiones acústicas es otro de los criterios susceptibles debido al aumento de niveles de ruido por la utilización y funcionamiento de maquinaria, este es un impacto negativo que puede ser mitigado a corto y mediano plazo, construyendo muros de considerables alturas alrededor de la planta para no afectar la población aledaña y otra alternativa es mediante el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), limitar la ubicación de las plantas en zonas urbanas.

Siendo dos países eco sistémicamente similares, en el manejo de explotación de recursos se encuentra que los resultados en cuanto al beneficio de protección ambiental están mejor dados y causados en Perú, ya que la puesta está enfocada en el límite de la explotación del recurso y la recuperación rápida y acertada frente al mismo, no se permite una sobreexplotación del recurso. Una posible mejora es incentivar la sustitución de combustibles pesados por gas natural en las plantas de mezclas asfálticas es una buena alternativa para minimizar la emisión de gases y material particulado hasta 82% mejorando la calidad del aire. Así como el uso de las energías limpias la más comúnmente utilizada es la energía solar, la cual reemplaza eficientemente la energía eléctrica. Finalmente, se generó un folleto que da una idea general y proporciona posibles mejoras que pueden mitigar los impactos.

7. BIBLIOGRAFÍA

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

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

Amezquito Eduardo (2021). Planta de asfalto Terex magnum 120 y caldera power flame - corporación autónoma regional del valle del cauca. http://www.crautonomia.gov.co/documentos/resoluciones/19113_resol%20000037%20de%202018.pdf

Andrade Gonzalo, (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política.

Archila, A., y Aparicio, M. (2018). Impactos ambientales derivados del proceso de pavimentación de vías de transporte en Colombia. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Medio Ambiente.

Arencibia Edna, (2013). Análisis de la contaminación atmosférica de la planta de asfalto caliente “Abel Santamaría”, de Coliseo.

Banco Mundial. Libro de Consulta para evaluación Ambiental; Vol. I Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Departamento de Medio Ambiente. Washington, D.C.

BBC News Mundo,2019. Cambio climático: los gráficos animados que muestran los 15 países que más CO2 emitieron en los últimos 20 años. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50811389>

Blankendaal T., Schuur P. & Voordijk H. (2014). Reducing the environmental impact of concrete and asphalt: a scenario approach. *Journal of Cleaner Production*. Vol 66, Pag 27-36.

Plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire de Lima-Callao. (2019). Diagnóstico de la gestión de la calidad ambiental del aire de Lima y Callao.

Castillo, E., Acevedo, L., & Orduz, J. (2000). Perfil tecnológico ambiental de la industria de mezclas asfálticas en Colombia. *Revista ion*, 16(1), 21-30.

Céspedes, A. (2019). Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil. Piura: Universidad de Piura.

Chiras, D.D.(1991). *Environmental Science Action for a Sustainable Future*. Third Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. N.Y.

CLAVIJO GONZALO, 2017, Estudio de impacto ambiental ex post para el proyecto “planta de asfalto contraflujo del gobierno autónomo descentralizado del cantón cuenca”.

Cogollos, A., & Martínez, M. (2020). Zonificación y recomendaciones de intervención a tramo vial deteriorado aplicando herramientas SIG. Bogotá: Universidad Santo Tomás.

Comisión Multisectorial Para La Gestión De La Iniciativa Del Aire Limpio Para Lima Y Callao (2013). Plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire de Lima-Callao. Disponible en: [diagnostico_calidad_aire.pdf](#)

CONPES 3943, 3550, 3343 Consejo Nacional De Política Económica Y Social República De Colombia Departamento Nacional De Planeación, (2018).

Consorcio Grupo Constructor Ruta Caribe. (2018) - Atlántico - Plantas ASSA, EMMA y OBRESCA - Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

Consultoría Colombiana. (2017). Estudio de impacto ambiental para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 del proyecto de la autopista al mar, elaborado por la empresa. Bogotá: Consultoría Colombiana.

Cursi, D. (2012): Estudio de impacto ambiental de la carretera Pumamarca - abra san Martín del distrito de San Sebastián. Tesis de maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.

Dean E. Carter y Félix Ayala-Fierro, 1998. Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Superfund Basic Research Program. Center of Toxicology, The University of Arizona.

Finsterbusch, K. (1995). In praise of SIA-A personal review of the field of social impact assessment: feasibility, justification, history, methods, issues. International Association for impact Assessment. Vol. 13, No. 3.

Florez Erick, (2020). Incidencia de la cuarentena por covid-19, en la calidad del aire (NO₂) de la ciudad.

Francalacci da Silva Beatriz, (2010). Evaluación del impacto ambiental de los pavimentos urbanos exteriores.

Galindo Sneider, Silva Harold, (2016), impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción.

GRADOS CONCRETO, (2016). Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. Bogotá: Argos de impactos ambientales en la industria de- construcción.

Green Joanne, (2018). La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica. Clean Air Institute.

Hernández, Sánchez, Castillo. (2001). Impacto ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento: pavimentos flexibles. Secretaria de comunicaciones y transporte de México.

Instituto De Desarrollo Urbano IDU, (2010) Guía de Manejo Ambiental. Bogotá: IDU, 110 p.

Lizarazo, P. (2020). Modelo conceptual para la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Colombia. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Loaiza, O. (2013). Borrador del estudio de impacto ambiental del proyecto “planta de asfalto municipal, del Cantón Santa Rosa. Disponible en: Borrador_Estudio_Impacto_Ambiental_Planta_Asfalto.pdf.

Martínez Wilfredo, (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales.

Masco Machaca. (2019). Análisis e implementación de parámetros de calidad a la producción de las plantas asfálticas en caliente y su influencia en los pavimentos en la provincia de Arequipa. <https://core.ac.uk/download/pdf/287059752.pdf>

MINAM. Decreto supremo (2020) n° 074-2001-pcm Aprueban Límites Máximos Permisibles para emisiones atmosféricas de plantas industriales. (Presidencia de la República 08 de enero de 2020).

Minambiente. (2020). Actualización de la Contribución prevista y nacionalmente determinada (INDC) de Colombia. Bogotá: Gobierno de Colombia.

Minambiente. (2017) Resolución N° 2254. Norma de calidad del aire.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Especificaciones Técnicas Generales Para

Construcción (EG-2013) R.D. N° 22-2013-MTC/14. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Muñoz, M. (2016). La contaminación atmosférica en Santiago (Impacto sobre la salud de la población). Tomado de:
https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160303/asocfile/20160303184615/rev45_munoz.pdf

Orbes, A. (2017). Auditoría ambiental a las plantas productoras de mezcla asfáltica, trituradora de agregados pétreos y mezcladora de sueldos que operan en el aeropuerto San Luis del Municipio de Aldana-Nariño. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Orbes, A. (2017). Auditoría ambiental a las plantas productoras de mezcla asfáltica, trituradora de agregados pétreos y mezcladora de suelos que operan en el aeropuerto San Luis del municipio de Aldana – Nariño. Universidad Pontificia Bolivariana Sistema De Formación Avanzada.

Ortolano, L. and Anne Shepherd, (1995). Environmental Impact Assessment: Changes and opportunities. Impact Assessment. International Association for Impact Assessment, Volume 13, No. 1.

PACCO NESTOR, (2015). Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2410/Pacco_Apaza_N%C3%A9stor_Ra%C3%BAI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PEREVOCHTCHIKOVA, 2013. Environmental Impact Assessment and the Importance of Environmental Indicators.

Pesquisa Javeriana. (22 de noviembre de 2017). Vías más duraderas gracias a los nanomateriales. Obtenido de Innovación: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tag/mezcla-asfaltica/>

Minambiente. (2020). Resolución número 909. Estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

República del Perú. (2015). Contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC) de la República del Perú. Lima: República del Perú.

Resolución Directoral (2019), Planta de emulsiones asfálticas, distrito de Callao en Perú.

Resolución Directoral N° 654 2019. Lima: Dirección general de asuntos ambientales de la industria. Dirección general de asuntos ambientales de la industria. (2019).

Resolución Directoral 190 Constructora Kalapa. (2019). Planta de asfalto, calidad del aire, nivel de ruido.

Resolución Directoral 598 C.A.H. (2019). Contratistas Generales.

Rolón de Ríos Gloria. (2019). Planta Asfáltica - Expendio de Combustible- Campamento de Obras- Taller y Lavadero” para la Obra “Pavimentación Asfáltica de varios Tramos de la Región Oriental- Lote 1 Horqueta – Rio Ypane.

Secretaria De Medio Ambiente Y Recursos Naturales De México, (2016). Impacto Ambiental y Tipos México. Gestión ambiental impacto ambiental y tipos.

Manay A. & Casas S. (2005). Determinación del grado de contaminación del suelo por hidrocarburos en la obra culminación de la carretera Iquitos -Nauta – 2004. Universidad Nacional de San Martín – Taraporo.

Modarres A., Rahmanzadeh M. & Ayar P. (2015). Effect of coal waste powder in hot mix asphalt compared to conventional fillers: mix mechanical properties and environmental impacts. Journal of Cleaner Production. Vol 91, Pag 262-268.

World Factbook de la CIA. (2019). Producción de barriles por día. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/colombia/The World>

Yang R., Kang S. & Ozer H. (2015). Environmental and economic analyses of recycled asphalt concrete mixtures based on material production and potential performance. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol 104, Pag 141-151.