

**IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES PARA LA PRODUCCIÓN  
DE ASFALTO EN LA PAVIMENTACIÓN DE CARRETERAS**



**AUTOR**

**LUIS FERNANDO RODRIGUEZ NEIRA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**INGENIERO CIVIL**

Director:

Ing. MARGARITA PEREZ

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**PROGRAMA INGENIERIA CIVIL**

**BOGOTÁ, 11 DE DICIEMBRE DE 2019**

# IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES PARA LA PRODUCCIÓN DE ASFALTO EN LA PAVIMENTACIÓN DE CARRETERAS

## Introducción

El concepto de construcción sostenible, dentro del cual podemos situar la producción de asfalto, resulta en una coyuntura que nos hará tomar conciencia de hasta dónde haremos depender el desarrollo de una nación, de la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial, usando prácticas moralmente inviables. Dado que la infraestructura vial es el sello que identifica el desarrollo y progreso económico de una comunidad, de una nación, es también plataforma primaria para la interacción cultural “*que contribuye a la construcción de tejido social y a la transferencia de conocimiento y saberes*” (Macías, 2019), pero es al mismo tiempo, una gran fuente de sustancias contaminantes que, no obstante, necesita ser evaluada desde otro criterio que no sea el del crecimiento económico; porque somos capaces de valorar, porque sabemos que podemos elegir, y porque eso es lo que nos hace seres morales y como tales, conscientes de que todas nuestras acciones tienen consecuencias.

Es, por tanto, tiempo de empezar a percibir al mundo desde el respeto y el compromiso con el medio ambiente, y estos principios son los que subyacen a la responsabilidad moral manifiesta en la siguiente máxima:

*“Nosotros, seres humanos, debemos vivir dentro de la capacidad de carga de la tierra, y no tenemos una segunda escogencia razonable a largo plazo. Si no utilizamos los recursos de la tierra en forma ahorrativa y duradera, destruiremos el futuro de la humanidad”.* (Cui & Zhang, 2012).

Este “deber ser” que encierra la máxima y en lo que atañe a la producción de asfalto con base en la construcción sostenible, implicaría tener una concepción clara de las mejores prácticas en el proceso de pavimentación de carreteras, y permitiría lograr el objetivo de reducir los costos ambientales para su producción, teniendo en cuenta la valoración social, económica y medioambiental. En este sentido, si destruir el futuro de la humanidad no requiere un examen moral, entonces ya no será posible saber hasta dónde dejaremos actuar sólo el ser codicioso que habita en cada ser humano. De ahí la necesidad de describir los costos medioambientales que están involucrados en la producción de pavimento asfáltico, la forma en que este costo deforma el sentido de deber de la máxima planteada, y la necesidad de adoptar nuevas metodologías que devuelvan el criterio de rigurosidad moral en un tema tan crítico para las sociedades, no solo de países desarrollados, sino y principalmente, para los países en vía de desarrollo.

La construcción de carreteras es, en este sentido, la coyuntura que nos hará tomar conciencia de hasta dónde haremos depender el desarrollo de una nación de la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial, usando prácticas moralmente inviables.

## Desarrollo

A fin de establecer el desarrollo sostenible como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo, bajo la premisa de que es posible satisfacer las necesidades de la generación presente “*sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para*

*satisfacer sus propias necesidades*” (Documento de las Naciones Unidas “Nuestro futuro común”, 1987), se permite entrever una luz de esperanza para recuperar nuestra responsabilidad moral en el futuro de la humanidad.

Ahora bien, dado que en el documento también se señalan tres pilares que componen el concepto de desarrollo sostenible: desarrollo económico, desarrollo social y protección del medio ambiente, esta reflexión propone establecer como principal componente el de la protección del medio ambiente, dado que en él se conjuga el desarrollo social y el desarrollo económico como medios para lograr un fin en si mismo, el cual no es otro que el futuro de la humanidad. Una vez establecida la importancia de la recuperación del valor moral para fijar los principios metodológicos que orienten condiciones, parámetros y requerimientos en el manejo de la infraestructura vial, se hace necesario examinar dichas metodologías y proponer rutas centradas en la importancia del factor humano y su entorno socio ambiental.

Para ilustrar un poco la idea de la importancia moral que implica el futuro de la humanidad, es preciso decir que, en el caso del mantenimiento y operación de estas infraestructuras, existe un gran impacto ambiental debido a los usos de materias primas y combustibles fósiles ligados a ellas (Verán, 2017) así como del tránsito vehicular que genera huellas de carbono importantes. Ahora bien, si consideramos que el calentamiento global es una realidad, y que países en vía de desarrollo, generalmente poseen una gran riqueza en biodiversidad y por tanto de sustento para el planeta, es deber moral de dichos países, implementar prácticas y métodos que exploren las especificidades y necesidades de cada región, de modo que se puedan diseñar modelos ajustados a dichas necesidades.

En este sentido es posible partir de máximas validas localmente que muestren ser apropiadas a la sensibilidad de los ecosistemas propios, para luego generar marcos de acción global, a fin de que las empresas vinculadas a procesos de infraestructura vial se concienticen de la relación: *desarrollo del país -- responsabilidad social, económica y ambiental en cada uno de sus proyectos*.

Para hacer esto, se hace necesario examinar y evaluar todas las medidas, técnicas de producción e impacto real en el ambiente provocado por el asfalto y el concreto, y aprovechar tecnologías tales como: mezclas de asfalto reciclado (RAP), reutilización de residuos sólidos como nuevo aditivo de bajo costo para la mezcla de asfalto o el uso de pavimentos permeables como una alternativa para el drenaje de aguas lluvias dentro de los centros urbanos.

En este sentido, la utilización de documentos técnicos de carácter normativo que permitan una mejor gestión de las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos relacionados con las actividades de infraestructura vial, hacen posible obtener mejores índices de calidad, tanto para el proceso mismo como para el ambiente. Esto implica la necesidad de establecer principios metodológicos que exijan la mayor rigurosidad posible dentro de un ámbito moral que garantice la responsabilidad corporativa, individual y social a la que se ha hecho referencia.

Habiendo establecido el principio moral de defender el futuro de la humanidad luchando contra el cambio climático y el calentamiento global, toda investigación y aplicación de nuevos métodos y tecnologías con fines medioambientales, se fundamentará en principios

éticos que le darán validez subjetiva necesaria y universal. Recordemos en este ámbito a la ética kantiana, la cual está determinada por su *“universalismo, su alta apreciación de la autonomía del individuo y el estricto desinterés de actuar éticamente. El imperativo categórico, como un legislador interno, cuyas órdenes liberan de la sumisión ciega a las demandas externas y a los impulsos personales”* (Malishev, 2014).

Aunque muchos discuten acerca de la pretensión de validez universal de las máximas morales, ya sea porque haya su fundamento en la cultura o la razón (Escríbar, 2001), en el caso de un escenario que tiene por objetivo el futuro de la vida en el planeta, no debería haber ningún tipo de debate, ya que lo que está en juego es el ámbito donde se desarrolla la razón y la moral misma. La obligación moral, necesaria y universal que nos imprime el sello de humanidad, debe ser puesta en práctica en el contexto histórico de cada particularidad cultural, de modo que la transición de lo universal a lo práctico, sea el escenario en donde se fije la normatividad para tratar con la capacidad de manipulación técnica de la que se dispone en el ámbito de infraestructura vial en relación con el medio ambiente.

Ahora más que nunca se hace necesario incluir los valores en el escenario del ser porque este legado que nos está dejando la modernidad, en el que sólo somos medios entregados al arbitrio de la voluntad de poder, da como resultado aniquilación y miseria tanto en la esfera social como ambiental. ...

Ahora bien, dada la idea que se tiene acerca de la relación directa entre construcción de carreteras y desarrollo económico y social, por lo que a mayor infraestructura vial mayor desarrollo económico (Rendón, 2007; Urazán, Escobar, & Moncada, 2017), hace necesario revisar hasta donde la época actual ha excluido al ser de la esfera de valores, para imponer los valores de un mercado centrado en el crecimiento económico pero extraño a la dinámica autónoma de la conciencia humana, por lo que se constituye en un imperativo de acción en todas las disciplinas.

Aunque el crecimiento económico es parte importante del bienestar social, se debe ponderar (usando la fundamentación moral), hasta qué punto beneficia a las comunidades en las que se ejecutan los proyectos, tanto económica como ambientalmente. Porque si son mayores los perjuicios tanto para la calidad de vida como para el ambiente, se debe replantear cada etapa del proceso vial, iniciando por la pavimentación de los terrenos, etapa en la cual se producen diversos cambios, tanto en la textura del suelo como en los efectos ambientales causados por el tipo de materiales usados.

Un estudio de impacto ambiental de un proyecto determinado, necesita asentarse sobre el conocimiento de los antecedentes del proyecto, sus características y efectos a través de una serie de procedimientos tales como:

- Inventarios de fuentes y emisiones. En el caso de Colombia, la realización de inventarios de emisiones en los centros urbanos es uno de los componentes clave en la elaboración de estudios relacionados con la calidad del aire y la posterior conformación de Planes de Gestión de Calidad del Aire (MAVDT, 2009; 2010).

- Monitoreo ambiental. Busca identificar y cuantificar los potenciales de contaminación del aire, aguas y suelos, la efectividad de medidas de manejo y control ambiental diseñadas para

prevenir, controlar o mitigar impactos ambientales ocasionados por una determinada práctica o proceso.

- Aplicación de leyes y reglamentos. El conocimiento de leyes, reglamentos y elementos normativos aplicables a los estudios de Impacto Ambiental, es fundamental cuando se descubre que la situación del deterioro ambiental ha sido causada en buena medida por deficiencia en la aplicación de los controles normativos, por ser incompletos y en ocasiones inoperantes, dadas las condiciones reales prevalecientes en el país (Michaca, Sanches & col. 2001).

Surge así, la necesidad de otorgar un consentimiento interno y racional, que le dé significado moral a la necesidad de crear normas regidas por principios normativos que se basan en la sostenibilidad, como el imperativo categórico que obligue a todos aquellos profesionales o corporaciones que interfieren directa o indirectamente en el delicado equilibrio dinámico de la biosfera, a actuar por el mero respeto universal a mantener el futuro de la humanidad.

Ahora bien, es alentador saber que los documentos técnicos normativos para la construcción consideran esta relación y la enfocan en la preservación de los ecosistemas. Es el caso del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción en el Perú, en el cual se expresa la necesidad de:

*(...) considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de las obras viales, tomando las acciones y provisiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio - ambientales, permitiendo un adecuado nivel de seguimiento y control para la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida de la población. (Manual de Carreteras. 2013. "Especificaciones técnicas generales par construcción).*

Dicha preponderancia deja ver un cambio de perspectiva en el manejo de este tema y deja entrever la preocupación por la contaminación del agua y el aire, y propone la evaluación del concepto de sostenibilidad, el cual se convirtió de la noche a la mañana en un valor moral importante para el rendimiento económico de las industrias, y en ese mismo sentido pasó a ser el valor moral para las acciones humanas, produciendo el relativismo moral dominante en nuestros días.

No obstante, se necesita más que la sostenibilidad de un aparato productivo inmerso en un mercado absorbente que convierte todo en mercancía, hasta la biosfera misma. Lo que se requiere entonces, es una sostenibilidad como imperativo ético *"que repruebe toda intervención humana que pueda dañar de forma irreversible el medio ambiente, si esa intervención no es sometida previamente a una evaluación técnica y ética (de Freitas Drumond 2013)* Con base en este principio, países desarrollados como Estados Unidos, Alemania, España, Francia e Italia están destinando recursos para explorar metodologías de pavimentación de carreteras, no solo amigables con el medio ambiente, sino sostenibles económicamente - Hay que decir aquí, que los países desarrollados son también los más desarrollados en infraestructura vial y que no pueden darse el lujo de desacelerar su crecimiento aunque no estén tan comprometidos moralmente con la biosfera-. No obstante, dichos países están dando un gran salto respecto al abandono de métodos tradicionales de

producción de pavimento asfáltico que han resultado agresivos con el medio ambiente, y han dado ejemplo para la adopción de dichas tecnologías en los países en vía de desarrollo.

De acuerdo a lo anterior, muchos estudios se están llevando a cabo para analizar los impactos ambientales generados por la industria vial, tal como los producidos por los pavimentos flexibles y el cual es sólo una etapa en el proceso de construcción de carreteras. En realidad, es tan alarmante el estado de deterioro del ambiente, que todas las instituciones, tanto en el ámbito público como privado se están ocupando de realizar estudios específicos que cubran cada etapa en toda su extensión: procesos, actividades, equipos y materiales utilizados, de modo que las medidas de mitigación alcancen la máxima efectividad posible debido a la intensidad, magnitud y permanencia en los ecosistemas de este tipo de proyectos.

Es importante señalar que además de proponer medidas de mitigación, se da pie a la apertura de nuevas técnicas no solo para mitigar, sino para identificar cuáles técnicas resultan más apropiadas de acuerdo a las especificidades y necesidades de las regiones involucradas. Una adecuada identificación de riesgos ambientales implica entonces un conocimiento de la amplia gama de técnicas, las cuales se ubican desde las que evalúan una adecuada identificación de los mismos de manera cualitativa, determinando los impactos que se presentan con más frecuencia y que son importantes por su manifestación, hasta aquellos de mayor complejidad, que se pueden evaluar cuantitativamente y que solo pueden llevarse a cabo a través de una investigación exhaustiva, que incluye las experiencias compartidas de los evaluadores del impacto.

Es necesario insistir que el uso de cualquier técnica, así como la implementación de leyes, reglas y elementos normativos, deben considerar básicamente el entorno ambiental donde va a funcionar el proyecto y sus características; porque si de lo que se trata es de garantizar el futuro de la humanidad, como la máxima moral referente, se debe verificar si el producto o la intervención humana traen más riesgos que seguridad para la sociedad y el medio ambiente.

En esto consiste la calidad en el concepto moderno, esto es, el concepto de calidad, pasa a ser intrínseco al de eficacia del material o del proceso, tomándose en cuenta sus posibles consecuencias para el bienestar del hombre, de la sociedad y de la biosfera como un todo (de Freitas Drumond, 2013).

Un ejemplo de estudios holísticos que permiten examinar la calidad en cada etapa de un proyecto vial desde esta perspectiva, es el de Michaca, Sanches & col (2001) en México, el cual analiza con detalle los impactos ambientales generados durante la construcción y mantenimiento de la superficie de rodamiento de las carreteras con pavimentos flexibles, que representa sólo una etapa en el proceso de construcción de carreteras, y propone las medidas de mitigación correspondientes.

*En comparación con los pavimentos rígidos, la desventaja más notable de los pavimentos flexibles es la generación de solventes, residuos de asfaltos y gases generados durante el calentamiento de los cementos asfálticos; estos gases son tanto producto de la combustión como de la volatilización de algunos componentes de los cementos. Es en las plantas de asfalto donde se tienen reportes de enfermedades relacionadas a los solventes y componentes*

*del asfalto en general, aunque no se precisa el componente con el cual están directamente relacionadas.* En este mismo sentido, el documento titulado *Prácticas para producción de asfalto sostenible* de Rodríguez (2019), da a conocer algunas técnicas de producción de asfalto que están siendo utilizadas en el mundo, con el fin de mitigar el impacto ambiental generado en su producción. Tecnologías como el uso de mezclas de asfalto reciclado (RAP) y el reúso de residuos sólidos como un nuevo aditivo de bajo costo para la mezcla de asfalto, permitiendo así el ahorro de materias primas y energía, al mismo tiempo que se disminuye el volumen de desechos. De igual manera, también se menciona el uso de pavimentos permeables como alternativa para el drenaje de aguas lluvias dentro de los centros urbanos y las ventajas asociadas a este tipo de tecnologías.

Específicamente se señala en el documento, que todos los esfuerzos realizados una vez conocido el escenario problemático, se han centrado en el desarrollo de mezclas producidas con temperaturas más bajas (Jenkins & Collings, 2016; Stimilli, Virgili, & Canestrari, 2017), el uso del pavimento asfáltico recuperado (RAP) para la producción de nuevo material asfáltico (Rodríguez, Lastra, Indacochea, & Castro, 2019; White, 2019), la mezcla de componentes de residuos neumáticos con asfalto para la pavimentación de carreteras (Fransqui et al., 2018; H. Wang, Liu, Apostolidis, & Scarpas, 2018), y la elaboración de pavimentos porosos para permitir la infiltración del agua de lluvia (Juyar & Pérez, 1998; Maldonado & Paredes, 2015), lo cual lograría mitigar la intervención en el ciclo hidrológico.

En el documento se señalan también dos conceptos importantes para la presente reflexión: reciclaje y sustentabilidad, y cuyo estudio y evaluación ha sido hecha por diferentes científicos en diferentes partes del mundo (Wu, Wang & Dong, 2016). Dichas técnicas, se convierten en elementos clave para el principio ético de sostenibilidad, dada su importancia en la resolución del deterioro ambiental producido por la gran cantidad de desechos.

*Los conceptos de reciclaje y sustentabilidad han adquirido un lugar destacado en la ingeniería de pavimentos debido al creciente deterioro del medio ambiente. Los ingenieros de pavimentación llevan a cabo estudios detallados sobre la producción de asfalto con materiales reciclados, de manera que la mezcla de asfalto orientada a la conservación del ecosistema, implica la sustitución parcial de un nuevo aditivo mediante la integración de residuos y materiales reciclados en el ciclo de producción de la mezcla de asfalto. Por lo tanto, la industria del pavimento asfáltico, que abarca una producción de más de 550 millones de toneladas de pavimento asfáltico por año solo en los Estados Unidos, se considera una alternativa altamente potencial para la aplicación de desechos sólidos. (Rodríguez, 2003).*

Todos son procedimientos alternativos que permiten disminuir el impacto ambiental en el marco de la infraestructura vial y proporcionar perspectivas éticas al concepto de sostenibilidad, teniendo en cuenta que la pavimentación es lo que el usuario percibe y lo que determina en cierta forma, el desarrollo económico y social de las regiones.

## **Conclusión**

Finalmente, a fin de hacer una especie de recapitulación de lo aquí expuesto, puede decirse que, si no antepone el valor moral para evaluar alternativas para la construcción y mantenimiento de pavimentos, basadas en la sostenibilidad como imperativo ético, no será

posible otorgar un consentimiento interno y racional a un mandato universal como es el de preservar el futuro de la humanidad.

Si el desarrollo económico es puesto al mismo nivel de obligación universal que la protección ambiental, se está nublando nuestra capacidad de pensar en el futuro de la humanidad, como esa máxima que nos obligue a quererla como una ley universal. Si se trata de elegir entre el beneficio económico y el futuro de la especie, sin duda se optará por la primera escogencia, la cual parece haberse convertido ya en ley universal. Pero no podemos olvidar que la humanidad es un fin en sí mismo, y como tal es suficientemente digna para ser imperativa.

Para ultimar, lo que se ha querido mostrar a lo largo de esta reflexión, es la necesidad de priorizar el crecimiento moral de las sociedades, a través de la protección al medio ambiente por encima del desarrollo económico. De acuerdo al documento de las Naciones Unidas, “Nuestro futuro común” de 1987, el desarrollo sostenible como principio rector del futuro de las presentes y futuras generaciones, consta de tres pilares que harán viable esa posibilidad: desarrollo económico, desarrollo social y protección al medio ambiente.

No obstante, cabe la posibilidad de pensar que es la protección al medio ambiente el *imperativo categórico* que sin condiciones debe ser cumplido, y toda voluntad que se considere buena, tiene que reconocer que un tal imperativo opera como fuerza de acción, como respeto al deber de sostener el futuro de la humanidad. Y dado que ningún imperativo tiene significado si el hombre no puede otorgarle su consentimiento interno y racional, el enfoque sostenible que reconoce este consentimiento, tiene que ser el eje de toda construcción sostenible.

Partiendo de lo anterior, se ha recalcado la importancia de volver al ser para recuperar los valores perdidos en el trasegar de un mundo subordinado a las leyes del mercado y el rendimiento económico. Y para hacer posible esta recuperación se debe partir de la universalidad de los principios morales, para obligar a la razón a volver en sí misma y salvarse del extrañamiento a que ha sido sometida. Por eso, se ha apelado al futuro de la humanidad como el objetivo supremo hacia el cual fijar el despertar de esta razón aletargada.

Dado que el nivel de calidad percibido por las personas se determina principalmente por el pavimento y la infraestructura vial en general, es en este ámbito donde se produce la coyuntura que debe hacernos tomar conciencia de hasta dónde haremos depender el desarrollo de una nación y del mundo entero, de la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial, usando prácticas moralmente inviables, - aclarando que “moralmente inviable” significa inviable para el futuro de la humanidad-, ya que los impactos ambientales generados por las actividades propias en la construcción de carreteras e infraestructura vial, están deteriorando el ambiente debido a su intensidad, magnitud y permanencia dentro de los ecosistemas.

Ahora bien, este deterioro ambiental tiene que producir preocupación, no solo en las instituciones públicas, sino también privadas, ya que la sostenibilidad económica de los proyectos de infraestructura vial, podría estar en la cuerda floja. Es por eso, que se han emprendido diversas investigaciones que tienen por objeto incorporar un enfoque sostenible en la evaluación de alternativas de construcción y mantenimiento de pavimentos, de modo



que se consideren aspectos técnicos, económicos, medioambientales, políticos e institucionales de forma integrada y armónica a lo largo de su ciclo de vida (Torres, 2014).

Para hacer universal y necesario el principio ético de la sostenibilidad en el caso de la infraestructura vial, es esencial cambiar los conceptos de calidad y sostenibilidad de modo que pasen a ser intrínsecos al de eficacia del material o del proceso, teniendo en cuenta que es el bienestar del hombre, de la biosfera y de la naturaleza como un todo lo que debe primar.

Finalmente, es preciso insistir en que el uso de cualquier técnica, así como la implementación de leyes, reglas y elementos normativos, deben considerar básicamente el entorno ambiental donde va a funcionar el proyecto y sus características; porque si de lo que se trata es de garantizar el futuro de la humanidad, como la máxima moral referente, se debe verificar si el producto o la intervención humana, traen más riesgos que seguridad para la sociedad y el medio ambiente.

*¿Y si hago que el beneficio económico se torne en ley natural universal, que me es posible esperar? La pérdida del control de mi razón en el reino de la servidumbre.*

#### **Referencias Bibliográficas**

- 1) Asamblea General de las Naciones Unidas. Desarrollo Sostenible, 1987. Documento virtual. Disponible en <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>.
- 2) B. X. Cui and A. L. Zhang, 2012: "We Need the Sustainable Construction", Applied Mechanics and Materials, Vols. 174-177, pp. 3154-3156. Disponible en
- 3) Verán L. D, 2017: Evaluación ambiental de un tramo específico de la autopista panamericana sur, usando la metodología de análisis de ciclo de vida. Tesis para optar por el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Disponible en <https://es.scribd.com/document/376822346/Veran-Daniel-Autopista-Analisis-Ciclo-Vida>.
- 4) Malishev, Mijail, 2014. Kant: Ética del imperativo categórico. Documento virtual en PDF. México. pp. 9-21 ISSN 1405 6313. Disponible en [file:///D:/SALVAR3816/Downloads/Dialnet-Kant-5492993%20\(2\).pdf](file:///D:/SALVAR3816/Downloads/Dialnet-Kant-5492993%20(2).pdf).
- 5) Escribar, Ana, 2001: El problema de la fundamentación de la validez de las normas morales y la escisión entre ser y valor. Archivo en PDF, En Revista de Filosofía. Universidad de Chile. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131970/El-problema-de-la-fundamentacion-de-la-validez-de-las-normas-morales-y-la-escision-entre-ser-y>
- 6) De Freitas Drumond, JG, 2013: La sostenibilidad como valor moral. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. Brasil. Disponible en [https://www.uv.es/gicf/1Ed3\\_Drumond\\_GICF\\_07.pdf](https://www.uv.es/gicf/1Ed3_Drumond_GICF_07.pdf).
- 7) Hernandez Michaca, Sánchez Granados, Castillo Chaires, Hernandez & Gutierre, 2001: Impacto ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento. I. Pavimentos flexibles. Publicación técnica. Instituto Mexicano de Transporte. Mexico. Disponible en <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt163.pdf>.
- 8) Rodríguez N, LF. 2019: Implementación de prácticas sostenibles para la producción de asfalto empleado en la pavimentación de carreteras. Diplomado en Gestión Ambiental Empresarial. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- 9) Torres-Mochi-Chamorro-Yepes-Pellicer. 2014: Current models and practices of economic and environmental evaluation for sustainable network-level pavement management. Archivo en PDF. Universidad Politécnica de Valencia. Revista de la Construcción. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v13n2/art06.pdf>
- 10) Manual de Carreteras. E-G 2013. Especificaciones técnicas generales. Construcción de Carreteras. MTC. Perú. Disponible en <https://es.slideshare.net/CarlosPajuelo/eg2013-especificacionestnicasgrles-construccin-de-carreteras-mtcperu>.