

Evaluación de la calidad de aire, asociado al desgaste en los pavimentos asfálticos por la circulación vehicular en la ciudad de Guayaquil Ecuador

Glenda Lorena Guadalupe Méndez
Julio Alberto Vargas Jiménez
Julio Andrés Vargas Guadalupe

Evaluación de la calidad de aire, asociado al desgaste en los pavimentos asfálticos por la circulación vehicular en la ciudad de Guayaquil Ecuador

Glenda Lorena Guadalupe Méndez
Julio Alberto Vargas Jiménez
Julio Andrés Vargas Guadalupe

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

© Publicaciones Editorial Grupo Compás
Guayaquil - Ecuador
compasacademico@icloud.com
<https://repositorio.grupocompas.com>

Diseño de la portada es de: Ariadna Tirado Pereira



Romero-Sandoval, A., Romero, S., Chasi, S. (2024) Evaluación de la calidad de aire, asociado al desgaste en los pavimentos asfálticos por la circulación vehicular en la ciudad de Guayaquil Ecuador. Editorial Grupo Compás

©Glenda Lorena Guadalupe Méndez
Orcid 0009-0007-0450-4280
gguadalupemendez@yahoo.com

Julio Alberto Vargas Jiménez
Orcid 0000-0003-4301-7307
julio.vargasj@ug.edu.ec

Julio Andrés Vargas Guadalupe
Orcid no tiene
julio.vargas25@outlook.com

ISBN: 978-9942-33-862-4

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I.	8
CAPÍTULO II	12
Hidrografía e Hidrología	14
CAPÍTULO III	20
Áreas seleccionadas para el estudio de desgaste de pavimento asfáltico en la ciudad de Guayaquil	30
Evaluación del área seleccionada	31
Estado actual del pavimento in situ.	32
Evaluación de la densidad vehicular del área en estudio	34
Definición de rodadura en pavimentos asfálticos.	40
CAPÍTULO IV	44
Legislación y Normativa Vigente	44
Normativa Internacional	44
Legislación actual	45
Normativa vigente	46
CAPÍTULO V	48
Contaminación de la calidad del aire por el desgaste del pavimento asfáltico.....	48
Efecto de la rodadura vehicular y su contaminación	48
Referencias	71

Dedicatoria

A mí amada esposa Glenda y a mis hijos
Carolina & Julio Andrés
Por su grande amor y por confiar siempre en mí

Agradecimiento

Pero por la gracia de Dios soy lo que soy; y su gracia no ha sido en vano para conmigo, antes he trabajado más que todos ellos; pero no yo, sino la gracia de Dios conmigo.

1 Corintios 15:10

INTRODUCCIÓN

Es derecho de todo ser vivo respirar aire puro que no afecte por ninguna razón la salud, esto lo garantiza instituciones dedicadas a controlar que la emisión de aire sea limpia, como la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr). Un aire contaminado provoca varios tipos de enfermedades, especialmente de tipo respiratorio y cardiovascular, siendo los más expuestos las personas y trabajadores que permanecen en ambientes externos contaminados, en donde los niños, las mujeres embarazadas y los ancianos son los grupos más sensibles.

El desgaste en los pavimentos asfálticos se ve afectado por diferentes fuentes, tales como el excesivo número de vehículos que circulan por la ciudad de Guayaquil, el deterioro de la cohesión del pavimento asfáltico (agregado mineral unido con asfalto) genera un desprendimiento de partículas que estarían representando un foco de contaminación por los contenidos del hidrocarburo. La hipótesis planteada para la ejecución del presente trabajo es:

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 μm o 10 micrómetros (1 μm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM₁₀ y a la fracción respirable más pequeña, PM_{2.5}. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

En el caso de las PM_{2.5}, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diésel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes.

Las concentraciones de material particulado PM_{2.5} en el aire de inmisión de la vía superan a los permitidos por las normativas legales vigentes nacionales e internacionales, incrementando el riesgo de los habitantes a contraer varios tipos de enfermedades, especialmente respiratorias.

CAPÍTULO I.

En el estudio de Pinto & Méndez (2015) con el tema “Evaluación del impacto en calidad del aire, asociado a resuspensión de material particulado por la pavimentación de la Vía Principal de Caracolí- ciudad Bolívar”, se pudo conocer que, la ejecución de programas contribuyen a la reducción y control de la resuspensión de material particulado, acciones encaminadas a pavimentación de calles, así como la implementación de criterios ambientales por parte de entidades públicas como la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en la ejecución de obras de infraestructura.

La pavimentación parcial de la vía arterial en afirmado de la localidad de Ciudad Bolívar por parte de la UAERMV impacto positivamente en la calidad del aire, reduciendo las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} asociadas a resuspensión en un 95%. Asimismo, disminuyeron las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} asociadas a fuente por combustión y a fuente no definida en más de un 37%, influenciado por la disminución del tráfico parado y a la posible supresión de reservorios de polvo fugitivo. Resultado de esto, los promedios aritméticos de las medias muestrales cortadas por día disminuyeron en un 75,3% para $PM_{2.5}$ y un 81,4% para PM_{10} . Conjuntamente se presentó una disminución en el porcentaje de datos de concentración de material particulado asociado a fuente geológica y no definida, mientras que los asociados a fuente por combustión aumentaron.

En la investigación de Duque & Forero (2016), con el tema “Análisis de la contaminación ambiental y efectos sobre la salud pública por el uso de pavimentos en áreas urbanas”, se puede observar que, las superficies viales forman parte de las áreas urbanas, sin embargo, el aumento progresivo de las áreas superficiales impermeables contribuye significativamente con el aporte de cargas contaminantes. La calidad del aire de los corredores viales se ve afectada cuando los sedimentos depositados en tiempo seco son suspendidos por el viento y la turbulencia que causa el tráfico vehicular.

La generación de emisiones atmosféricas de vehículos, mobiliario urbano e industrias, y la corrosión de materiales cromados o galvanizados son algunas de las causas por las cuales pueden encontrarse metales sobre las superficies viales. Adicionalmente, el transporte es uno de los que más contaminación emite a la atmósfera, representando el 40% de las emisiones totales de dióxido de carbono (CO_2) de origen energético y un 80% de las emisiones de monóxido de carbono (CO). Por lo tanto, es la primera fuente de contaminación ambiental en el medio urbano. Las concentraciones de

contaminantes en las vías son generalmente superiores a los que ocurren en las áreas comerciales y residenciales.

Lo cual concluyó que, la secuencia en la concentración promedio de metales pesados en el suelo residencial cuando el medio impactado del aire el siguiente:

Tabla 1 Concentración (ng/m³)

Metal pesado	Zn	Pb	Cu	Cr	Cd
Concentración	548 ng/m ³	181 ng/m ³	67,9 ng/m ³	45,3 ng/m ³	6,4 ng/m ³

Sin embargo, ocurrió algo diferente con el suelo comercial, el cual presentó un orden de precedencia en las concentraciones metálicas de la siguiente manera:

Tabla 2 Concentración (ng/m³) metálica

Metal pesado	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Concentración	1958 ng/m ³	1806 ng/m ³	364 ng/m ³	241 ng/m ³	7,2 ng/m ³

En el estudio de Alvarado (2013) como el tema “Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel”, expone que las primeras mediciones sistemáticas para conocer los niveles de contaminación atmosférica de Santiago se realizaron en 1964 de acuerdo al diseño recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS); mediante metodologías sencillas y de bajo costo, lo que determinó índice de acidez, de suciedad, polvo sedimentable e índice de corrosión.

Por ende, el promedio de las concentraciones de MP10 para los meses primavera-verano en Pudahuel se ha mantenido durante los últimos años por sobre el valor de la norma anual de 50 µg/m³N. Por lo tanto, para su cumplimiento y disminuir el riesgo de la población a adquirir enfermedades crónicas, no es suficiente con la implementación de medidas de control y reducción de emisiones de MP10 durante los meses de otoño-invierno, sino que además se requiere establecer medidas permanentes u otras especialmente diseñadas para los meses de primavera-verano.

La exposición a elevadas concentraciones de material particulado por parte de los seres vivos en ambientes extramurales, es una de las mayores preocupaciones para las autoridades ambientales y de salud pública, ya que dadas las múltiples fuentes de emisión de material particulado PM10 y PM2.5 existentes, y su inherente impacto negativo social, económico y ambiental

Canter (1998), es de gran relevancia generar estrategias para prevenir, mitigar, corregir o en el peor de los casos, compensar.

Por otro lado cabe resaltar que una de las fuentes principales de contaminación del aire por PM es la resuspensión de polvo y abrasión superficial (Beltran et al., 2012; Ballesteros et al., 2015; Orozco et al., 2015), por ello, se presenta la intervención de vías como estrategia para disminuir la resuspensión de polvo, sin embargo no existen estudios suficientes que demuestren la variación estadística entre las concentraciones de MP obtenidas antes y después de realizadas las obras de ejecución en la ciudad de Guayaquil.

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las PM_{2.5}, su tamaño hace que sean 100 % respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además, estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.

Las partículas de diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros están asociadas a sulfatos, nitratos, metales pesados, carbono orgánico fino y elemental, provenientes principalmente de fuentes antrópicas, mientras que las partículas mayores a este diámetro aerodinámico son asociadas a material geológico y fuentes antropogénicas (Figura 2) (Watson & Chow, 2000), en la que podemos encontrar uno o más especies químicas de los grupos minerales (elementos nativos metálicos, no metálicos y/o semimetálicos, sulfuros, haluros, óxidos metálicos, carbonatos, sulfatos y/o silicatos), cuya existencia y porcentaje varía en torno a la distribución espacio-temporal en la que nos encontremos; así como también elementos asociados al carbono orgánico como polen, fragmentos de celulosa, entre otros.

Debido a que las partículas de tamaño igual o menor de 10 micras, penetran de manera ágil y rápida los mecanismos de defensa del sistema respiratorio, y llegan hasta los bronquios o incluso al alveolo pulmonar (Harrison & Jianxin, 2000; EPA, 2013), y las PM_{0.1} penetran muy profundamente en los pulmones y por ultimo al torrente sanguíneo (BAAQMD, 2014), este contaminante se ha relacionado con el aumento de

eventos de morbilidad atendida y mortalidad (Schwartz et al., 1996; SDS, 2009), sobre todo en las poblaciones más vulnerables y de menor estrato socioeconómico (Rodríguez et al., 2013; OMS, 2014). Estudios científicos acerca del material particulado, lo han relacionado a nivel mundial con sustancias tóxicas: químicas, biológicas y físicas (Harrison & Jianxin, 2000), como también, con enfermedades respiratorias agudas (ERA), cardiovasculares, crisis de asma, sibilancia, expectoración, neumoconiosis, cáncer y la muerte (Harrison & Jianxin, 2000; SDS, 2009).

Investigaciones del grupo de Salud Pública de la Universidad de Harvard, por su parte, relacionan el aumento en la exposición de material particulado fino y ultra fino, por parte de la madre en el embarazo, con el aumento de riesgo de un hijo autista, sin embargo, este estudio es susceptible de una comprobación más clara (Gallagher, 2014). Otros estudios, como los de Calderón et al. (2004) en México, Rodríguez et al. (2008) en Brasil, García & Carreras (2008) en Argentina, indican que el MP está asociado a compuestos mutagenicos, carcinogenicos y genotoxicos (Arciniégas, 2012). Además, según el estudio más reciente del Banco Mundial (2009), la mala calidad del aire (sobre todo por PM₁₀ y PM_{2.5}) (Larsen, 2004; Pachón, 2013) le costó a Colombia el 1,1% de su PIB Nacional, asociados con 5000 muertes prematuras y la pérdida de 65 millones de años de vida.

Como resultado de estos impactos negativos en salud, económicos y ambientales, como los recopilados por Canter (1998), se han propuesto medidas de prevención y control, ejemplo de ello, son los enfoques de diseño de Cooper & Alley (2002) para fuentes fijas (extramurales [puntuales, de área, difusas y naturales] e intramurales); o los programas enmarcados dentro del sistema de control de emisiones (SCE) para fuentes móviles, por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente. No obstante, en diferentes ciudades del mundo, como en Bogotá, existe un porcentaje (%) muy alto de contaminación por PM₁₀ y PM_{2.5} (Jiménez, 2013; OMS, 2014; RMCAB, 2014), asociado principalmente a la resuspensión y abrasión en vías (Beltran et al., 2012). A pesar de esto, las vías despavimentadas -las mayores aportantes de polvo particulado fugitivo- (Watson & Chow, 2000; Succarieh, 1992), siguen estando presentes en zonas de Bogotá, sin tener en cuenta que la malla vial pavimentada, se encuentra aproximadamente en un 40,4 % en condición regular y un 19.9 % en mal estado (IDU, 2013). Si bien se ha avanzado en el inventario de emisiones por resuspensión de PM, por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente (Ballesteros et al., 2015; Orozco et al., 2015), los mecanismos de supresión y/o control a cargo de la autoridad ambiental competente, son aun susceptibles de mejoramiento e investigación.

CAPÍTULO II

Guayaquil forma parte importante del Ecuador, siendo una de las ciudades más reconocidas y significativas, por cuanto a su comercio y predominio a nivel regional en el mismo, también de finanzas, político, cultural y de entretenimiento. Según el último Censo Nacional (INEC, 2010) cuenta con 2'674.201 habitantes.

Esta ciudad está limitada geográficamente en la costa del Océano Pacífico, en el punto cardinal este se encuentra a orillas del Río Guayas, a veinte kilómetros esta la desembocadura en el Océano Pacífico, se halla rodeada por el Estero Salado en su parte suroccidental y el inicio de la Cordillera Chongón Colonche, tiene una cadena de montañas de media altitud en el noroeste. El golfo de Guayaquil es la entrante de agua más grande del Océano Pacífico en Sudamérica. Sus salientes extremas se fijan en Cabo Blanco en el Perú y la Provincia de Santa Elena en Ecuador, cubriendo una distancia de 230 km. (Álvarez, 2016)

El origen del clima en Guayaquil se debe a diversos factores. Al estar localizada en el área ecuatorial, mantiene una temperatura cálida a lo largo del año. Sin embargo, al hallarse cerca del Pacífico, las corrientes de Humboldt (también llamadas corriente oceánicas o corriente del Perú) y las corrientes del Niño definen dos tiempos diferenciados.

Se puede observar en un 97% de la precipitación anual, un período lluvioso y húmedo, que va desde enero a mayo (verano austral), y época seca a partir de junio a diciembre (invierno austral). A causa de la zona ecuatorial se prevén temperaturas de entre 25% a 28°C por día (OMC, 2016)
A causa de su cálido clima se muestra una variada vegetación, tanto de plantas arbóreas, tuberosas, comestibles, trepadoras, acuáticas, como de especies ornamentales que vuelven rica en abundancia la provincia, de la cual se deleitan los habitantes que viven en ella.

Dentro de Guayaquil hay diversos ejemplares de plantas las mismas que de igual forma poseen colores, olores, formas y tamaños.

Dentro de Jardín Botánico de la ciudad de Guayaquil, el cual se localiza al norte, pro las ciudadelas las Orquídeas, pasando la Avenida Francisco de Orellana, en las Cumbres del Cerro Colorado exactamente, se encuentra la flora más peculiar de la región Costa, entre las más conocidas las brómelas, helechos, heliconias, aráceas, variados árboles, plantas medicinales, entre otros.

A partir de 1989 se ha mantenido muy bien preservado este entorno natural, concibiendo la gran variedad de vegetación, las cuales alcanzan un acierto de 800 especies de plantas y 164 de árboles en un sendero de 700 mts (Llerena, 2016).

En la ciudad de Guayaquil, Vía a Salinas km. 16, se encuentra el Bosque Protector Cerro Blanco, que es una reserva ecológica con 6.078 hectáreas, donde se hallan albergados diversidad de animales, tales como mariposas y lagartijas, además de 54 tipos de especies de mamíferos. Igualmente posee 213 variadas especies de aves, entre ellas 30 tipos diferentes de aves rapaces (Carrión, 2014)

Un clima de estepa local es el que domina la ciudad de Guayaquil. Se evidencian reducidas precipitaciones por año, por ende, el clima se lo cataloga como BSh (semiárido frío) por el sistema *Köppen-Geiger*.

La temperatura media por año en la ciudad de Guayaquil es de 25.7°C, con una precipitación total media cerca de 791 mm. Se determina una variación en las temperaturas anual de 2.9°C (AccuWeather, 2018).

Según el último Boletín de Precipitación y Temperatura realizado el mes de Julio del 2018, emitido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2018), se conoció que las lluvias dentro del territorio ecuatoriano fue irregular y en la Región Costa su comportamiento fue similar siendo las estaciones Santa Rosa que pertenece a El Oro, Milagro y Guayaquil de parte del Guayas, Pichilingue a Los Ríos y Portoviejo a Manabí, fueron las ciudades que evidenciaron desproporciones negativas, que excedieron una -1.7 desviación estándar (DS), en el mes. Ello causo que los cultivos precisen de un riego para tener un adecuado desarrollo en el verano, debido a que la producción de maíz y arroz son indispensables, por ser cultivos temporales.

Guayaquil hasta el mes Julio/2018 presento una precipitación (mm) 0.8, 13.0 normal, DS -56.06, con una temperatura (*C)* en el mismo mes de 24.3, 25.1 normal, DS -077 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018)

La ciudad de Guayaquil posee una gran historia, debido a los grandes lugares emblemáticos que posee la misma; paisajes exuberantes que son admirados por extranjeros y habitantes locales, que se divierten y disfrutan de un momento de tranquilidad y regocijo en familia, amigos y demás. Guayaquil

es una de las ciudades más pobladas del Ecuador, que posee centros turísticos y espacios comerciales.

Entre los lugares con mayor recurrencia en la ciudad de Guayaquil, son sus atractivos en el Malecón Simón Bolívar, en donde actualmente se implementó la Rueda Moscovita denominada “La Perla”, y múltiples juegos de diversiones para grandes y chicos, de igual manera se puede observar en el Malecón del Estero Salado espacios de recreación, además del Centro de Exposiciones Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno; el Parque Samanes cuenta con un sinnúmero de canchas deportivas, áreas de ejercicios y recreación para niños y adultos, la Concha Acústica fue diseñada para la realización de diferentes presentaciones para público en general.

La ciudad de Guayaquil tiene como relieve, llanuras y planicies que se encuentran extendidas próximas a la costa, donde se integran bahías y litorales. Es decir, por encontrarse cerca al mar, su relieve es plano y no posee cadenas montañosas significativas más solo cerros pequeños (Aular, 2015)

Hidrografía e Hidrología

Guayaquil está rodeado por algunos afluentes que convergen en el Pacífico. Por el relieve que posee la ciudad y sus bajas precipitaciones, tienen carentes reservas de líquido de agua dulce, en su mayoría hay sectores húmedos con estuarios y otras zonas colindantes al océano (Tircio, 2015)

La salud en lo que corresponde a la ciudad de Guayaquil, promueve estilos, contextos y cualidades de vida enfocadas al bienestar y preservación desde la comunidad urbana marginal y rural, que son considerados las áreas con mayor vulnerabilidad y riesgos, esto debido a las condiciones muchas veces insalubres. Hoy en día el gobierno de turno busca impulsar curaciones y rehabilitaciones a las personas que no cuentan con recurso económico.

Según la Constitución de la República del Ecuador (2008), conforme a los artículos 348, 356 y 357, se definió una educación gratuita, la cual fue concedida a nivel nacional, por ende, la ciudad de Guayaquil determina la gratuidad inclusive hasta el tercer nivel.

Gracias al Estado, se han visto cambios radicales en los centros de estudio, porque han mejorado en distintos aspectos la educación, tanto interna como externamente, donde se han visto favorecidos los estudiantes, de modo que la infraestructura concibe un espacio idóneo para las clases y el Ministerio de Educación propone metodologías y estrategias a los que deben regirse los educadores para dar una oportuna formación en la enseñanza-aprendizaje.

De igual forma se implementaron Centros del Milenio, con la finalidad de brindar un servicio inclusivo e igualitario, prescindiendo de la desigualdad y condiciones sociales, solo enfocados a llevar una educación de calidad y calidez, accediendo a la cobertura de zonas anegadas y desarrollar un modelo educativo que responda a las necesidades locales y nacionales (Ministerio de Educación, 2015).

Asimismo, Guayaquil posee establecimientos educativos de mayor reconocimiento y buena reputación. No obstante, hay un aumento de educandos en otros centros particulares, para familias que poseen una estabilidad económica regular en sí, a los que pertenecen a la clase alta o media.

En lo concerniente a centros de estudio superior, según la SENESCYT (2016), hay un aproximado de 120 000 estudiantes distribuidas en diversas carreras. Uno de los primeros establecimientos fue la Universidad de Guayaquil o Estatal, la que posee mayor porcentaje de estudiantes, seguida de la ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral, la cual es denominada como una de las mejores a nivel nacional según el CONEA (Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador), seguida de la conocida Universidad Católica Santiago de Guayaquil, en donde han egresado sinnúmero de personajes que se hallan activos en la política nacional, y entre otras universidades.

En cuanto a la infraestructura, en los establecimientos educativos, cada año, al iniciar el nuevo período lectivo, a causa de la época invernal, las lluvias arruinan las infraestructuras educativas, y eso se debe a la mala calidad de los materiales de construcción, principalmente en el área marginal.

En el 2008, se hizo una inversión aproximadamente de 9 millones de dólares en infraestructura educativa. El cual permitió a día de hoy que los centros educativos cuenten con la infraestructura apropiada para la inserción de las clases, además de la tecnología que ayuda en la praxis de los educandos.

El desarrollo de la economía ha suministrado a la ciudad de Guayaquil, con una gran cantidad de hoteles y sectores turísticos cercanos a la costa con lo cual llevan muchos visitantes de manera anual, lo que ha transformado al turismo en un accionar económico que genera que ingresen divisas a la ciudad.

El accionar económico de la ciudad viene definiéndose de forma tradicional por dos aspectos: al ser ciudad portuaria adopta un protagonismo relevante en la comercialización, a esto se suma la ubicación geográfica y económica percibida como idónea para la instalación de habitantes de otras áreas.

Cerrando el 2017, únicamente en Guayaquil se establecían 2.239 organizaciones industriales, catalogándose como la primera ciudad manufacturera de acuerdo a la cantidad de compañías direccionadas a este contexto, comprendiendo el 37% del total de organizaciones acentuadas en el clima industrial a nivel nacional.

Según las últimas estadísticas sobre cuentas cantonales del Banco Central del Ecuador, durante 2016 el Producto Interno Bruto de la manufactura (incluye refinación de petróleo) fue de USD 14.583 millones (en términos corrientes o nominales), de los cuales USD 4.222 millones fueron aportados por la industria manufacturera radicada en el cantón Guayaquil (participación del 29%). Es necesario destacar que debido al contexto que se desarrolló entre 2015 y 2016, años de crisis, la actividad industrial de Guayaquil se vio afectada, de manera que su aporte al PIB manufacturero nacional se redujo gradualmente desde el 33,9% que alcanzó en 2014.

Al margen de la caída que se registró en 2016, cabe destacar que la actividad industrial de Guayaquil creció a un ritmo notable de 8,8% por año (variación nominal) entre 2007 y 2016. (Superintendencia de Compañías, 2018)

El área donde se ubica la ciudad de Guayaquil, posee tierra fértil lo cual permite una abundante y diversa producción agrícola y ganadera. Puede cultivarse algodón, plantaciones oleaginosas, cañas de azúcar, arroz, plátano, cacao, café y fruta tropical. De igual forma se exportan las flores, variedad de ellas.

En cuanto a la ganadería en Guayaquil este tipo de actividad no se efectúa en la ciudad, no obstante si se cuenta con el camal municipal donde se administra los reses provenientes de otras localidades, más frecuentemente de Chone, provincia de Manabí (Expreso.ec, 2016).

La ganadería viene siendo de manera tradicional un escenario relevante para la economía, ese es el principal motivo por el cual se pone interés para optimizar los procedimientos dentro de la manufactura. De acuerdo a (Masleche.ec, 2017), la ganadería representa más del 8% del producto interno bruto de la nación, por ello se tienen que introducir

actividades y practicas comprometidas para que continúe como un sector destacable.

La producción y explotación pesquera, basada fundamentalmente, en el procesamiento de camarones, convierte a la ciudad de Guayaquil en uno de los más importantes exportadores a nivel mundial, recuperando territorio en la actualidad, a este producto también se pueden sumar los atunes, las sardinas y muchos otros, tanto para los consumos internos, como para la comercialización; la mayor parte de las empresas manufactureras se hallan asentadas en las cercanías del golfo de la ciudad.

En el área del Golfo existen yacimientos de gas natural de gran potencial, por ello toda su plataforma continental es considerada como de prospección petrolera.

LEY DE MINERÍA

La ley de Minería, publicada en el R.O. No. 695:31-VI-91, en su capítulo II De la Preservación del Medio Ambiente, tiene disposiciones de carácter ambiental desde los Artículos 79 hasta 87, sobre aspectos como: obligatoriedad de la presentación de Estudios de Impacto Ambiental; diseño y formulación del Plan de Manejo Ambiental; tratamiento de aguas; reforestación; acumulación de residuos; conservación de flora y fauna; manejo de desechos; protección de los ecosistemas; y, la limitación de realizar explotación minera dentro de los límites del Patrimonio Forestal del Estado y áreas protegidas.

La ley de minería es considerada un instrumento eminentemente proteccionista del medio ambiente y del manejo adecuado de los recursos naturales. Además, guarda concordancia con la Ley de Régimen Municipal y el Gobierno provincial del Guayas, al reconocer competentes a las municipalidades en la autorización en determinadas actuaciones en materia de explotación de canteras. Capítulo II De los Materiales de Construcción Art. 148, inc.3°.- Las Municipalidades y en este caso particular el Gobierno Provincial del Guayas otorgaran las autorizaciones para la explotación de ripio y arena”. (Luna, 2015, pág. 15)

La cobertura de este servicio básico se incrementó de manera considerable en la última década. No obstante, el sector se particulariza en las zonas rurales por tener un bajo nivel de cobertura, tampoco se puede afirmar que la calidad sea de la mejor ni tampoco la eficacia del servicio, esto produce que hallan limitadas recuperaciones de costo y elevados índices de dependencia en la transferencia financiera del gobierno nacional.

Es importante señalar que la presión del agua se ubica por debajo de la normativa, principalmente en sectores marginales, en el 29% de los centros urbanos existe una carencia sobre el tratado del agua. Mientras que el 90% de las aguas residuales se llegan a descargar sin ningún tipo de procesamiento.

El servicio de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil es suministrado por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), al igual que a todo el país. La organización en mención viene en crecimiento en los últimos años, y ha permitido llevar la energía proveniente de las centrales hidroeléctricas.

En cuanto a la calidad de este servicio, este presenta variabilidad, y puede generar inconformidad en ciertos sectores principalmente los marginales donde la tarifa a pagar es considerablemente elevada, por otro lado, el mantenimiento del sistema es funcional lo cual garantiza un buen servicio.

Actualmente, este servicio es brindado por diversas operadoras, entre ellas extranjeras como Claro y Movistar que se enmarcan a un servicio móvil avanzado, y a nivel nacional la más reconocida Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) que brinda un servicio fijo, convencional, inalámbrico e inclusive avanzado de telefonía. La tendencia del nivel de conexión de este servicio estuvo en el año 2008 por el 13,19% y ya en marzo del 2017 se vio un 14,69%, en telefonía fija.

No obstante hoy en día, la telefonía celular ha ganado mayor terreno en lo correspondiente a servicio móvil, lo que ha permitido que en cada hogar se emplee el uso de este servicio, debido a lo cual en el 2008 se previó un uso de servicio de móvil avanzado de 85% y en el 2017 se estableció un 90%, las provincias con más líneas celulares activas según ARCOTEL (2017) son, Pichincha 33,71% seguida del Guayas 24,05%.

La traspotación se vincula estrechamente con el crecimiento económico. Con ello se vuelve mucho más accesible la obtención de nuevos trabajos, además facilidad en el traslado de mercancías y personas hacia otros sectores de la ciudad, cuando se habla del transporte en la ciudad de Guayaquil, se abarcan muchos medios que van desde el servicio brindando por el metro vía, los buses urbanos, los taxis, hasta la traspotación privada.

No obstante, la cantidad de vehículos que transitan por toda la ciudad y las pocas vías alternas con las que cuenta provocan que

constantemente se congestione especialmente en las horas pico. Las diversas vías de comunicación han favorecido la conexión entre organizaciones y negocios comerciales, su relación con la traspotación es directa puesto son un medio para solicitar y trasladar recursos, dentro de la ciudad (Hubenthal, 2014).

Las edificaciones en la ciudad actualmente cuentan con con ordenanzas municipales estrictas esto debido al sismo que sacudió al país, en el 2016 y que origino que muchas viviendas colapsaran y en su mayoría se debía a inadecuadas estructuraciones. Por ello la Cámara de la Construcción de Guayaquil realiza seguimientos estrictos, esto no permite que una vivienda pueda construirse sin el debido seguimiento de arquitectos e ingenieros acreditados.

A lo largo de la historia de Guayaquil, se han visto un sinnúmero de situaciones, las cuales han sobrellevado a transformar a la ciudad en lo que hoy en día es, la Majestuosa Perla del Pacífico; es una de las ciudades más preeminentes del Ecuador, que cuenta más de 2,5 millones de habitantes (Ecuavisa, 2017)

En la actualidad se ha convertido en una moderna urbe, que presta los servicios básicos e infraestructura eficaz para sus habitantes, optimizando su estatus social, concibiéndolo además como una fuente de destino turístico, que prospera en conjunto para mantener una economía estable.

Los espacios de recreación y turísticos, conllevan a que la ciudad tenga mayor relevancia nacional como internacional, lo que permite que la ciudad sea reconocida y cada mes sea visitada por extranjeros, a deleitarse no solo de su infraestructura y espacios, sino además de su famosa gastronomía y cultura.

CAPÍTULO III

En la ciudad de Guayaquil, la pavimentación asfáltica se enfrenta constantemente al cambio de clima variado especialmente por las fuertes lluvias que desgastan el material, normalmente el pavimento asfáltico tiene un tiempo de duración aproximado de cinco años, no obstante como se acabó de mencionar las lluvias disminuyen su durabilidad, la cual no sobrepasa los dos años (Castro V. d., 2015)

Es importante mencionar que los diversos factores que se involucran en el mal estado de los pavimentos de la ciudad no solo hace referencia a las condiciones climáticas, sino también a las planeaciones inadecuadas, desorientadas formulaciones de desarrollo, ineficaz gestión pública de los materiales, demora excesiva en la realización de la obra, corrupción, manejo del material no correspondiente e intervención deficiente de los trabajadores.

Para mediados del siglo XVIII la ciudad, creció considerablemente, tanto así que inclusive llegó a estar entre las más grandes del continente, llegando a obtener una población aproximada de 25000 personas.

A pesar que la ciudad se destacó por su facilidad comercial, Guayaquil mostraba dificultades urbanísticas serias. Desamparada por la soberanía centralizada en Quito y por el yugo español, los requerimientos esenciales para la ciudad se hallaban en condiciones deplorables, primordialmente por sus calles que no presentaban labores de pavimentación esto sumado a las lluvias y los continuos incendios eran impedimentos para llevar a cabo un trabajo eficiente en aquella época (Vera, 2013)

No obstante, una vez que se cambió la categoría de la ciudad de corregimiento a gobernación propiamente dicho, se notaron variaciones y fueron aplicadas las calles pavimentadas. Para ello se tomó en consideración la fluidez del asfalto resultante de las variaciones climáticas y la velocidad de cargas.

Las capas de espesor apreciable de un firme tienen una misión estructural fundamental para absorber la mayor parte de las sollicitaciones del tráfico, de forma que éstas lleguen convenientemente disminuidas a las capas inferiores, explanada o cimiento de la carretera. Existen tendencias y países que llegan a utilizar paquetes asfálticos de gran espesor que forman

La losa estructural fundamental del firme. En otros casos la función resistente radica en la colaboración con otras capas de materiales granulares o hidráulicos. La tendencia española tradicional para el diseño de las mezclas de las capas gruesas de base ha sido la de elegir granulometrías inspiradas en el Instituto del Asfalto, con muchos huecos. Las mezclas anteriores son

netamente abiertas con un esqueleto mineral, en cuyo rozamiento interno radica la función resistente. Estas mezclas se podían considerar inspiradas en las antiguas bases de piedra partida o Macadam tratadas por penetración con ligantes hidrocarbonados.

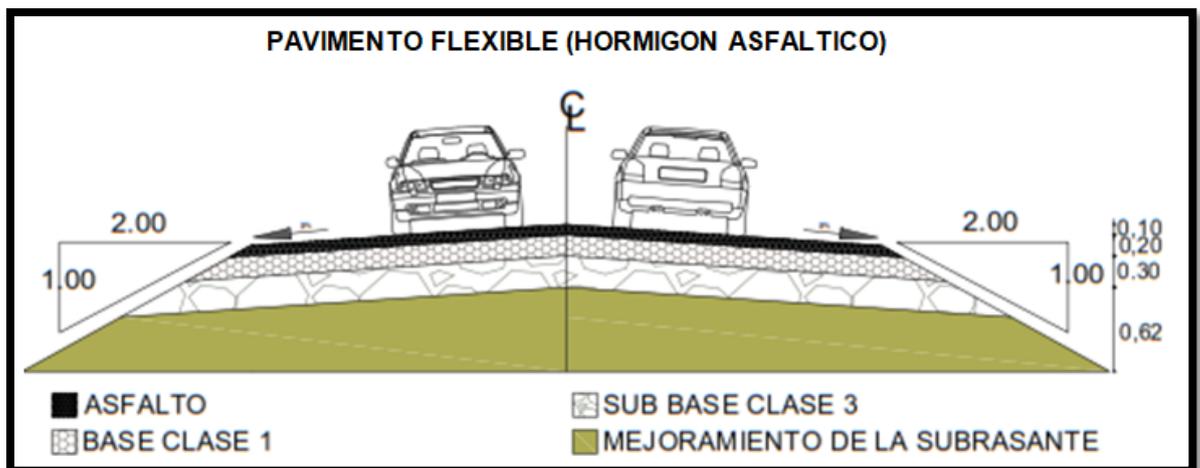
Tabla 3 Propiedades funcionales de las mezclas asfálticas

Propiedades funcionales de las mezclas asfálticas
Seguridad Resistencia al deslizamiento Regularidad transversal Visibilidad (marcas viales)
Comodidad Regularidad longitudinal Regularidad transversal Visibilidad Ruido
Durabilidad Capacidad soporte Resistencia a la desintegración superficial
Medio ambiente Ruido Capacidad de ser reciclado
Trabajabilidad

Fuente: (Padilla, 2015, pág. 43)

Es importante definir el concepto global del concreto asfáltico, este radica en la agrupación de diversas capas compactas de una composición de agregado mineral, asfalto líquido, procedente de industrias técnicas o del lugar donde se emplee maquinaria con la capacidad de agregado y asfalto por encima de las superficies de las vías (Tomala, Laica, & Santos, 2015).

Figura 1 Pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al componente del concreto, este se halla comprendido por adheridos adecuadamente graduado y cemento, estos se llegan a calentar y mezclar en volúmenes exactos, en una maquinaria de mezcla en altas temperaturas. Se va compactando esta mezclanza en el lugar hasta conseguir la consistencia esperada.

El agregado para el hormigón asfáltico debe contener las demandas que se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 4 Requerimiento Granulométrico para hormigón asfáltico mediante el método MARSHALL.

Criterios MARSHALL	Tráfico Liviano
No. De golpes /cara	50
Estabilidad(kg)	455-1010
Flujo (mm)	2-4.5
Porcentaje de vacío en la mezcla	3-5

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP 001-F-2002 Tomo I, Capítulo 400 del ministerio de Transporte y Obras Públicas.

El asfalto en caliente se obtiene con la mezcla de agregado-asfalto que se produce en hornos de mezclados sencillos, estos elementos deben revolverse mientras se hallan a elevadas temperaturas. Con el propósito de lograr un adecuado secado del agregado y conseguir fluidez requerida del cemento asfáltico, ambos componentes tienen que calentarse previo a la mezcla. Su composición se halla en el agregado grueso y fino juntado a través de ligantes de hidrocarburo, dicho material es procesado en maquinaria de mezcla especial, donde es calentado, proporcionado y mezclado para conseguir una homogeneidad idónea.

El concreto asfáltico en caliente se logra obtener bajo la mezcla de árido grueso y fino de calidad considerable con cemento asfáltico, condesadamente graduado. Es una mezcla que se efectúa de forma cuidadosa, elaborada y compacta para conseguir elevadas densificaciones, posee adecuadas características, en cuanto a la estabilidad, y durabilidad (E-asfalto, 2010, pág. 1)

Su aplicación en obra tiene que llevarse a cabo en temperaturas superiores a la del entorno. Generalmente se utiliza en la cimentación de carreteras, puede ser de vía urbana o de aeropuerto, y se emplean ya sea para bases de rodaduras como para bases inferiores de los fijos. (Alonzo, Flores, & Sánchez, 2012, págs. 40-41).

El agregado que se utiliza para la mezcla de concreto asfáltico en caliente, se halla compuesto de partículas de materiales triturados, gravas

trituradas, gravas o materiales naturales, arena entre otros. Tanto en la mezcla de caliente, tibia y fría se suelen catalogar como:

Una vez determinada esta categorización, se puede precisar que la mezcla asfáltica abierta, se haya constituida por un ligante que comprende de manera perpetua a toda partícula del material pétreo, independiente de la granulometría que presente, exhibiendo una vez compactada determinados contenidos vacíos.

La utilización de esta clase de mezclas, principalmente la producida en frío, suministra un ahorro interesante, esto debido a que los rendimientos por toneladas agregadas son mayores en relación a su superficie pavimentada y el gasto de asfalto es menor que el demandado por la mezcla densa. Usualmente esta clase de mezcla necesita compactación acelerada (Cremades, 2014, págs. 2-4)

La mezcla densa en frío es una composición entre agregados con fino o sin él más un ligante asfáltico diluido en agua llamadas emulsiones en diferentes concentraciones.

Ventajas

Una de las principales ventajas de las mezclas densas es que se pueden obtener el mezclado. Las preocupaciones por la conservación del medio ambiente a nivel mundial, hacen que las mezclas en frío representen una alternativa viable, pues la producción de estas mezclas implica un ahorro en el consumo de energía, así como, una reducción en la generación de vapores tóxicos y polvo.

Clasificación

Las mezclas asfálticas en frío son elaboradas en frío en una planta mezcladora móvil utilizando emulsiones asfálticas o asfaltos rebajados. Se clasifican en: mezcla asfáltica de granulometría densa, morteros asfálticos (utilizada en capas de tratamientos superficiales) (Castro, 2014).

Cuando se trata del asfalto en frío se utiliza el mismo material que en la mezcla en caliente, la diferencia radica que para esta particularidad debe procesarse bajo temperatura ambiente. Para este tipo de mezcla suelen utilizarse ligantes de hidrocarburo con viscosidad reducida que la mezcla en temperaturas calientes, además de betún fluidificado, alquitran fluido o emulsión asfáltica. Es la mezcla fabricada con emulsión asfáltica y su principal escenario de implementación es en la construcción y mantenimiento de vías secundarias.

Con el objetivo de retrasar del deterioro de la mezcla abierta en frío se suelen sugerir el sellado a través de lechadas asfálticas. Se particularizan por su manejabilidad posterior a la elaboración inclusive durante días, esto debido a que el ligante mantiene su viscosidad por periodos largos.

Se define la mezcla asfáltica en frío de clase concreta, como la constituida por la composición de una o más agregado de materiales provenientes de la roca (pétreos) y de rellenos minerales, de ser requerido con asfaltos emulsionados catiónicos o diluidos con solventes, cuyas mezclas, aplicaciones y compactaciones se efectúan en frío (condición ambiental).

El agregado a base de pétreos no necesita secado ni calentamiento, es decir, se utilizan tal como se muestran en el acaparamiento, con su humedad natural. Esta mezcla de igual forma puede llegarse a elaborar en la industria centralizada orientada al diseño de la mezcla caliente, omitiendo el mecanismo de calefacción (Alonzo, Flores, & Sánchez, 2012, págs. 42-43)

La mezcla en frío con emulsión catiónica o con asfalto diluido a la solvencia expone una extensa representación para su producción en vinculación con la mezcla convencional en caliente.

En primera terminología, debido a que los ligantes son más adaptables al agregado a base de pétreos particulares con elevados contenidos de finos de difíciles eliminaciones y en segundo lugar debido a que es factible mezclarlos durante periodo más prolongados. No obstante los mezclados en caliente son operaciones que se ven limitadas en estas circunstancias, debido a que se evita el enfriamiento de las mezclas previo a su densificación en el suelo (E-asfalto, 2010, pág. 4).

Es importante destacar los cotejos técnicos, económicos, de la magnitud y lugares de emplazamientos de las obras, situaciones climáticas entre otros, previo a tomar decisiones sobre la utilización de una u otras mezclas a disposición.

Es la capa superior de las estructuras del suelo, elaborada para que resista la carga vehicular y el desgaste que se puede llegar a producir, así como cualquier otra alteración en el pavimento. La superficie de rodaduras tiene que contar con la estructuración para poder afrontar los desgastes y los factores abrasivos que se producen por los movimientos vehiculares, además debe contar con el adecuado balance para disminuir daños por el impacto y rodamiento de las cargas. Asimismo, contribuye para imposibilitar el ingreso de cantidades contraproducentes del agua.

La dimensión de la capa de rodaduras de la pavimentación asfáltica, varía gradualmente, por ejemplo, pocas pulgadas son empeladas para superficies usadas en vías de tránsito vehicular no pesado, pero cuando se habla de 6 pulgadas en adelante es específicamente empleada en vías donde se priorizan el tránsito de vehículos pesados. Se pueden mencionar las siguientes funciones:

- Reciben y absorben en primera demanda el peso vehicular que circula en la vía.
- Si las rodaduras poseen espesores mayores o iguales a 5 centímetros, llegan a ser consideradas como una aportación para el soporte de la carga y distribución de los esfuerzos, esto a pesar que no es la función prioritaria desde la perspectiva estructural.
- Suministrar una base firme para la circulación, semejante, usualmente impenetrable con una estructura y tonalidad conveniente y que a su vez posee la capacidad de resistencia solicitada para los factores abrasivos que se presentan durante la circulación vehicular. (Alonzo, Flores, & Sánchez, 2012, págs. 38-39).

De manera concluyente una capa de rodadura, debe comprender áridos adaptables y resistentes al desgaste esto debido a las exigencias de la vía y las velocidades de los vehículos. Estas mezclas en frío son utilizadas, generalmente como capas de rodamiento, de base o sub.-base.

CLASIFICACIÓN Y USOS GRANULOMÉTRICOS

De acuerdo con el porcentaje de vacíos final, las mezclas en frío se clasifican en densas, semi densas y abiertas. Los límites están dados por:

- Mezclas cerradas (densas, DF): 3 a 6% de vacíos.
- Mezclas semi cerradas (semi densas, SF): 6 a 12% de vacíos.
- Mezclas abiertas (AF): superior a 12%.

Para cada uno de estos tres tipos de mezclas, se adoptan, además, tres usos granulométricos de acuerdo con el espesor que tendrá la capa compactada. (E-asfalto, 2010, pág. 6)

a) Vías Urbanas

Figura 2 Vía urbana de acceso principal Mucho Lote 2



Fuente: Elaboración propia

Son las áreas consignadas para la movilización vehicular o individuos que se hallan de un determinado límite urbano. Por ello se clasifican en:

- Vías Expresas
- Vías Arteriales
- Vías Colectoras
- Vías Locales.

Vías expresas: Se denominan vías expresas las que mantienen conexiones urbanas con mayor fluidez vehicular; vehículos pequeños, que mantienen una circulación de alta velocidad y delimitadas condiciones de accesibilidad. Para los transportes de carga masiva de personas, se implementan carriles segregados con paraderos en los intercambios; a lo largo de su recorrido, no se consiente su estacionamiento, ni para dejar al peatón o algún producto, hasta llegar a su paradero

Vías arteriales: Estas vías posibilitan conexiones interurbanas con fluidez intermedia, delimitado acceso y alusiva integración con sectores cercanos. Se logran conectar con las vías expresas concibiendo una efectiva distribución del tráfico vehicular hacia las vías colectoras. No se permite la descarga de productos. Suelen transitar diversos vehículos, sean livianos o pesados, en caso de colectivos, deben realizarlo en sus respectivos paraderos de intercambio.

Vías colectoras: Llevan el tránsito de las vías locales a las arteriales, presentando una equilibrada circulación vehicular, asimismo como al acceso a propiedades contiguas. Suele verse paralizado el tráfico por las intersecciones con semáforos y los controles con señales horizontales y verticales. A la hora

de estacionar los vehículos, esto lo deben efectuar en zonas determinadas. Son empleadas para diversos tipos de vehículos.

Vías locales: Se las denominan vías locales a las que tienen acceso a la libre circulación en sectores comerciales, residenciales e industriales, entre otros.

El Volumen Promedio Diario (V.P.D.), es el que determina la cantidad o promedio de transportes vehiculares que transitan a lo largo del día (SENCICO, 2010, págs. 45-46)

b) Carreteras y arterias viales

Figura 3 Carretera vía Tumbes-Punta Sal Perú



Fuente: Elaboración propia

La diferencia entre una carretera y un camino, es a causa de la circulación vehicular, debido a que están destinados para ello. En los sectores urbanos las carreteras que se encuentran en la ciudad se las conocen como calles, las cuales cumplen doble rol, es decir, como vía de acceso y de ruta para vehículos.

Arteria Vial: Es un sistema de vía urbano con antelación en el tránsito vehicular, para el resto de las rutas, excluyendo la vía férrea o autopistas (Seguridad Vial Venezuela, 2017)

Actualmente la economía y sociedad precisan ineludiblemente de vías o carreteras en buen estado, para la circulación normal. Según en la Unión Europea el 44% de productos o mercancías son llevados por medio de camiones, además el 85% de los habitantes se trasladan de un lugar a otro en buses colectivos o en sus vehículos propios (Scribd.Inc., pág. 1)

c) Aeropuertos

Figura 4 Pista de aterrizaje Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Elaboración propia

Pavimentos para un efectivo aterrizaje del transporte aéreo. Los pavimentos de concreto lo están colocando en calles, avenidas, puentes e inclusive carreteras; no obstante, dentro de los aeropuertos tanto nacionales como extranjeros, han evidenciado una efectiva calidad y soporte.

El diseño y cimentación de aeropuertos con pavimentos de concreto en la pista, calles de rodaje y plataforma de estacionamiento proporcionan una función operacional conforme al adecuado desplazamiento del vehículo aéreo. En su mayoría los aeropuertos llevan a cabo su límite de capacidad, por tal motivo no pueden tener pavimentos de mala calidad, lo cual pone en riesgo el bienestar de los pasajeros que solicitan el servicio aéreo. Con el pasar de los años se han efectuado diferentes normas o prácticas estándar con el fin de mejorar tales aspectos (Celis, 2016)

d) Estacionamientos

Figura 5 Estacionamiento MIT- Manzanillo International Port - Panamá



Fuente: Elaboración propia

En la época invernal se pueden observar una serie de inconvenientes que se presentan en las vías y estacionamientos, debido a su deterioro. Lo que conlleva año a año al relleno de agujeros u hoyos de las calles, además de colocar chapopote (sustancia negra) en las aberturas o grietas que se observan en los estacionamientos. Sin embargo, se verían mejores resultados en estas áreas si fuesen cimentadas con concreto.

BENEFICIOS DEL CONCRETO EN EL ESTACIONAMIENTO

Como un beneficio mayor de que un estacionamiento sea de concreto se puede observar en los bajos costos de mantenimiento:

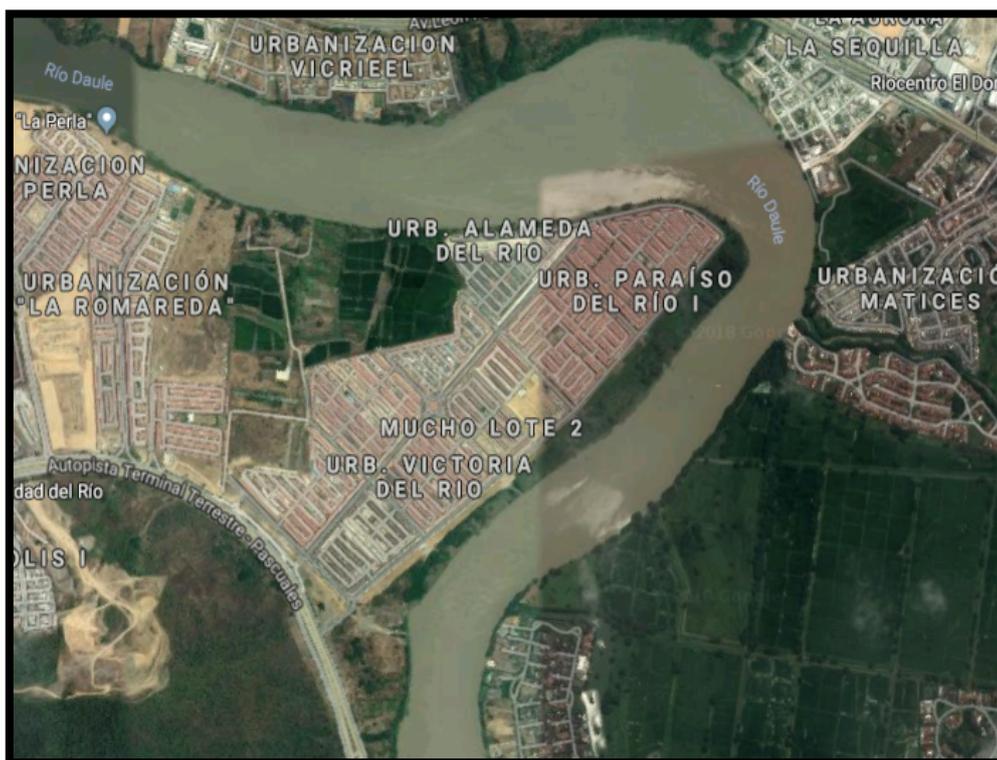
- **Mantenimiento:** Año tras año se generan grandes gastos económicos por áreas malogradas en los estacionamientos, pero si se logrará un estacionamiento con pavimento de concreto ese índice económico reduciría anualmente. Para poder obtener un diseño propicio y bien armado se deben emplear principio de ingeniería bien determinados, que ayude con un tiempo determinado de vida de 20 hasta 30 años. Para el mantenimiento los requisitos son mínimos, debido a que este tipo de pavimento es rígido, lo que ayuda a prescindir de hoyos o resquebrajamiento del mismo.
- **Apariencia:** Al emplear el concreto, se brinda al dueño un área netamente ideal para el estacionamiento de todo tipo de vehículos, por lo

que el pavimento de concreto da resistencia y permanencia, además muestra flexibilidad sin límite en la apariencia, mediante técnicas de relieve. En vez de ubicar adoquines o ladrillos, se puede dar tal efecto con el mismo concreto.

- **Seguridad:** El concreto se funde con un tipo de superficie rugosa, lo que ayuda a dar resistencia a deslices que llegasen a ocasionarse en el tránsito vehicular, permitiendo una seguridad para el peatón y demás automotores.
- **Alumbrado:** Es necesario implementar un alumbrado que beneficie a los conductores, con el fin de que puedan colocarse adecuadamente en el área respectiva del estacionamiento (Rossberg, 2013, pág. 1)

Áreas seleccionadas para el estudio de desgaste de pavimento asfáltico en la ciudad de Guayaquil

Figura 6 Ubicación geográfica de urbanización Mucho Lote 2

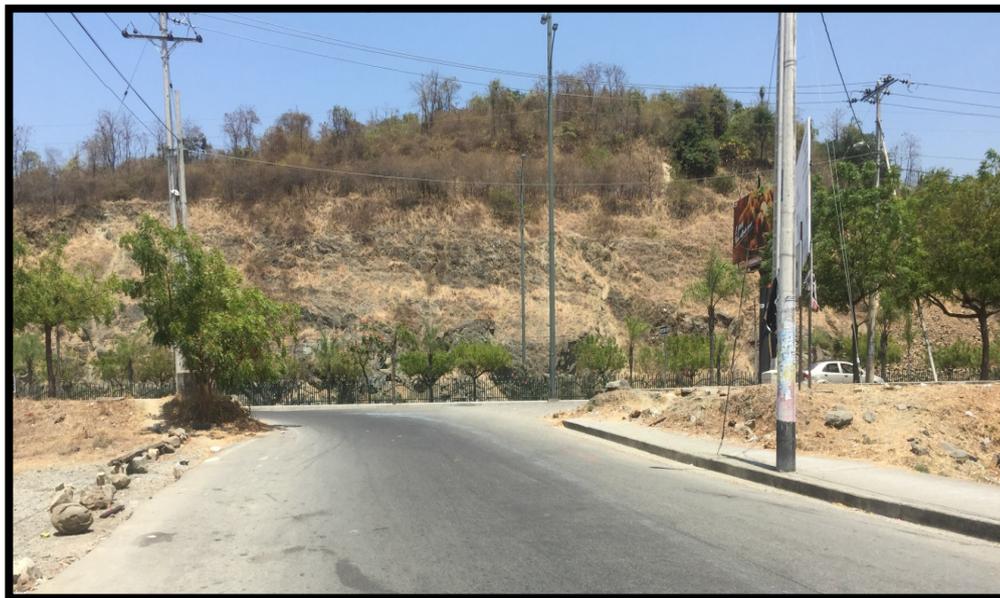


Guayaquil

Evaluación del área seleccionada

Datos Históricos del área en estudio.

Figura 7 Entrada a la vía principal urbanización Mucho Lote 2 Guayaquil



Fuente: Elaboración propia

La vía principal de la urbanización MUCHO LOTE 2, fue seleccionada como área en estudio, la misma cuenta con dos carriles aislados por un borde divisorio, cada carril posee una anchura de 6.46m, un badén en el lado derecho y de forma continua un sector para estacionar; mientras que en el lado izquierdo un bordillo cuneta continua de una acera de 4.39m de ancho.

Figura 8 Vista longitudinal de la vía principal urbanización Mucho Lote 2

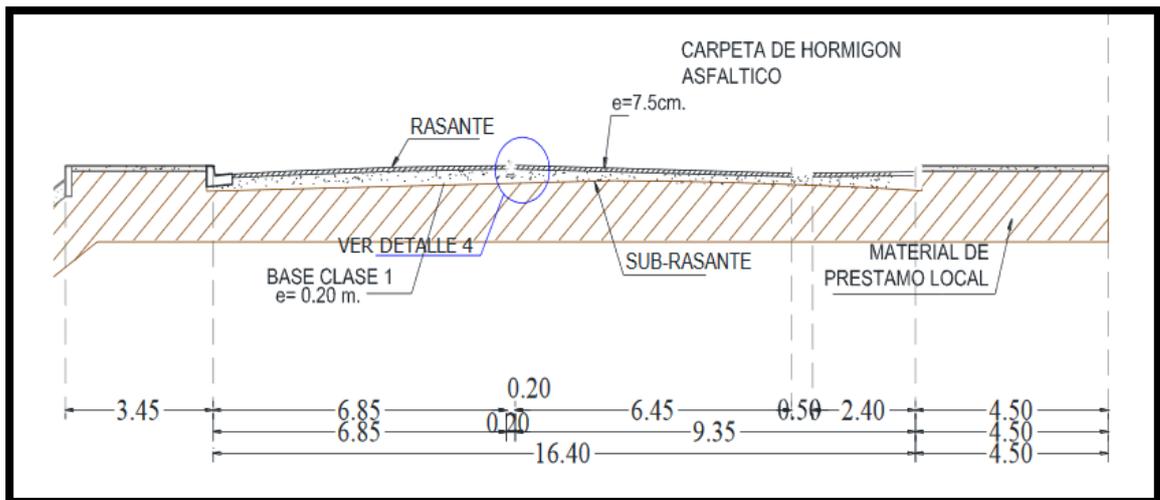
Fuente: Elaboración propia



En cuanto a la estructuración del pavimento, este posee una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 8.10 cm de grosor, bajo esta una capa de 20cm y un mejoramiento con material de préstamo local de la sub rasante de mínimo 60cm.

De acuerdo a las normativas NEVI-12 VOLUMEN 3 los parámetros ecuatorianos para la elaboración y edificación de puentes y vías, proporcionando las bases en las cuales regirse para la elección de sub-base y parámetros para estructuración de un pavimento.

Figura 9 Sección típica de vía



Fuente: Planos GAD de Guayaquil

Se observa que la estructura del pavimento comprende:

- Carpeta asfáltica (capa de rodadura). $e = 7.5\text{cm}$
- Base Clase 1. $e = 20\text{cm}$
- Mejoramiento con material de préstamo local. $e = 0.60$ (min)

1.1.1.) Estado actual del pavimento in situ.

Con el propósito de evaluar el estado actual del pavimento en el lugar seleccionado dentro de la ciudad de Guayaquil se tomó en consideración dos aspectos relevantes:

- El grado de servicio que brinda al usuario.
- Nivel de resistencia a la carga solicitante.

Esto con la finalidad de determinar las medidas requeridas para el mantenimiento adecuado de la colocación del pavimento que se analiza. El diagnóstico de la condición del pavimento instituye fundamentalmente un

examen del estado utilizable del pavimento y una valoración de la condición estructural del mismo.

Desde un comienzo, en el proceso constructivo los pavimentos suelen ser dañados, por lo que es importante que se fiscalice debidamente en los procedimientos mecánicos y regirse a los términos que se consideraron a la hora de la cimentación del pavimento.

A causa de los movimientos reiterados por los transportes pesados en el pavimento, este sufre deformación en la capa de rodadura, que puede convertirse en esfuerzos de tracción, lo cuales ocasionarían fisuras en la capa de rodadura, que con el pasar del tiempo va fracturando el espesor de la carpeta de rodadura, que va debilitando la estructura del pavimento, que si se presentan las lluvias, el agua pasaría a las capas inferiores, lo que afecta en la capacidad de soporte consintiendo deformaciones en las capas.

Figura 10 Daños en pavimento de vía principal de urbanización Mucho Lote 2



Fuente: Investigación de campo

Para la propuesta de construcción de Mucho Lote 2 en el norte de la ciudad, esta se inició a partir del 20/Enero 2013, la cual conto con dos frentes contratantes, es decir, de un lado se hallaba el Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad Guayaquil, en donde se regía la obra de lotización excavación, relleno, y asfaltado de la urbanización, mientras que a INTERAGUA le correspondería las instalaciones de obra sanitaria como AALL (alcantarillado pluvial), AASS (aguas servidas) y AAPP (agua potable).

Ya instalada la infraestructura fluvial y sanitaria, se procedió a la construcción de las vías para la urbanización, principalmente con el trabajo de relleno y compactación del material de mejoramiento con préstamo local, posteriormente se procedió a la colocación, tendido y compactación de la base clase 1, dejando el rubro del asfaltado ya casi al culminar el proyecto del sector 3 totalmente.

Siendo el asfalto o la capa de rodadura lo último en construcción, es muy fácil concluir que, como las vías fueron transitadas y empleadas desde un

principio, ya sea por vehículos pequeños o grandes como volquetas, tanqueros, camiones, tractores, entre otros, ello no varió luego de la colocación del asfalto, debido a que dentro de la ciudadela aún se mantenían en ejecución detalles de las construcciones.

En la vía principal posteriormente se observaron fisuras, como se aprecia en la figura 10, y procede a determinar el tipo de fisura de la vía correspondiente al deterioro de pavimento flexible. Según en el catálogo de fallas en Pavimentos Flexibles (2012), tipifican la imagen como un tipo de fisura denominada maya o piel de cocodrilo, la cual genera un leve daño, en relación al área afectada, así como se presenta a continuación:

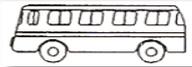
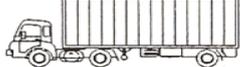
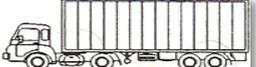
Tabla 5 Relación del área afectada

(1) Área Fisurada Promedio (m ²)			(2) Cantidad de Áreas Fisuradas	(3) Área Pavimento (m ²)			(4) Área Afectada (m ²)			(5) % de Afectación
L (m)	a (m)	A = L x a (m ²)	(u)	L (m)	a (m)	A = L x a (m ²)	(1)	(2)	(1) x (2)	(4)/(3) x 100
8	2	16	25	575	12,9	7417,50	16	25,00	400,00	5,39

Evaluación de la densidad vehicular del área en estudio

Este tipo de unidades hace referencia a la clase de vehículos consignados a la trasportación de personas, camiones, entre otros que posean un peso de descarga similar o mayor a 1500kg. (Lindao, 2016, págs. 58-64)

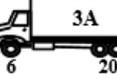
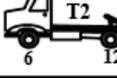
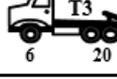
Figura 11 Clasificación general de los vehículos.

TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SIMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2		P
	CAMIONETAS			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
	OTRAS COMBINACIONES			
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES		VARIABLE	En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Fuente: MTOP.

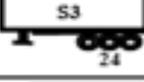
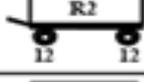
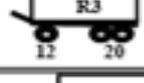
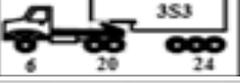
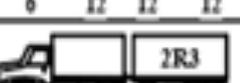
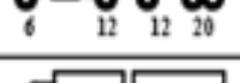
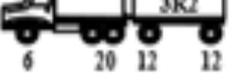
El valor de las cargas permisible se obtiene mediante el catálogo nacional de pesos y dimensiones del MTOP.

Figura 12 Cargas equivalentes a ejes simples.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton.)	DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehicular PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vacio (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (METROS)		
					Largo	Ancho	Alto
2DA		CAMION DE 2 EJES MEDIANOS	10.00	4.00	7.50	2.60	3.50
2DB		CAMION DE 2 EJES GRANDES	18.00	7.00	12.00	2.60	4.10
3-A		CAMION DE 3 EJES (TANDEM POSTERIOR)	26.00	11.00	12.20	2.60	4.10
4-C		CAMION DE 4 EJES (TRIDEM POSTERIOR)	30.00	12.00	12.20	2.60	4.10
4-0 OCTOPUS		CAMION CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	30.00	12.00	12.00	2.60	4.10
T2		TRACTO CAMION DE DOS EJES	18.00	9.00	8.50	2.60	4.10
T3		TRACTO CAMION DE TRES EJES	26.00	11.00	8.50	2.60	4.10

Fuente: Mtop

Figura 13 Cargas equivalentes a ejes simples.

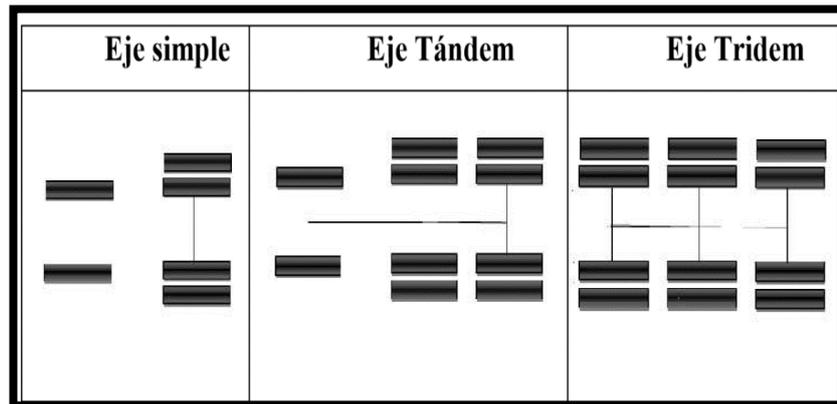
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton.)	DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehículo PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vaso (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (Mts.)		
					Largo	Ancho	Alto
S1		SEMPREMOLQUE DE UN EJE	12.00	5.00	9.00	2.60	4.10
S2		SEMPREMOLQUE DE DOS EJES	20.00	6.00	12.50	2.60	4.10
S3		SEMPREMOLQUE DE TRES EJES	24.00	7.00	13.00	2.60	4.10
R2		REMOLQUE DE 2 EJES	24.00	6.00	10.00	2.60	4.10
R3		REMOLQUE DE 3 EJES	32.00	7.00	10.00	2.60	4.10
2S1		TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 1 EJE	30.00	14.00	18.50	2.60	4.10
2S2		TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 2 EJES	38.00	15.00	18.50	2.60	4.10
2S3		TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 2 EJES	42.00	16.00	18.50	2.60	4.10
3S1		TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 1 EJE	38.00	16.00	18.50	2.60	4.10
3S2		TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 2 EJES	46.00	17.00	18.50	2.60	4.10
3S3		TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMPREMOLQUE DE 3 EJES	48.00	18.00	18.50	2.60	4.10
2R2		CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	38.00	13.00	18.50	2.60	4.10
2R3		CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48.00	14.00	18.50	2.60	4.10
3R2		CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48.00	17.00	18.50	2.60	4.10
3R3		CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48.00	18.00	18.50	2.60	4.10

Fuente: Mtop.

A continuación, se definen los tipos de ejes que pueden poseer los vehículos.

- Eje simple o sencillo: Es un acople de 2 o 4 llantas unidas entre sí por un eje
- Eje tándem: Elemento formado por 2 ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes
- Eje tridem: Está compuesto por 3 ejes sencillos, que cuenta con doble rueda en los extremos (Granda, 2014).

Figura 14 Tipos de ejes.



Fuente: Mtop.

Los factores de equivalencia se presentan a continuación:

Figura 15 Cargas equivalentes a ejes simples.

$$\text{Para eje simple: } Fs = \left(\frac{Ls}{8.2}\right)^4$$

$$\text{Para eje tándem: } Fs = \left(\frac{Lt}{15}\right)^4$$

$$\text{Para eje tridem: } Fs = \left(\frac{Ltr}{18.2}\right)^4$$

Fuente: Mtop.

Los factores de equivalencia de carga se basan en el desgaste procedente por un eje patrón, este factor no es un valor determinado que persiste constantemente, pues varía por motivo de la colocación del pavimento. (Sánchez, 2010)

Figura 16 Cálculo de los esal's.

DETERMINACIÓN DEL FACTOR CAMIÓN POR TIPO DE VEHICULO								
TIPO DE VEHICULO	CATEGORIA	CARGA POR EJES (TON)			%	FACTOR DE CARGAS EQUIVALENTES		FACTOR CAMIÓN
		ADEL	INT	ATRÁS		NE = 2 Y Pt = 2		
	LIVIANOS	1		2	86,64	0,0005	0,0048	0,004
	AUTOBUS	4		10	6,84	0,055	2,44	0,168
	CAMIÓN C2	6		12	6,51	0,2736	5,63	0,376
	CAMIÓN C3	6		20	0			
	CAMIÓN C2 S1	6	12	12	0			
	CAMIÓN C2 S2	6	12	20	0			
	CAMIÓN C3 S2	6	20	24	0			
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES ESAL'S PARA EL PERIODO DE DISEÑO								
TIPO DE VEHICULO	NUMERO	FACTOR CAMIÓN	DIAS DEL AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO/20 AÑOS	ESAL'S DISEÑO			
LIVIANOS	150	0,004	365	27,03	6472,06			
AUTOBUS	12	0,168	365	23,42	17037,78			
CAMIÓN C2	11	0,376	365	23,91	36958,08			
CAMIÓN C3			365					
CAMIÓN C2 S1			365					
CAMIÓN C2 S2			365					
CAMIÓN C3 S2			365					
173								
TOTAL DE ESAL'S					60.468			
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARRIL			F.C	1				
FACTOR DIRECCIONAL			D	0,5				
ESAL'S EN CARRIL DE DISEÑO					30.234		3,02E+04	

Fuente: Mtop. (Suárez, 2016)

La unidad ligera hace referencia a aquel vehículo que posee particularidades y volumen mediano y liviano. En este grupo se

comprenden las motos, el automóvil, u otros vehículos, que no sobrepasan los 8 individuos abordo, los neumáticos son sencillos por lo que no provocan muchos desgastes en las vías. (Lindao, 2016, pág. 57)

Definición de rodadura en pavimentos asfálticos.

El pavimento (Capa de rodadura) de una estructura, es establecida en un lugar conveniente, cuyo fin es de brindar una superficie segura para el tránsito, conforme a velocidades pretendidas en situaciones climáticas que se presenten. En la actualidad se muestran varios tipos de pavimento, con respecto a los diversos vehículos que fluyen por el mismo, es decir, el volumen del tráfico.

La composición de las capas de rodadura es esencialmente por áridos minerales seleccionados y cementos especiales, a los cuales se les puede incorporar coloración de pigmentos para alcanzar mejores acabados, inclusive partículas metálicas para dar mayor resistencia a la abrasión. Al agregar a la mezcla los áridos minerales, se logrará mayor resistencia y dureza en la capa de rodadura ya acabado.

Sobre la base es colocada la capa. Su propósito es preservar la estructura del pavimento, con el único fin de impermeabilizar la superficie, para prescindir de filtraciones causadas por las lluvias, lo que ocasionaría saturaciones en las capas inferiores. Además, impide la descomposición de las capas subyacentes por el tránsito vehicular. La capa de rodadura favorece en el soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), únicamente el caso de riegos superficiales, debido a que se lo considera lo nula.

Tipos de capa rodadura.

A continuación, se presentan los tipos de rodadura:

Capa de rodadura tipo tierra lastrada

Es un tipo de capa que muestra un suelo granular, el cual por medio de maquinaria pesada es asentada; el uso de esta capa es relativamente económica, no obstante, el funcionamiento de esa vía es delimitada y es muy dificultoso su pase en tiempo invernal.

En ciertas ciudades del Ecuador, hay relevantes caminos y carreteras rurales, que poseen este tipo de capa. El suelo granular o tierra lastrada son muy beneficiosos para estos caminos que no tienen tránsito vehicular y cumple con las necesidades de carga en las comunidades,

pero en épocas invernales es el inconveniente, porque la vía se deteriora completamente y no da pase a ningún tipo de vehículo

Figura 17 Lastrado de vía San Antonio –San Miguel – Barrio Lindo en el cantón Playas año 2016



Fuente: Elaboración propia - Investigación de campo

Capa de rodadura tipo empedrado

Este tipo de capa, como estructura posee cantos rodados de piedras silíceas, es decir, caminos empedrados (adoquinados) que tienen mayor duración y funcionalidad que el suelo granular, el inconveniente se origina porque dificulta la circulación vehicular, en no poder lograr altas velocidades en estas vías.

Estos tipos de calles se localizan en ciudades significativas, en otras palabras, en sectores coloniales se pueden observar estas vías empedradas. En tiempos antiguos, para las colonias estos eran caminos muy sofisticados para la transportación, debido a lo cual en la actualidad hay una marcha más a pie que vehicular, porque los vehículos deben andar con velocidad reducida

Figura 18 Calle Morales (La Ronda Quito)



Fuente: Investigación de campo

Capa de rodadura tipo telford

Este tipo de capa está compuesta por material resistente, es decir, de roca, que se aumentan en la parte céntrica, para que las vías se inclinen entorno a los bordes consintiendo su drenaje. En los caminos, la parte superior se conforma de unos 15 cm. de capa, en base a piedra machacada y compactada.

En el siglo XVII Thomas Telford invento este sistema, debido a que esta capa es de una efectiva resistencia para la transportación de cargas pesadas, no obstante, los automóviles no alcanzan velocidades mayores. Esta capa tiene similitud a la capa de rodadura tipo empedrado, pero la diferencia es en el drenado, debido a que es significativo para que los caminos se hallen en perfectas condiciones

Capa de rodadura de pavimento flexible

Este tipo de capa se conforma acorde a una superficie de desgaste relativamente delgada donde se compone el material aglutinante del asfalto, tal cobertura se cimienta en la base y sub-base, asentada sobre la sub-rasante compactada.

En la mayoría de ciudades del Ecuador, las carreteras, vías y/o inclusive autopistas están compuestas por pavimentos flexibles, que enlazan las poblaciones y asentamientos. El pavimento flexible tiene una estructuración fleja da o flexionada; de acuerdo al peso de carga a la cual se somete la vía, los ingenieros tienen que avalar un tiempo de vida útil entre un mínimo de 8 a 20 años máximo, en la degradación

Figura 19 Av. Simón Bolívar (Quito)



Fuente: Investigación de campo

Capa de rodadura de pavimento rígido

Este tipo de pavimento se conforma de una losa de hormigón, en base a un compuesto de cemento hidráulico, adyacente a esta capa va una capa de base o sub-base entre la losa y la subrasante. Este pavimento es más funcional que el flexible, debido a que transfiere concisamente al suelo un esfuerzo disminuido. En la ciudad de Quito, se puede apreciar este tipo de pavimento, más que todo donde transita el Trolebús, Eco-vía o los denominados Corredores.

Es necesario que este tipo de pavimento sea aplicado en zonas donde haya mayor tránsito, para prescindir daños en los pavimentos, debido a la congestión y altas cargas que transportan vehículos pesados, lo que ayudaría a economizar a los ayuntamientos para no seguir componiendo de forma reiterada vías en mal estado (Loor, 2016, págs. 2-5).

Figura 20 Av. América (Quito)



CAPÍTULO IV

Legislación y Normativa Vigente

Con el propósito de prevenir el deterioro del entorno y promover el bienestar de las personas se administran estrategias entre las que se hallan las manifestaciones de los impactos ambientales, que mantiene como propósito fundamental valorar los efectos a corto o largo plazo de diversas acciones que puedan presentar un riesgo para el medio ambiente, por ello es indispensable conocer los antecedentes de la investigación, particularidades y posibles efectos:

- Inventarios de fuentes y emisiones.
- Monitoreo ambiental.
- Aplicación de leyes y reglamentos.

A continuación se expone un marco general de las normativas, es importante señalar que exclusivamente se pusieron a disposición los artículos que se relacionan con las acciones vinculadas en las construcciones de los pavimentos asfálticos (Hernández, Sánchez, Castillo, Damián, & Téllez, 2014, pág. 47)

Normativa Internacional

La calidad de vida de las personas en todo el mundo tiene mucho que ver con la gestión gubernamental y las entidades internacionales que dan cuenta del cuidado ambiental. Quienes de manera progresiva empezaron a aplicar normas y medidas que disminuyan de forma significativa los impactos negativos que tanto llegan a afectar a la naturaleza, a la tierra, y al aire que se respira y por ende pueden originarse factores contraproducentes para la salud de las personas.

Es por esta razón que, a lo largo de los años en los diversos países, y sus correspondientes gobernantes cuenta de su participación en diversos tratados y convenios. Los primordiales y más relevantes convenios de los últimos años en materia de la conservación del medio ambiente son los siguientes:

- Carta mundial de la naturaleza
- La conferencia de Estocolmo sobre el medio ambiente
- Protocolo de Montreal
- Convenio de Basilea
- La convención de las naciones unidas sobre el cambio climático
- Protocolo de Kioto
- Cumbre de clima en Paris

- Convenio de Viena
- Protocolo ambiental de Cartagena

Legislación actual

Para argumentar sobre la legislación actual se tomó en consideración varios artículos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013), debido a la extensión de los mismos se resumieron los siguientes:

➤ **Sección 108 Desarrollo y Control de las Obras**

108-1. Replanteo de detalle de las obras. - El Director de las obras aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de la obra, y suministrará al contratista toda la información de que disponga para que aquellos puedan ser realizados.

108-3. Ensayos. - Será preceptiva la realización de los ensayos mencionados expresamente en los pliegos de prescripciones técnicas citados en la normativa técnica de carácter general que resulte aplicable.

108-5. Acopios. - El emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlas, así como de los eventuales almacenes, requerirá la aprobación previa del Director de la obra. Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm), y no por montones cónicos. Las cargas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación. Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad.

Esta misma medida se aplicará cuando se autorice en cambio de procedencia. Las superficies utilizadas deberán acondicionarse, una vez utilizado el acopio, restituyéndolos, una vez utilizando el acopio, restituyéndolas a su estado natural. Todos los gastos de indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de los acopios serán de cuenta del Contratista.

➤ **Sección 201 Disposiciones Ambientales Generales**

201-1. Aspectos Generales.- Para darle fortaleza administrativa a los requisitos y procedimientos generales que se determine en la licencia ambiental para las actividades, servicios, obras o proyectos nuevos, que por ley o reglamento se han determinado que pueden alterar o destruir elementos del ambiente o generar residuos, materiales tóxicos o peligrosos; así como las medidas de prevención, mitigación y compensación, que dependiendo de su impacto en el ambiente, tendrán

que ser implementadas por la construcción de la infraestructura vial o servicio.

201-2.02. Protección y restauración de la propiedad y del paisaje. - Para estos efectos y como complemento el contratista deberá contar con una póliza de responsabilidad civil por daños y perjuicios que cubra en su totalidad los daños y perjuicios ocasionados a la Administración y a terceros. Debe preservarse la propiedad pública y privada y protegerse los hitos establecidos para perpetuar las referencias topográficas establecidas para el control horizontal, vertical, catastral o de los límites del proyecto.

Normativa vigente

➤ **Constitución de la República**
Derechos del buen vivir
Sección segunda
Ambiente sano

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Capítulo séptimo **Derechos de la naturaleza**

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Capítulo noveno **Responsabilidades**

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Capítulo segundo
Biodiversidad y recursos naturales
Sección primera
Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

➤ **Normativa Ambiental**

Código Orgánico del Ambiente (2017)

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

La prevención, control y reparación integral de los daños ambientales;

La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental;

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

Generar normas y procedimientos para prevenir, evitar, reparar, controlar y sancionar la contaminación y daños ambientales, una vez que el Gobierno Autónomo Descentralizado se haya acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental.

➤ **Normativa sobre Control de Emisiones**

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2013)

Capítulo I

De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire

Art. 2.- Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación del aire:

Las naturales, ocasionadas por fenómenos naturales, tales como erupciones, precipitaciones, sismos, sequías, deslizamientos de tierra y otros.

CAPÍTULO V

Contaminación de la calidad del aire por el desgaste del pavimento asfáltico.

Efecto de la rodadura vehicular y su contaminación

Cuando se hace la inferencia correspondiente a la contaminación vehicular, se debe tener en cuenta además la contaminación ambiental, la cual es producto de la emisión de gases expulsados por automóviles en el rodaje y otros contaminantes emanados por el mismo, además de la contaminación acústica, originada por la bulla o ruido que causan. Ello puede provocar una significativa conmoción en el relieve y paisaje, afectando el clima, flora y fauna de un determinado sector, repercutiendo de manera significativa en el hombre.

La contaminación que surge de los automotores es a causa del monóxido de carbono, que es un gas contaminante que se haya en la atmósfera, más que todo en las ciudades. La cuestión es que este gas, se incorpora con la sangre, ocasionando graves problemas de salud, como dificultando la respiración y amenorando la capacidad de oxigenación de las células. En efecto, si se aspira altas cantidades de monóxido de carbono, puede ocasionar mareos, fatiga, cefalea, inclusive en organismos poco resistentes ocasionaría la muerte. Otro gas que emana es el óxido de nitrógeno que igualmente contamina.

La contaminación va en aumento porque son varios los automotores que poseen ya más de diez años de antigüedad y aún siguen transitando, lo que produce mayor consumo de energía y ocasionan más contaminación. Asimismo, otros productos concernientes a los vehículos que igualmente contaminan son: el aceite, el anticongelante, los líquidos de freno y de embrague, entre otros.

El vehículo en movimiento va despidiendo los líquidos ya usados al suelo, que con la lluvia son arrasados y llegan a contaminar las aguas. Es muy indispensable que, en centro de revisión vehicular como tales, vulcanizadoras, lleven los residuos utilizados a centros de reciclaje para eliminarlos de un modo seguro.

En ciertas ocasiones, cuando los neumáticos ya no sirven, las personas tienden a abandonarlos en las calles o vías ocasionando contaminación en las mismas, por ende, es necesario asistir a los desguaces autorizados para prescindir de tal contaminación (DGT, 2014, págs. 12-13)

Contaminantes producidos.

Como otra contaminación algo menos relevante es la acústica, que hace referencia a los ruidos originados por los vehículos o emitidos por la

bocina, además de las vibraciones de los movimientos bruscos que realiza el vehículo por causa de las vías deterioradas.

Cuando hay tráfico intenso se pueden lograr como mínimo 100 decibelios en la intensidad de sonidos acústicos, lo cual no es beneficioso para las personas, debido a que se produce tensión, nerviosismo y genera estrés, además que conlleva al insomnio por las noche y madrugadas.

A ello se le suma que, en la actualidad, las personas colocan e instalan en sus vehículos equipos de música de gran potencia, que a grandes volúmenes andan por la ciudad, lo cual molesta e irrita al resto de automotores y peatones que transitan cerca de él.

Sobresalto por ruido atronador

No se debe dejar de lado a los vehículos pequeños, como motos o ciclomotores, debido a que en su mayoría los dueños del vehículo suelen sacar los silenciadores de los tubos de escape, lo que originan ruidos fuertes. Puesto que el conductor no considera que el mismo se está haciendo un daño, por lo que estos ruidos alcanzan 140 decibelios que causan daños psicológicos o discapacidad auditiva (DGT, 2014, págs. 13-14)

A continuación, se presentan los contaminantes que se producen a causa de la rodadura vehicular en el pavimento:

- Emisión de partículas por la re-suspensión de la superficie de la carretera, es emanada al medio, de modo como circulen los vehículos por el pavimento.
- Emisión de partículas producida por el desgaste de los frenos de los vehículos en tránsito.
- Emisión de partículas a causa del desgaste de los neumáticos vehiculares, lo cual acontece por la fricción y abrasión por el contacto de los neumáticos con el pavimento (Verán, 2017)

Como uno de los factores con alusión a la emisión de partículas en la carretera pavimentada es la velocidad que ejercen los automotores en su recorrido. Lo que origina cerca del 50% del total de emisiones de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono, que es producto del uso de los combustibles fósiles que emanan vehículos (Duque, 2016)

En las carreteras o autopistas con mayor afluencia vehicular ocasiona niveles de hasta el 90 y 95% del monóxido de carbono en el aire, de entre el

80 y 90% de los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, del 80 a 90% del Pb (plomo) en el aire, y de niveles semejantes del dióxido de carbono (CO²); de los Componentes Orgánicos Volátiles (COV), de las partículas diésel y de los Clorofluorocarbonos (CFC), esto afecta gravemente la salud de los individuos e inclusive del medio.

Causas del desgaste del pavimento.

Se pueden presentar diversas fisuras en la estructura del pavimento como las presentadas a continuación:

Tabla 6 Pérdida de agregados (calaveras o surcos)

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.1 Desprendimientos. a) Pérdida de agregados (calaveras o surcos)		
DESCRIPCION	Desprendimiento de agregados pétreos en superficie		
	De tratamientos superficiales: Pérdida parcial del agregado dejando expuestas áreas aisladas de la cap3 de apoyo.	De capas asfálticas: Pérdida en la superficie de los agregados de capas asfálticas con espesor mayor que 5 cm.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL			
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total, en tramos de 100 m. por banda de circulación.		
	LIGERO	LIGERO <5%	LIGERO <5%
	MEDIO	5%< MEDIO<30%	5%< MEDIO<10%
	FUERTE	30%< FUERTE	10%< FUERTE
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario.	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario.
	MEDIO	Nuevo tratamiento superficial en mantenimiento periódico.	Reposición del material perdido y tratamiento superficial en mantenimiento periódico.
	FUERTE		Sobrecapa asfáltica >5 cm

CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Esparcido irregular del ligante (asfalto) • Ligante inadecuado. • Agregado pétreo (árido) inadecuado por falta de adherencia (afinidad) en el ligante (asfalto). • Agregado sucio, con polvo adherido. • Lluvia durante el esparcido o antes del fraguado del ligante (asfalto).
---------------------------	--

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 7 Pérdida de capa rodadura (peladuras)

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.1 Desprendimientos. a) Pérdida de capa rodadura (peladuras)	
DESCRIPCION	Desprendimiento de la última capa delgada, de tratamientos superficiales, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Lechadas (Slurry Seal). • Microcarpetas (13 2 cm). • Capas de rodadura (carpetas) de 2 3 3 cm. • Sobrecapas o sobrecarpetas delgadas de 3 3 5 cm. 	
	De tratamientos superficiales: Pérdida parcial del agregado dejando expuestas áreas aisladas de la cap3 de apoyo.	De capas asfálticas: Pérdida en la superficie de los agregados de capas asfálticas con espesor mayor que 5 cm.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m. por banda de circulación.	
	LIGERO <5%	
	5% < MEDIO < 30%	
	30% < FUERTE	
FRONTERA Y	LIGERO	Tratamiento aislado en mantenimiento preventivo

TIPO DE INTERVENCIÓN	MEDIO	Nuevo tratamiento superficial en mantenimiento periódico. Generalmente se requiere un doble tratamiento.
	FUERTE	
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiezas insuficientes previas al tratamiento superficial. • Esparcido heterogéneo del ligante (asfalto). • Ligante inadecuado. • Dosificación árida (pétreo) - ligante (asfalto) inadecuada • Colocación con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminación. • Compactación deficiente (si procede). • Fraguado incompleto después de apertura al tránsito. • Envejecimiento del ligante (asfalto). 	

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 8 Pérdida de agregados (calavera o bache superficial)

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.1 Desprendimientos. a) Pérdida de agregados (calavera o bache superficial)	
DESCRIPCION	Desprendimiento del material de la base en la que se apoya la capa de rodadura (carpeta) después de la pérdida de ésta; generalmente en bases no tratadas (hidráulicas).	
	De tratamientos superficiales: Pérdida parcial del agregado dejando expuestas áreas aisladas de la cap3 de apoyo.	De capas asfálticas: Pérdida en la superficie de los agregados de capas asfálticas con espesor mayor que 5 cm.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m, por banda de circulación.	
	LIGERO <5%	
	5% < MEDIO <30%	

	30% < ALTA	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO	Tratamiento aislado en mantenimiento preventivo
	MEDIO	Base sin tratar: Recuperación, reperfilado y recompactación de la base
	FUERTE	Base tratada: Colocación de una capa correctiva (carpeta reniveladora) y una nueva capa de rodadura (carpeta o tratamiento)
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente penetración (< 0.5 cm) del riego de imprimación en bases hidráulicas. • Dosificación insuficiente de ligante (asfalto) en bases tratadas con cemento asfáltico, aplicado en caliente, diluido o emulsificado. • Ligante (asfalto) inadecuado o de mala calidad. • Espesor insuficiente de la capa de rodadura (carpeta) 	

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

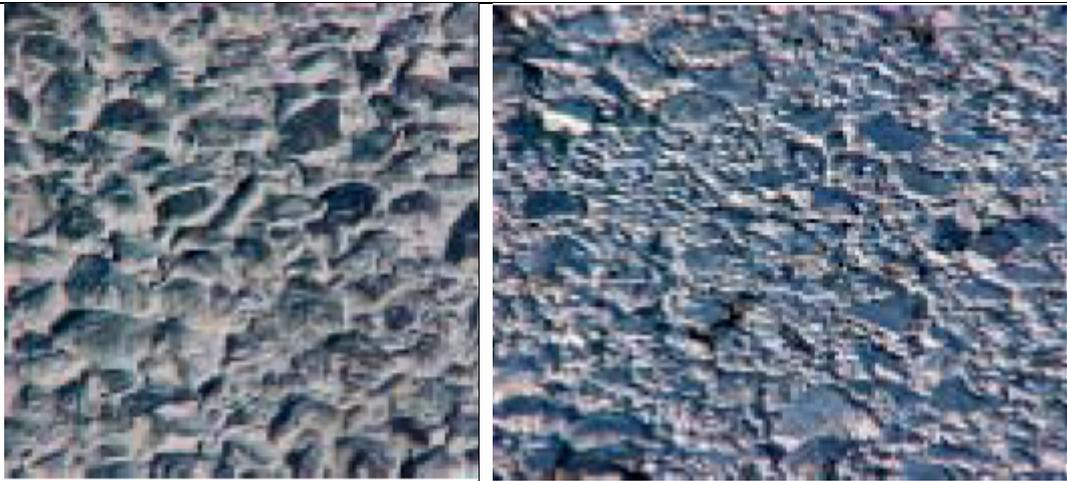
Tabla 9 Exudación de asfalto (llorado)

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.2 Alisamientos. a) Exudación de asfalto (llorado)
DESCRIPCION	Presencia de asfalto sin agregado (árido) en la superficie
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m, por banda de circulación. <p style="text-align: center;">LIGERO <10%</p>

	10% < MEDIO < 50%	
	50% < ALTA	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario
	MEDIO:	<ul style="list-style-type: none"> • Fresado superficial < 1 cm de inmediato. Colocación de nueva capa de rodadura
	FUERTE:	
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de ligante (asfalto) en la dosificación • Uso de ligante (asfalto) muy blando • Derrame de solventes 	

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 10 Desgaste de áridos (agregados)

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.2 Alisamientos. b) Desgaste de áridos (agregados)	
DESCRIPCIÓN	Presencia de agregados (áridos) que presentan una cara plana en la superficie, generalmente embebidos en el ligante (asfalto).	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACIÓN	Se mide el coeficiente de fricción en forma continua o puntual. Los tramos con coeficiente de fricción menor que uno deben ser atendidos de inmediato.	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	Los tramos afectados, sí corresponden a una capa de rodadura mayor que 5 cm, se fresan de inmediato. Si corresponden a un tratamiento superficial o microcarpeta, se aplica un nuevo tratamiento, con áridos (agregados) duros.	

CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de áridos (agregado) suaves (p. ej. calizas) susceptibles al pulimiento.
----------------	--

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 11 Exposición de agregados

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.2 Exposición de agregados	
DESCRIPCION	Presencia de agregados parcialmente expuestos fuera del mortero ligante (asfalto) - arena.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m, por banda de circulación.	
	LIGERO <20%	
	20%< MEDIO<50%	
	50%< FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	No requiere intervención
	MEDIO:	Nueva capa de rodadura en áreas afectadas
	FUERTE:	Nueva capa de rodadura al siguiente año en mantenimiento periódico en todo el tramo
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agregados (áridos) con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación de llantas con clavos. • Segregación de los agregados (áridos) durante su manejo en obra.
--	--

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 12 Canalizaciones (blandones)

DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.1 Deformaciones b) Canalizaciones (blandones)	
DESCRIPCION	Deformación del perfil transversal, tanto por hundimiento a lo largo de las rodadas como por elevación de las áreas vecinas adyacentes a las rodadas. Las deformaciones presentan una configuración más amplia que la roderas.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Profundidad máxima de la canalización, medida a partir de una regla colocada transversalmente sobre las elevaciones laterales, cada 100 m o más.	
	LIGERO <2 cm	
	2 cm < MEDIO < 4 cm	
	4 cm < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	Aisladamente rellenar en sus puntos críticos la canalización en mantenimiento rutinario. Bacheo profundo.
	MEDIO:	Rellenar la rodera en forma continua en mantenimiento rutinario y programar mantenimiento periódico.
	FUERTE:	Recuperar la capa de rodadura más parte de la base para estabilizar de 15 a 20 cm, con asfalto o cemento Portland

		y reforzar la estructura. Colocar nueva capa de rodadura del espesor necesario.
CAUSAS COMUNES		<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad estructural del pavimento insuficiente

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 13 Baches profundos

DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.1 Deformaciones c) Baches profundos	
DESCRIPCION	Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloques de la capa de rodadura (carpeta).	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m, con hundimiento mayor que 2 cm, medidos a partir de una regla de 3 m.	
	LIGERO < 1%	
	1% < MEDIO < 10%	
	10% < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario. Bacheo
	MEDIO:	Tratamiento aislado y nueva capa de rodadura (carpeta) para refuerzo en el tramo afectado.
	FUERTE:	Recuperación de la capa de rodadura y base para estabilización en 15 o 20 cm. Agregar nueva capa de rodadura del espesor necesario.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura inadecuada. • Defecto constructivo aislado. 	

- Su drenaje inadecuado.

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 14 Ondulaciones

<p>DETERIORO:</p>	<p>3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.1 Deformaciones d) Ondulaciones</p>	
<p>DESCRIPCION</p>	<p>Deformaciones del perfil longitudinal con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares.</p>	
<p>IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL</p>		
<p>EVALUACION</p>	<p>Profundidad máxima de los valles medida a partir de una regla de 3 m colocada longitudinalmente.</p> <p style="text-align: center;">LIGERO < 1 cm</p> <p style="text-align: center;">1 cm < MEDIO < 2 cm</p> <p style="text-align: center;">2 cm < FUERTE</p>	
<p>FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION</p>	<p>LIGERO:</p>	<p>No requiere intervención</p>
	<p>MEDIO:</p>	<p>Sustitución local de la capa de rodadura en mantenimiento rutinario.</p>
	<p>FUERTE:</p>	
<p>CAUSAS COMUNES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación lenta en pendientes pronunciadas. • Frenado de vehículos pesados en intersecciones. • Dosificación de gigante (asfalto) inadecuado. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Áridos (agregados) redondeados. • Liantes (asfalto) blandos.
--	---

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 15 Grietas longitudinales

DETERIORO:	<p>3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA</p> <p>3.2 Agrietamientos</p> <p>a) Grietas longitudinales</p>
DESCRIPCION	Rotura longitudinal sensiblemente paralela al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
EVALUACION	Longitud de las grietas en tramos de 100 m, respecto a la longitud del tramo.
	LIGERO < 20%
	20% < MEDIO < 100%
	100% < FUERTE
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	En cualquier nivel, reparar las grietas en mantenimiento rutinario, calafateándola
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas longitudinales de construcciones inadecuadamente trabajadas. • Gradiente térmico superior a los 30° C.

	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de gigantes (asfaltos) muy duros • Liantes (asfaltos) envejecidos.
--	---

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 16 Grietas transversales

DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.2 Agrietamientos b) Grietas transversales	
DESCRIPCION	Rotura transversal sensiblemente perpendicular al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 ms.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Numero de grietas por tramos de 100 m.	
	LIGERO < 2 grietas	
	2 grietas < MEDIO < 15 grietas	
	15 grietas < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO:	Reparación en mantenimiento rutinario, calafateándolas
	MEDIO:	
	FUERTE:	Sustitución de la capa de rodadura (carpeta) o recateado (encarpetado) con espesor suficiente.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Jumas transversales de construcciones inadecuadamente trabajadas. • Gradiente térmico superior a 30°C. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de gigantes (asfaltos) muy duros. • Reflejo de grietas en bases rígidas (losas de hormigón o bases estabilizadas).
--	---

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 17 Fisuras solas o en retícula (malla)

DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.2 Agrietamientos c) Fisuras solas o en retícula (malla)	
DESCRIPCION	Rotura longitudinal o transversal, con abertura menor que 3 mm, y separación mayor que 15 cm.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Relación del área rectangular, de ancho igual a 0.5 m y largo igual a la longitud de cada fisura, respecto al área total en tramos de 100 m.	
	LIGERO < 10%	
	10% < MEDIO < 50%	
	50% < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	Calafateo de cada Fisura individual en mantenimiento rutinario.
	MEDIO:	Lechada superficial o micro carpeta, en toda el área afectada.

	FUERTE:	Recateado (encarpetado) con nueva capa de rodadura con espesor > 5 cm.
CAUSAS COMUNES		<ul style="list-style-type: none"> • Uso de gigantes (asfaltos) muy duros. • Reflejo de fisuras en bases estabilizadas.

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 18 Piel de cocodrilo (malla cerrada)

DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.2 Agrietamientos c) Piel de cocodrilo (malla cerrada)	
DESCRIPCION	Roturas longitudinales y transversales, con separación menor que 15 crin, y con abertura creciente según avanza el deterioro. Generalmente presenta hundimiento del área afectada.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total, en tramos de 100 m.	
	LIGERO < 10%	
	10% < MEDIO < 50%	
	50% < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	LIGERO:	Lechada superficial en cada área afectada.
	MEDIO:	Lechada superficial en todo el tramo.
	FUERTE:	Recuperación de la capa de rodadura (carpeta) y parte de base para estabilización como refuerzo. Nueva capa de rodadura

CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la Capa de rodadura (carpeta). • Su drenaje inadecuado en sitios aislados. • Uso de gigantes (asfaltos) muy duros.
---------------------------	--

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Tabla 19 Deterioros por defectos constructivos

DETERIORO:	4. DETERIOROS POR DEFECTOS CONSTRUCTIVOS	
DESCRIPCION	Deterioros que se producen por defectos en la construcción de instalaciones bajo los pavimentos. Siguen un patrón bien definido en concordancia con la instalación. Se muestran como hundimientos localizados, grietas longitudinales o transversales, etc.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
		
EVALUACION	Aplica el criterio según el tipo de deterioro	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIO N	Aplica lo correspondiente al tipo de deterioro y su categoría.	
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado relleno de zanjas abiertas para colocar instalaciones o equipamientos. • Inadecuada estructura del pavimento sobre relleno de zanjas. 	

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Materiales inadecuados en el relleno de zanja y en el pavimento sobre él. |
|--|---|

Fuente: (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002)

Contaminación de la calidad del aire.

Emisión de partículas contaminantes.

- a) Partículas inertes
- b) Partículas nocivas
- c) Partículas peligrosas

Caracterización cualitativa de las partículas.

- a) Por su tamaño
- b) Por su contenido
- c) Por su nocividad

Efectos del daño al medio ambiente

El clima puede tener diversos efectos sobre la estructura del pavimento. Los principales elementos del clima usualmente considerados en el diseño de pavimentos son las temperaturas extremas y el agua.

Al suelo.

Como uno de los efectos negativos que ocasionan los proyectos viales es la producción de material articulado, ruido, contaminación de aguas, suelos y reconversión del uso del suelo. Conforme a la transportación, también forma parte de la degradación de los suelos, debido a que provocan consecuencias contraproducentes en las propiedades del suelo, tanto biológicas, físicas como químicas. De igual manera, los niveles de metales pesados en el suelo acarrear toxicidad en la salud de las personas y perjudican además los ecosistemas.

Dentro de las ciudades, uno de sus principales componentes que ayudan en la descontaminación atmosférica son los árboles, por lo que provén un servicio eco-sistémico. La vegetación tiene la legítima capacidad de filtrar el polvo atmosférico, ello se debe gracias a la función y particularidad morfo - anatómica de la hoja. No obstante, por la elevada contaminación del medio, se originan resultados adversos en base al rendimiento fisiológico de la vegetación y sobre las propiedades químicas de las hojas, como la cantidad de antioxidantes, el contenido relativo del agua, la concentración de los pigmentos y la composición de lípidos (Ramos, 2013). Por ello, se puede observar que el polvo atmosférico

producido por el desgaste asfáltico perjudica a la vegetación, creando una obstrucción de estomas y descenso en la fotosíntesis, perjudicando su crecimiento.

Entre los metales pesados que pueden ocasionar mayor toxicidad y daños a la vegetación se encuentran entre Cu (cobre), Ni (níquel), Zn (cinc) y posiblemente B (boro), además de otros metales como Cd (cadmio), Pb (plomo) o Hg (mercurio) que se puede hallar en el suelo, más sus concentraciones no son completamente altas para obtener un efecto desfavorable en el crecimiento de las plantas (Dalzell, 2013).

En la contaminación por metales pesados se halló que su acceso primordial es la atmósfera, a causa de la volatilidad de varios metales, lo que propicia su emisión, así como el mercurio (Hg) y plomo (Pb) y los no volátiles cobre (Cu) y cinc (Zn), que están compuestas en finas partículas en las masas de aire, que se hallan conducidos en la atmósfera (Zafra & Santamaria, 2013)

Por ende, el autor Alcalá (2014, págs. 53-69) indicó que los suelos yacen contaminados, y traen consigo serios problemas de salud a las personas a causa de los metales pesados. También es muy indispensable considerar la calidad del suelo y su concernencia con la salud e igualmente tener presente el desarrollo de otros organismos vivos, es decir, las plantas, que en la actualidad se están convirtiendo en escasas.

Al agua.

El agua, en sí, las lloviznas, pueden afectar la vulnerabilidad de la mezcla asfáltica, ocasionando distorsiones permanentes. Tal cuestión puede analizarse como un proceso de valoración en las mezclas. Cuando se presentan alteraciones en la estructuración del pavimento de estado seco a húmedo, se muestra una reducción de la consistencia en la composición de la mezcla.

Los investigadores Terrel et al. (1993) quienes fueron citados por Padilla (2015, pág. 87), en un estudio que efectuaron, indicaron que la propensión a las roderas de las mezclas asfálticas, van en aumento si se halla dominada a la sobrecarga sostenida del agua. Los efectos fueron alcanzados desde sencillos ejercicios de cortante simple en mezclas antes y posterior de colocarlas en agua. El aumento de las roderas que lograrían acontecer *in situ*, consigue ser consideradas empleando en el proceso avalado por el programa SHRP por sus siglas en inglés *Strategic Highway Research Program* (Programa estratégico de investigación de carreteras).

En base a la presencia o no del agua se evidencian tres factores como: la ubicación geográfica, la topográfica y el sistema de drenaje o no. Un ejemplo de ello se lo puede observar en un camino emplazado, en un área de constantes lluvias o que se encuentran bajo alerta de inundaciones, con deficientes sistemas de drenaje, provenientes de estropeadas estructuras del pavimento, a causa de la consistencia de las capas granulares y de la subrasante, debido a la saturación. No obstante, un pavimento ubicado en un sector seco y localizado en un punto topográfico alto o con un correcto sistema de drenaje no habrá afectación alguna por el agua, y esta tendrá mayor tiempo de vida útil, por los materiales granulares. Se presentan las condiciones de humedad en el diseño estructural y son:

- Seca
- Normal
- Saturada

Estas condiciones consideran solamente el efecto del agua por localización geográfica (pluviometría), dado que las condiciones topográficas y los sistemas de drenaje varían en cada proyecto. (Thenoux, Halles, & González, 2012, pág. 29)

Al Aire.

En base a lo definido por el ministerio del ambiente la calidad del aire, dependerá de las adecuaciones de niveles de contaminación en la atmosfera, independientemente de las circunstancias que lo produjeron se busca garantizar que la materia o forma de energía, incluida el ruido y la vibración presente en el aire que no involucren molestias graves, riesgos o daños inmediato o diferidos para los individuos y los bienes de cualquier índole.

Los elementos que se hallan en la atmosfera tal como fueron emitidos se denominan contaminación primaria, mientras que aquellos que son resultado de las interacciones de contaminante primario se definen como contaminante secundario. Con el objetivo de exponer ciertos contaminantes y sus efectos adversos se presenta la siguiente tabla, de acuerdo a (Molina, 2012):

Tabla 20 Contaminantes y sus efectos adversos

Contaminante	Efectos en la salud	Principales fuentes
Monóxido de carbono	Impide el transporte de oxígeno en la sangre, causa daños en el	Uso de combustibles fósiles

	Sistema Nervioso Central (SNC) y en el cardiovascular.	
Bióxido de azufre (SO ₂), Trióxido de azufre (SO ₃)	Causa daños en el sistema cardiovascular y respiratorio	Combustión de carbón y petróleo que contienen azufre
Bióxido de nitrógeno (NO ₂), Monóxido de nitrógeno (NO)	Causa daños en el tracto respiratorio alto y bajo.	Plantas generadoras de energía eléctrica y combustión a altas temperaturas de combustibles fósiles
Bióxido de carbono	No existen pruebas de que sea tóxico como contaminante.	Sobreutilización de combustibles fósiles y carbón

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: por el autor

Efectos de las partículas de las capas asfálticas sobre el ser humano

Es importante señalar que el humo generado por el asfalto y el contacto con la piel es peligroso. El humo originado por el asfalto es uno del principal causante de las irritaciones respiratorias, y ocular, de igual forma el asfalto caliente quema significativamente la piel.

Con la finalidad de evitar la exposición con el asfalto, se sugiere trabajar de forma opuesta al viento, procurar mantener temperaturas bajas para erradicar el humo. Ventilar la maquinaria para efectuar la pavimentación, por último, utilizar guantes y prendas de vestir que protejan el cuerpo de posibles contactos. El contacto con la piel puede producir dermatitis o quemadura propiamente en la piel, debe evitarse contacto con los ojos. (Estrucplan, 2015).

Una persona dedicada a la construcción de vías puede experimentar efectos perjudiciales, entre los cuales se puede destacar, dolores constantes de cabeza, irritaciones en la piel e inclusive en la garganta, puede presentar náuseas, fatigación y mareos de forma repetitiva, puede ser leve y transitorio.

Son diversas las investigaciones que apuntan a que las personas que tienen prolongado contacto con la elaboración e inclusive durante el desgaste de la pavimentación pueden contraer cáncer pulmonar, no obstante, no es posible establecer un porcentaje de probabilidad a que el hecho se produzca, tampoco se puede relacionar estrechamente esta enfermedad a las emanaciones del asfalto, sino también al alquitrán o el asbesto. Por ello es de suma importancia que se tomen cartas en el asunto por la parte gubernamental en busca de optimizar la durabilidad de las vías y los componentes esenciales que requieren los trabajadores para su elaboración y cuidado correspondiente de la salud (NIOSH, 2017)

Composición del concreto asfáltico y su nocividad.

El asfalto es un material aglomerante, presenta resistencia, capacidad adhesiva, es significativamente impermeable y duradero; se caracteriza por ser una sustancia plástica que brinda flexibilidad manejable a la mezcla de árido con la que frecuentemente suele combinarse. En base a la temperatura que sea expuesto puede adoptar una composición volátil o disolvente.

De acuerdo a su contenido químico al igual que el petróleo pesado, el asfalto está compuesto de diversos hidrocarburos además de la combinación heterocíclica que posee elementos químicos como el azufre, cantidades de nitrógeno e inclusive oxígeno, casi en su complejidad soluble en disulfuro de carbono. (Falagán, 2014, pág. 111)

El manejo del asfalto caliente puede causar graves quemaduras, debido a que es pegajoso y no se quita fácilmente de la piel. La principal preocupación desde el punto de vista toxicológico industrial, es la irritación de la piel y de los ojos por los humos del asfalto caliente. Estos humos pueden causar dermatitis y lesiones parecidas al acné, así como queratosis ligera en caso de exposiciones repetidas y prolongadas. Los humos amarillo-verdosos desprendidos por el asfalto al hervir también pueden causar fotosensibilización y melanosis.

Aunque todos los materiales asfálticos son aptos para la combustión si se calientan suficientemente, los cementos asfálticos y los asfaltos oxidados no arderán normalmente, a menos que su temperatura se eleve unos 260 °C.

Por último y causa de su insolubilidad en medios acuosos y del alto peso molecular de sus componentes, el asfalto tiene un nivel de toxicidad bajo. a) Experimentación animal. Los efectos sobre el árbol traqueobronquial y los pulmones aparecidos en los ratones al inhalar un aerosol de asfalto, así como al inhalar humo de asfalto calentado, dieron lugar a congestión, bronquitis, neumonía, dilatación bronquial, cierta infiltración en las células redondas peribronquiales, formación de abscesos, pérdida ciliar, atrofia epitelial y necrosis. Dichos cambios patológicos fueron diferentes y algunos animales se mostraron relativamente refractarios al tratamiento, si bien se llegó a la conclusión de que estas alteraciones constituían un fenómeno general originado por respirar aire contaminado con hidrocarburos aromáticos, y que el grado de cambio depende de la dosis respirada.

Los cobayas y las ratas que respiraron humos de asfalto calentado desarrollaron efectos como neumonías crónicas fibrosas con adenomatosis

peribronquial, y las ratas iniciaron una metaplasia celular escamosa, pero ninguno de los animales presentó lesiones malignas.

Así mismo se han realizado pruebas sobre los efectos de la aplicación de asfaltos refinados al vapor a la piel de los ratones. Los asfaltos no disueltos, las disoluciones en benceno y una fracción de asfalto refinado al vapor promovieron tumores de la piel. De hecho y pese a que en la aplicación de los asfaltos refinados al aire (oxidados) a la piel de los ratones, con el material sin diluir no se observaron tumores cutáneos significativos, sí en un experimento con un asfalto refinado al aire en un disolvente (tolueno) donde se patentaron tumores cutáneos tópicos, a su vez dos asfaltos craqueados suscitaron tumores cutáneos al aplicarlos a la piel de ratones.

Experimentación humana, respecto a la carcinogenicidad en las personas no existen pruebas concluyentes, si bien se han observados repuntes de riesgo al cáncer respiratorio en los operarios de cubiertas, y según algunos estudios daneses el cáncer de pulmón aumenta en operarios expuestos a alquitrán; en California se apreciaron incrementos significativos de leucemia y cáncer urológico en trabajadores de carreteras. Por tanto y aunque los datos epidemiológicos de que se dispone hasta la fecha no bastan para demostrar con un grado razonable de certeza científica que el asfaltos representa un riesgo de cáncer para las personas, existe un consenso generalizado de que, a la luz de los estudios experimentales, tal riesgo es posible, cuestión que abordaremos más adelante. (Falagán, 2014, págs. 114-115).

Los componentes ambientales que padecen escenarios adversos considerables son el aire, el suelo y el agua. En lo concerniente al último en mención este suele reconocer afectaciones significativas, más por la valoración ambiental que por los daños que pueden llegar a producir durante las actividades constructivas y mantenimientos de la superficie de rodamiento de pavimento flexible.

Además de ello se puede definir que existe una problemática direccionada a los agrietamientos tempranos de la capa de rodadura de la calle principal del sector investigado “urbanización MUCHO LOTE 2”, producidos por dimensionamientos insuficientes de la capa de superficial del pavimento originado a las frecuentes cargas recibidas por el paso vehicular que soporta como se lo menciono anteriormente.

Los deterioros expuestos representan una disminución relevante de la vida aprovechable de la estructura, esto origina consecuencias importantes al aire, sumado a los gases contaminantes emitidos por vehículos que contienen óxidos de nitrógeno, que son compuestos químicos tóxicos. De no tratar de

forma pronta la problemática es probable que se continúen evidenciando desgastes de manera prematura de la pavimentación.

Referencias

- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*. (2013). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>
- AccuWeather. (2018). *Condiciones meteorológicas en Guayaquil - Lugares cercanos*. Obtenido de <https://www.accuweather.com/es/ec/guayaquil/127947/weather-forecast/127947>
- ACI/Ecología y Servicios S.A. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Rehabilitación de la Carretera CA-4: La Entrada – Santa Rosa de Copán*. Obtenido de <http://www.eib.org/attachments/registers/58423455.pdf>
- Alcalá, J., Sosa, M., Moreno, M., Rodríguez, J., & Quintana, C. T. (2014). *Metales pesados en suelo urbano como un indicador de la calidad ambiental*. Chihuahua-México: Latin American Journal of Natural Resources.
- Alonzo, H. R., Flores, L. J., & Sánchez, B. J. (2012). *Manual de mantenimiento en vías urbanas, utilizando mezcla asfáltica en caliente, tibia y en frío*. Obtenido de Universidad de el Salvador: http://ri.ues.edu.sv/1946/1/Manual_de_mantenimiento_en_v%C3%ADas_urbanas%2C_utilizando_mezcla_asf%C3%A1ltica_en_caliente%2C_tibia_y_en_fri%C3%B3.pdf
- Alvarado, G. (2013). *Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel*. Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Alvarado,%20Gerardo.pdf>
- Álvarez, A. (5 de Mayo de 2016). *Ecuador turístico*. Obtenido de <https://www.mindmeister.com/es/704058732/ecuador-turistico>
- ARCOTEL. (2017). *Servicios de telefonía*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADÍSTICO-UNIFICADO-JUNIO-2017v3.pdf>
- Aular, A. (2015). *¿Cómo es el Relieve de Guayaquil? Características Principales*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/relieve-guayaquil/>
- Bustos, S. C. (2004). *Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: Análisis del proceso*. Obtenido de Universidad de Chile: <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Bustos,%20Cristian.pdf>

- Calle, J., Reinoso, J., & Michalón, R. &. (2013). *Recopilación de información base para el mapa Geombiental del área urbano del Gran Guayaquil y mapas formato SIG*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/146/1/179.pdf>
- Carrión, N. (1 de Febrero de 2014). *Atractivos de la Provincia del Ecuador*. Obtenido de Provincia Guayas: <http://ecuadorundestinosinfronteras.blogspot.com/2014/02/provincia-guayas-guayaquil-playas.html>
- Castro. (2014). Diferencias entre mezcla densa en frío y caliente.
- Castro, V. d. (Octubre de 2015). *Estudio de factibilidad de creación de una empresa recicladora de neumáticos desechados, para la producción de caucho modificador de asfalto, en la provincia de Guayas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8715/1/TEISIS%20FINAL%2002-09.pdf>
- Celis, N. G. (2016). *Pavimentos*. Obtenido de Construcción y Tecnología en concreto: <http://www.imcyc.com/revistacyt/may10/pavimentos.htm>
- Civil Ingeniero. (2013). *Asfalto, Materiales de Construcción II*. Obtenido de Ingeniero Civil Dopedia: <http://civilingeniero.blogspot.com/2013/10/asfalto-definicion-es-una-sustancia.html>
- Código Orgánico del Ambiente. (12 de Abril de 2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador . (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/eco3oes.pdf>
- Cremades, I. I. (2014). *Mezclas asfálticas abiertas*. Obtenido de SURFAX, S.A. de C.V.: http://www.amaac.org.mx/archivos/eventos/1cma_1999/11.pdf
- Dalzell, H. &. (2013). *Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales*. Roma: Boletín de suelos de la FAO.
- DGT. (2014). *El Impacto medioambiental*. Obtenido de Ministerio del Interior, Dirección General de Tráfico : http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo_recursos/didacticos/did_adultas/impacto.pdf
- Duque, A. &. (2016). *Análisis de la contaminación ambiental y efectos sobre la salud pública por el uso de pavimentos en áreas urbanas*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5055/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LA%20CONTAMINACI%C3%93N%20AMBIENTAL%2>

oY%2oEFECTOS%2oSOBRE%2oLA%2oSALUD%2oP%C3%9ABLICA%
2oPOR%2oEL%2oUSO%2oDE%2oPAVIMENTOS%2oEN%2o%C3%81
REAS%2oURBANAS.pdf

Duque, A. &. (2016). *Contaminación atmosférica y efectos sobre la*. Obtenido de
Análisis de la contaminación ambiental y efectos sobre la salud:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5055/1/AN%C3%81LISIS%2oDE%2oLA%2oCONTAMINACI%C3%93N%2oAMBIENTAL%2oY%2oEFECTOS%2oSOBRE%2oLA%2oSALUD%2oP%C3%9ABLICA%2oPOR%2oEL%2oUSO%2oDE%2oPAVIMENTOS%2oEN%2o%C3%81REAS%2oURBANAS.pdf>

E-asfalto. (2010). *Mezclas en Frío Tipo Concreto Asfáltico*. Obtenido de
<http://www.e-asfalto.com/emulsiones/mezclafrio.htm>

Ecuavisa. (15 de Agosto de 2017). *482 años de historia y progreso en Guayaquil*.
Obtenido de <https://www.ecuavisa.com/articulo/guayaquil-mi-destino/308896-482-anos-historia-progreso-guayaquil>

El Telégrafo. (19 de Octubre de 2013). “Ecapag queda para cosas básicas por despachar”. *El Telégrafo*.

Estrucplan. (2015). *Contaminantes Químicos y Biológicos, Seguridad en las carreteras: Peligros para la salud* . Obtenido de
<https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2270>

Expreso.ec. (12 de Julio de 2016). *El lugar que provee de carne de res a la ciudad*.
Obtenido de <https://www.expreso.ec/guayaquil/el-lugar-que-provee-de-carne-de-res-a-la-ciudad-DG484630>

Falagán, R. M. (2014). *Prevención, Riesgos laborales derivados del uso del asfalto y/o productos bituminosos (I)*. Obtenido de
http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Trabajos_bituminosos_1.pdf

Fernandez, A. (2013). *La Capa de Rodadura*. Obtenido de Blog del Asfalto,
Nuevas técnicas y avances en el extendido de mezclas bituminosas:
<http://blogdelasfalto.blogspot.com/2013/06/la-capa-de-rodadura.html>

Flexibles C. D. (2012). *Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles*. México:
Colección de documentos volumen n° 11.

Francalacci da Silva, B. (Septiembre de 2010). *Evaluación del Impacto Ambiental de los Pavimentos Urbanos Exteriores*. Obtenido de
https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/07/07-Beatriz-Francalacci-da-Silva-Evaluacion-del-impacto-ambiental-de-los-pavimentos-urbanos-exteriores_COMPLETO.pdf

- Hernández, M. J., Sánchez, G. V., Castillo, C. I., Damián, H. S., & Téllez, G. R. (2014). *Impacto ambiental de proyectos carreteros. efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento: II Pavimentos rígidos*. Obtenido de SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transporte: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt173.pdf>
- Hubenthal, A. (2014). *Evaluación del sector transporte en Ecuador con miras a plantear medidas de mitigación al cambio climático*. Obtenido de [http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20\(mitigation\)/06_Ecuador%20NIP_transport%20mitigation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20(mitigation)/06_Ecuador%20NIP_transport%20mitigation.pdf)
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador: https://www.cepal.org/celade/noticias/paginas/3/45123/ecuador_afiche.pdf
- Lindao, S. R. (2016). *Diseño del pavimento flexible de la vía de la comunidad de Sabana Grande hasta puerto Sabana Grande de la parroquia Chongon de la provincia del Guayas*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16941/1/LINDAO_RODOLFO_TRABAJO_TITULACION_V%20DAS_FEBRERO_2017.pdf
- Llerena, B. (7 de Julio de 2016). *Jardín Botánico*. Obtenido de <http://jardinbotanicovisita.blogspot.com/2016/07/orquidea-de-guayaquil.html>
- Lloor, M. S. (2016). *Tipos de capa de Rodadura*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <https://es.scribd.com/document/350730647/Capas-de-Rodadura>
- Lozano, E. &. (Noviembre de 2013). *Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/743/1/ricardotabaresgonzales.2005.pdf>
- Luna, H. (2015). *Estudio de impacto ambiental para la construcción de la vía San Pablón – Chicompe con una longitud de 11.30 km Incluye puentes en el cantón Balzar*. Obtenido de Gobierno autónomo descentralizado provincial del Guayas: <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2015/2015-noviembre/EIA-VIA-CHICOMPE-SAN-PABLENO-CANTON-BALZAR.pdf>
- Masleche.ec. (17 de Julio de 2017). *Ganadería sostenible en el Ecuador*. Obtenido de <http://masleche.ec/ganaderia-sostenible-en-ecuador/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1 de Agosto de 2018). *Boletín de Precipitación y Temperatura*. Obtenido de

- http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/precipitacion/2018/precipitacion_2018.pdf
- Ministerio de Educación. (2015). *Unidades Educativas del Milenio*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/unidades-educativas-del-milenio/>
- Ministerio de transporte y obras publicas del Ecuador . (2013). *Secretaria de infraestructura de trasnporte* . Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf
- Molina, A. (2012). *Contaminantes atmosféricos primarios*. México: Noriega Editores.
- NIOSH. (2017). *Asfalto*. Obtenido de nstituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH): <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/asfalto.html>
- OMC. (2016). *Olimpiada Matemática Ecuatoriana*. Obtenido de Información al viajero: <https://omec-mat.org/informacion-al-viajero/>
- Padilla, R. A. (2015). *Capítulo 4. Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos* . Obtenido de UPC: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-15.pdf?sequence=15&isAllowed=y>
- Pinto, L. &. (2015). *Evaluación del impacto en calidad del aire, asociado a resuspensión de material particulado por la pavimentación de la Vía Principal de Caracolí- ciudad Bolívar*. Obtenido de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17998/41101095_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos, C. (2013). *Flujo Vehicular y Respuestas Eco-Fisiológicas del Arbolado Urbano en Bogotá D.C. 1696*. . Bogotá D.C.
- Rossberg, J. A. (2013). *Pavimentos de concreto para estacionamientos*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revista/1999/marzo/estac.html>
- Scribd.Inc. (s.f.). *Definicion de carreteras*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/258055379/DEFINICION-DE-CARRETERAS>
- Seguridad Vial Venezuela. (2017). *Glosario*. Obtenido de Seguridad vial con psicología positiva: <https://seguridadvialvenezuela2013.wordpress.com/educando-en-seguridad-vial/glosario/>

- SENCICO. (2010). *Reglamento nacional de edificaciones, norma CE.010 Pavimentos urbanos*. Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>
- SENESCYT. (2016). *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de Universidad Urgente. Para una sociedad emancipada: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/UNIVERSIDAD-URGENTE-PARA-UNA-SOCIEDAD-EMANCIPADA.pdf>
- Suárez, R. (2016). *Diseño del pavimento flexible de la Vía de la Comunidad Parroquia Chongón de la Provincia del Guayas*. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16941/1/LINDAO_RODOLFO_TRABAJO_TITULACION_V%3%93N_V%3%8DAS_FEBRERO_2017.pdf
- Superintendencia de Compañías. (2018). Un análisis de la industria en Guayaquil. *Revista Ekos*.
- Thenoux, Z. G., Halles, A. F., & González, V. Á. (2012). *Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito*. Obtenido de Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas: http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/Informe%20y%20Estudios/GUIA_DE_DISENO_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS.pdf
- Tircio, E. (2015). *La Hidrografía*. Obtenido de Rios Principales de Ecuador: <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/hidrografia-ecuatoriana>
- Tomala, M. J., Laica, P. J., & Santos, B. E. (2015). *Mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico en un pavimento flexible*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19164/1/tomala-laica_resumen_.pdf
- Vera, A. (2013). *Diseño y comportamiento de mezclas asfálticas drenantes*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1136/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-14.pdf>
- Verán, D. (Abril de 2017). *Evaluación ambiental de un tramo específico de la autopista Panamericana Sur, usando la metodología de análisis de ciclo de vida*. Obtenido de Cálculo de emisiones de material particulado.
- Zafra, C., & Santamaria, D. &. (2013). *Evaluación de los metales pesados (Pb y Cu) asociados con el sedimento depositado sobre la autopista sur (localidad de Kennedy y Tunjuelito) y la avenida de las Américas (localidad de Puente Aranda) a partir de información de calidad del aire y climatológ*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, C. R. (2015). *Mezcla Asfáltica en caliente*. Obtenido de LABORATORIO NACIONAL DE VIALIDAD:
<http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas.pdf>

Zúñiga, C. R. (2015). *Mezcla Asfáltica en caliente*. Obtenido de Laboratorio Nacional de Vialidad:
<http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas.pdf>

ISBN: 978-9942-33-862-4



compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com