

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PRODUJERON EL DETERIORO DE
LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, CASO ESPECÍFICO VÍA PAVÓN - FLAVIO
ALFARO, DURANTE EL PERIODO INVERNAL 2014

AUTORES

LEONARDO BIENVENIDO FIGUEROA DELGADO.
ENRIQUE ANTONIO MOREIRA BRAVO.

DIRECTORA DE TESIS

ING. DOLLY DELGADO

MANTA – 2015.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Dolly Delgado, Docente de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Manabí.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis de Grado titulada, “**Análisis de los factores que produjeron el deterioro de los pavimentos rígidos, caso específico vía pavón - Flavio Alfaro, durante el periodo invernal 2014**”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Sr. Enrique Antonio Moreira Bravo y el Sr. Leonardo bienvenido Figueroa delgado Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Manta,

Ing. Dolly Delgado
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

La presente investigación representa un cumulo de sacrificios, realizados por varios meses de ardua investigación y estudio, altas y bajas, para al fin obtener un informe digno de ser dedicado a las personas más especiales en mi vida:

- A DIOS mi padre celestial que es el que me da la fortaleza para seguir adelante
- A mi madre y padre por darme la vida

Me siento realizado al poder rendir homenaje a ustedes que son las personas que me brindan su apoyo día a día de manera desinteresada y llena de amor, dándome fuerzas para continuar hacia adelante.

Enrique Antonio Moreira Bravo

DEDICATORIA

Luego de varios semestres, muchas horas de estudio y sacrificio, puedo asegurar que en presente documento se plasma, el resultado del esfuerzo, en un documento cuidado en todos sus detalles y que me enorgullece enormemente poder dedicarlo a todos esos seres especiales en mi vida.

- A DIOS por direccionarme siempre al cumplimiento de su voluntad
- A mis padres por el apoyo y respaldo incondicional
- A mi novia por el apoyo y por estar en las buenas y en la malas

Es mi deseo que este trabajo se convierta en un indicio de todo lo que significan para mi es por ello que se lo dedico a ustedes.

Leonardo Bienvenido Figueroa Delgado

AGRADECIMIENTO

Mediante este apartado deseamos expresar la gratitud que sentimos a quienes de una u otra manera han propiciado el alcanzar esta meta; siendo así es preciso hacer mención de los siguientes:

A Dios porque mediante su voluntad se han conseguido todos los ingredientes necesarios para llevar a buen término esta carrera.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, así como a la Facultad de ingeniería y a la Escuela de Ingeniería Civil, por brindarme esta oportunidad y por gestionar servicios educativos de altísima calidad a nivel teórico y práctico en el campo de la ingeniería civil.

A la Ing. Dolly Delgado, por el respaldo recibido en la cristalización del presente trabajo de titulación y por su eficiente direccionamiento.

Al ing. Nick burgos al ing. Moreira Que de alguna u otra manera nos ayudaron a salir adelante en este trabajo de tesis.

A nuestros compañeros de aula, con quienes compartimos experiencias y conocimientos los cuales nos han forjado profesionalmente.

Los Autores

RESUMEN

La presente investigación, titulada Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos, caso específico vía Pavón – Flavio Alfaro, durante el período invernal 2014. Siendo el pavimento rígido una de las opciones de mayor factibilidad, ya que por medio de la losa se absorben la mayoría de las cargas generadas por efecto de la carga vehicular, llevando a la base y niveles siguientes una menor carga disminuyendo así problemas de deterioro producidos por el asentamiento o por la poca resistencia. Tiene como objetivo principal determinar los factores que causaron el deterioro del pavimento rígido de la vía Pavón de la vía Flavio Alfaro. Para la realización de este trabajo se determinó el nivel de tránsito de la vía, se realizaron visita de campo para observar los daños que presentaba la vía y se realizaron pruebas de laboratorio para comprobar si la vía cumplía las especificaciones técnicas del diseño. En las visitas de campo se pudo evidenciar los deterioros, la estructura de la losa de concreto, fisuras y agrietamientos de diferentes tipos, además con la realización de las pruebas de laboratorio se pudo verificar si las características de los materiales utilizados en la construcción de esta vía fueron los más adecuados, así también, para determinar si el diseño del pavimento se cumplió.

El pavimento de la vía actualmente presenta ondulaciones, depresiones, fisuras entre otros daños, los cuales están relacionados a rupturas generadas por asentamiento de la base y de la sub-rasante en partes de la vía y otras no. Por ello se planteó el rediseño vial considerando mejoras estructurales para que brinde mayor resistencia al nivel de tránsito que la vía tiene y se ve sometida.

Palabras clave.

Pavimento rígido, capacidad de tránsito, agentes climáticos, suelo de sustentación, diseño.

ABSTRACT

This research, entitled Analysis of the factors causing the deterioration of rigid pavements, specific case via Pavon - Flavio Alfaro, during the winter 2014. Being the rigid pavement one of the most viable options as through slab most of the loads generated by operation of vehicular load carrying base and following a lower load levels thereby decreasing deterioration problems caused by settling or absorb little resistance. Its main objective is to determine the factors that caused the deterioration of rigid pavement Pavon pathway via Flavio Alfaro. To carry out this work the level of traffic on the route is determined, field visits were made to observe the damage that had the road and laboratory tests were performed to check if the road met the technical design specifications. In the field visits was evident deterioration, the structure of the concrete slab, cracks and cracks of different types, in addition to conducting laboratory tests it was verified whether the characteristics of the materials used in the construction of this It was the most appropriate way, so, to determine whether the design of the pavement was fulfilled.

The pavement of the road currently has undulations, depressions, cracks and other damages, which are related to settlement disruptions generated by the base and subgrade in parts of the road and sometimes not. Therefore the road redesign considering structural improvements to provide greater resistance to the level of traffic that the road has and is subject arose.

Keywords.

Rigid pavement, traffic capacity, weathering, ground lift, de

INDICE

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
INDICE.....	vii
INTRODUCCION.....	1
Antecedentes del tema	3
El problema de investigación, objeto y campo de la investigación	4
Problema de investigación.....	4
Objeto	4
Campo	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	5
Hipótesis	5
Métodos, Técnicas y Procedimientos	5
CAPITULO I.....	7
1. Marco teórico	7
1.1. Pavimento.....	7
1.2. Clases de pavimentos	7
1.2.1. Pavimento flexible.....	7
1.2.2. Pavimento rígido.....	8
1.2.2.1. Definición.....	9
1.2.2.2. Vida útil del pavimento rígido	9
1.2.3. Tipos de pavimento rígido (concreto)	10

1.2.3.1. Concreto Hidráulico Simple	10
1.2.3.2. Concreto Hidráulico Reforzado.....	10
1.2.3.3. Concreto Hidráulico Reforzado Continuo	11
1.2.3.4. Concreto Presforzado.....	11
1.2.4. Estructura de pavimento rígido	11
1.2.5. Juntas	12
1.2.5.1. Juntas transversales de contracción	12
1.2.5.2. Juntas transversales de construcción.....	13
1.2.5.3. Junta longitudinal de contracción	13
1.2.5.4. Juntas longitudinales de construcción	13
1.2.5.5. Espaciamiento entre juntas	13
1.3. Losa de concreto	16
1.3.1. Materiales	16
1.3.1.1. Cemento.....	16
1.3.1.2. Agua	17
1.3.1.3. Grava.....	18
1.3.1.4. Arena.....	18
1.3.1.5. Materiales Pétreos.....	18
1.3.1.6. Aditivos.....	18
1.3.2. Membrana de Curado.....	19
1.3.2.1. Curado del Hormigón	19
1.3.2.2. Membranas impermeables	19
1.3.2.3. Acero de Refuerzo.....	20
1.3.2.4. Dosificación de pavimento.....	21
1.4. Aplicación de pavimento rígido	21
1.4.1. Aeropistas.....	21

1.4.2. Vialidades urbanas	21
1.4.3. Zonas residenciales	21
1.5. Proceso de una vía de pavimento rígido	22
1.5.1. Preparación del terreno	22
1.5.2. Compactación de los suelos	22
1.5.3. Fijado de rasante	22
1.5.4. Uniformado del terreno	22
1.5.5. Nivelación selectiva de la rasante.....	22
1.6. Los principales factores que causan el deterioro del pavimento rígido	22
1.6.1. Soporte del pavimento	23
1.6.2. Resistencia del concreto.....	23
1.6.3. Carga del tránsito	24
1.6.4. Otros factores que deterioran el pavimento rígido	24
1.7. Tipo de transferencia de carga en las juntas transversales	27
1.7.1. Uso de bermas de concreto.....	28
1.7.2. Agrietamiento por fatiga.....	28
1.7.3. Agrietamiento reticular debido a falla por fatiga de la estructura	28
1.7.4. Agrietamiento iniciado en superficie	28
1.7.5. Tipos de grietas de pavimento rígido	29
1.7.5.1. Grietas de esquina	29
1.7.5.2. Grietas longitudinales	29
1.7.5.3. Grietas transversales.....	30
1.7.5.4. Grietas en los extremos de los pasadores	30
1.7.5.5. Grietas en bloque o fracturación múltiple	31
1.7.6. Daños en juntas.....	31

1.7.6.1. Separación de juntas longitudinales	31
1.7.7. Deterioros superficiales	31
1.7.7.1. Desportillamiento de juntas	31
1.7.7.2. Descascaramiento.....	32
1.7.7.3. Desintegración.....	32
1.7.7.4. Baches	33
1.7.7.5. Pulimento	33
1.7.7.6. Escalonamiento de juntas longitudinales y transversales.....	33
1.7.8. Levantamiento localizado	34
1.7.8.1. Parches	34
1.7.8.2. Hundimientos o asentamientos	35
1.7.9. Sellado de Juntas	36
1.7.10. Normas ASTM.....	36
CAPITULO II.....	41
2. Diseño y realización de la investigación.....	41
2.1. Método.....	41
2.2. Nivel o tipo de investigación	41
2.3. Técnicas	42
2.3.1. Bibliográfica	42
2.3.2. Diagnostico o estudio de campo.....	42
2.3.3. Inspección de la vía	42
2.3.4. Estudio de laboratorio.....	43
2.3.4.1. Ensayo C.B.R. (ASTM D-1883).....	43
2.3.4.2. Limite plástico (ASTM D-4318).....	43
2.3.4.3. Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216).....	44
2.3.4.4. Análisis Granulométrico.....	44

2.4.	Levantamiento de la información	45
2.4.1.	Descripción de la Vía Pavón–Flavio Alfaro	45
2.4.2.	Estudio de la zona	46
2.4.3.	Diseño del pavimento existente	51
2.4.4.	Inspección visual in situ	53
2.4.5.	Determinación de los daños en la vía Pavón – Flavio Alfaro	53
2.4.6.	Deformación del pavimento rígido	55
2.6.	Localización de la investigación.....	56
2.6.1.	Localización Geográfica	56
2.6.2.	Ubicación geográfica del proyecto	57
2.7.	Población y Muestra	58
2.7.1.	Población.....	58
2.7.2.	Muestra.....	58
CAPITULO III.....		71
3.	Análisis evaluación de los datos obtenidos.....	71
3.1.	Grietas Longitudinal.....	71
3.2.	Grieta en esquina	72
3.3.	Grietas longitudinales	73
3.4.	Grietas transversales.....	75
3.5.	Desintegración.....	76
3.6.	Baches.....	77
3.7.	Descenso de berma.....	78
3.8.	Parches deteriorado	80
3.9.	Diseño geométrico.....	81
3.10.	Análisis del tráfico.....	83
3.10.1.	Elaboración de los niveles promedio de transito	83

3.10.2. Calculo del Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	83
3.11. Resultados de laboratorio de las calicatas.....	83
3.11.1. Resultados del estudio de laboratorio de las calicatas	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
Conclusiones	97
Recomendaciones	98
BIBLIOGRAFIA.....	113

INDICE DE TABLA

CAPITULO I

Tabla 1. 1. Calculo de la longitud de junta transversal	14
Tabla 1. 2. Calculo de acero longitudinal	15
Tabla 1. 3. Calculo de longitud de barra de anclaje	16
Tabla 1.4.Verificacion de construcción de caminos y puentes.....	18
Tabla 1.5. Tamices con su respectiva numeración.....	45

CAPITULO III

Tabla 3. 1. Daños de pavimento rígido	53
Tabla 3. 2. Deformación de pavimento	55
Tabla 3. 3. Datos del tráfico anual por tipo de vehículos de la vía Pavón- Flavio	83
Tabla 3. 4. Análisis de tráfico de la vía Pavón-Flavio	85
Tabla 3. 5. Resultados de rotura de cilindros.....	86
Tabla 3. 6. Pruebas de granulometría	85

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1 1. Planta de paños de losa	14
---	----

CAPITULO II

FIGURA 2 1. Estructura de pavimento de la vía existente.....	52
--	----

CAPITULO III

Figura 3. 1. Diseño geométrico	82
--------------------------------	----

Figura 3. 2. Calculo de losa de la vía Pavón-Flavio	83
---	----

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Descenso de berma en la vía Pavón-Flavio Alfaro	46
Imagen 2. Fisura longitudinal de la vía Pavón-Flavio	46
Imagen 3. Hundimiento en un tramo de la vía Pavón-Flavio	47
Imagen 4. Perdida de agregado en un paño de la vía Pavón-Flavio	47
Imagen 5. Fisura longitudinal en el espaldón de la vía Pavón-Flavio	48
Imagen 6. Fisura longitudinal en varios paños de la vía Pavón-Flavio	48
Imagen 7. Contracción de la vía al puente antiguo	49
Imagen 8. Fisura transversal y daño en juntas de la vía Pavón-Flavio	50
Imagen 9: Ubicación Geográfica del Proyecto	57
Imagen 10. Prueba de rotura de cilindro Fuente: MTOP	86
Imagen 11. Prueba de rotura de cilindro Fuente: MTOP	86
Imagen 12. Prueba de rotura de cilindro Fuente: MTOP	86

INTRODUCCION

Desde tiempos antiguos hubo, la necesidad de contar con un sistema de carreteras que conecte a las diferentes poblaciones con otras, ha sido primordial en el desarrollo de una región. Es decir, que las redes viales son las que ayudan al desarrollo social, socio cultural y económico de sus habitantes. Debido al crecimiento del parque automotor tanto en número como en carga con el pasar de los años ha hecho que exista mayor exigencia en la ejecución de proyectos viales.

Hoy en día la necesidad de crear unas carreteras más fuertes y más seguras, son el requerimiento para potenciar el desarrollo de las ciudades del mundo moderno.

El reto era encontrar un material que puede soportar cargas pesadas de manera eficiente y sostenible. Este tipo de caminos, junto con otros plasmados con piedras, grava y arena, fueron creados para los bajos volúmenes y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir ascendiendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos.

La decisión ha traído lo que ahora llamamos la construcción de caminos pavimentados. La historia del primer pavimento de hormigón, se remonta a 1905, en la ciudad de Ohio, Estados Unidos. Posteriormente, el uso de este material en la construcción de carreteras se utilizó en este país y en Europa.

Las estructuras de pavimento (EP) tienen como propósito absorber y luego disipar las cargas vehiculares a través de ésta, de manera que no afecten el comportamiento de la subrasante (SR). En otras palabras, debido a que las cargas vehiculares son transitorias, no le transmiten carga a la subrasante.

El deterioro que se presenta a lo largo de las vías provoca una disminución de la calidad del servicio que debe ser controlado y es por ello que se debe

evaluar la condición de las vías en cualquier momento de su periodo de vida útil.

Los pavimentos se exponen a diversos factores externos que afectan su rendimiento y producen afecciones tanto a la capa de rodadura como a la estructura del pavimento, disminuyendo su periodo de vida útil. En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc.

La interpretación de los fenómenos que se pueden presentar en un pavimento que se encuentra en operación ha tratado de ser estudiada a través de ensayos de laboratorio, y de esta manera intentar comprender la interacción entre cada capa y las condiciones esfuerzo–deformación de los materiales que conforman la estructura del pavimento frente a la actuación de las cargas del tránsito, El pavimento rígido requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica.

En la actualidad, el país ha tenido grandes cambios, en cuanto a vialidad se refiere, ya que hace años atrás las vías estaban en pésimo estado al transitarlas, es así que el Gobierno de turno se ha preocupado por realizar mejoras en las carreteras, las mismas que conducen a diversos lugares del Ecuador, permitiendo mayor movimiento económico y embellecimiento de ciudades.

Este proyecto tiene el propósito de determinar las causas y efectos que produjeron el deterioro de la vía pavón–Flavio Alfaro y generar alternativas de diseño.

Después de la declaratoria de emergencia de la vialidad ecuatoriana en el año 2007; se puso en marcha la construcción de vías fundamentales para el desarrollo económico de las poblaciones en el país. Entre estas vías, está la vía Pavón -Flavio Alfaro, la misma que ha presentado problemas que afectaron

su nivel de transitabilidad y el daño de la vía produce grandes desventajas para la movilidad de los automotores que transitan por dicha vía Pavón-Flavio Alfaro, esto genera pérdidas económicas ya que la población la utiliza con la finalidad de desempeñar actividades de orden económico, tanto en la producción como en la comercialización de bienes y servicios.

El mantenimiento de la vía es competencia del Ministerio de Obras Públicas, por tal motivo deben garantizar que en el futuro no se dañe y sea una vía de altísima calidad para los transportistas que la utilizan.

Antecedentes del tema

Los pavimentos se exponen a diversos factores externos que afectan su rendimiento y producen afecciones tanto a la capa de rodadura como a la estructura del pavimento, disminuyendo su periodo de diseño. Por lo que se ha estudiado los efectos que producen estos en la estructura del pavimento, tales como cargas dinámicas del tránsito, condiciones atmosféricas y propiedades de los materiales; y de esta forma conocer o predecir una respuesta estructural del pavimento con el fin de calcular o estimar el daño producido en un periodo de tiempo dentro de su vida útil, es decir, la variabilidad del nivel de servicio que tendrá un pavimento conforme el paso del tiempo.

Dentro del área de la auscultación utilizar simplificaciones a los procesos ha sido el principal inconveniente para intentar comprender el verdadero comportamiento de las estructuras de pavimento. Si bien, en el presente aun el empirismo es utilizado, el avance tecnológico ha permitido trabajar con equipos y herramientas más actualizadas, a través de los cuales simular de mejor manera la realidad a la que los pavimentos están sometidos; y de esta manera proporcionar soluciones de uso directo que permitan establecer un adecuado mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de la estructura del pavimento.

La vías en la provincia de Manabí se constituye en un componente de suma importancia para el desarrollo local, lo que posibilita la comunicación, el comercio y el transporte entre los diferentes cantones, siendo Manabí una provincia con más de 1,3 millones de habitantes, es la tercera de población

mayor a nivel nacional y un eje importante de desarrollo. Por los factores estratégicos que posee como lo es la existencia del puerto de Manta, en el cual el comercio dinamiza la producción de Manabí, así como el comercio a nivel nacional e internacional.

En el caso de la vía Pavón–Flavio Alfaro se puede decir que es parte fundamental del sistema vial de Manabí la misma conecta a Flavio Alfaro con Chone, El Carmen y Portoviejo y de la misma manera posibilita la conexión Manabí–Pichincha, por ella anualmente circula una inmensa cantidad de vehículos de diferentes ejes, lo que exige un alto rendimiento de la vía; esta vía fue construida en el año 2011 en hormigón armado, y equipada con 4 carriles dos de ida y dos de retorno, sin embargo se ha deteriorado de manera prematura, mostrando fallas visibles como es el caso de hundimientos, levantamientos, ondulaciones, áreas que presenta pulimento, lo que demuestra la persistencia de factores que actúan y deterioran el pavimento rígido de la vía, es por lo tanto fundamental la realización del presente estudio el mismo que pretende identificar los factores que actúan en el pavimento.

El problema de investigación, objeto y campo de la investigación

Problema de investigación

Objeto

Determinar los factores que causaron el deterioro del pavimento rígido de la vía pavón - Flavio Alfaro, durante el periodo invernal 2014.

Campo

Vial, del sistema de carreteras estatales del Ecuador.

Objetivo general

Establecer los factores causantes del deterioro del pavimento rígido en el sector denominado Pavón de la vía Flavio Alfaro–El Carmen.

Objetivos específicos

- Determinar el nivel de tránsito diario de la vía Flavio Alfaro-El Carmen.
- Constatar las anomalías del pavimento rígido de la vía Pavón-Flavio Alfaro mediante un registro fotográfico de dichos tramos afectados.
- Formular un diseño de pavimentos con mayores propiedades mecánicas en resistencia, el mismo que permita mayor durabilidad de la vía Pavón-Flavio Alfaro.

Hipótesis

El pavimento rígido en el sector denominado Pavón de la vía Flavio Alfaro se deterioró por la mala calidad del suelo de sustentación y por la acción de los agentes climáticos.

Métodos, Técnicas y Procedimientos

De entre las principales guías o documentos usados para la presente investigación se encuentran fuentes bibliográficas como libros, artículos y otros documentos se complementa el estudio de metodologías de análisis inverso para caracterizar la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante, las que a través de la implementación de herramientas computacionales se procederá a establecer una comparación adecuada.

Visita de Campo y Registros

En las Técnicas Bibliográfica, se recabó información de textos y folletos especializados y en el internet considerando la consulta en páginas web especializadas, las cuales presentan información de corte científico con su correspondiente comprobación, en relación a los factores de deterioro y de los daños más recurrentes en el pavimento rígido, identificándolo en leves, moderados o graves.

De campo, se ha desarrollado por medio de varias acciones como es el caso de la inspección visual a la vía en estudio especialmente a las áreas que presentaron daños en la vía por medio del registro fotográfico y de su correspondiente análisis, también se hizo el empleo de los estudios de laboratorio como es el caso del CBR, el grado de humedad natural y granulometría de los materiales del suelo sobre el cual se realizó la construcción de la vía.

El registro fotográfico de las principales fallas encontradas en la vía Pavón–Flavio Alfaro se utilizó un flexómetro y una cinta de 50m para el cálculo de su longitud y profundidad es otro de los métodos y técnicas utilizadas.

Finalmente, con la información obtenida se analizará la condición estructural actual de la vía Pavón–Flavio Alfaro, la que a su vez será relacionada con parámetros o indicadores de estado superficial como el PCI; y de este modo proceder a establecer las respectivas conclusiones y recomendaciones que permitirá que en futuras investigaciones se puedan mejorar las técnicas de evaluación y en conjunto con las herramientas computacionales ayuden a fomentar la gestión de los pavimentos.

Capítulo I se detalla toda la información teórica del proyecto, la que va a ayudar al desarrollo del mismo.

El Capítulo II detalla la metodología empleada, además de los registros fotográficos contemplados para poder determinar si la hipótesis es cierta o falsa.

Dentro del Capítulo III se considera el análisis y a la vez la evaluación de los datos obtenidos en el capítulo anterior, lo mismo que servirán para generar una propuesta como solución a la situación actual en la que se encuentra la Vía Pavón-Flavio Alfaro.

CAPITULO I

1. Marco teórico

1.1. Pavimento

El pavimento forma parte del firme y es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, estos son los materiales rocosos.

En la actualidad se encuentra en investigación pavimentos que ayudan al medio ambiente como el formado por noxer (Bloque de mortero de cemento que absorbe la contaminación.)

1.2. Clases de pavimentos

1.2.1. Pavimento flexible

Se denomina pavimento flexible a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico, teniendo así vías de diferentes índices de servicio.

Las capas de un pavimento flexible que conforman la estructura se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soporte, tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto, la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la parte inferior. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico vehicular que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub-base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base.

1.2.2. Pavimento rígido

Anteriormente se pensaba que construir un pavimento de concreto hidráulico representaba largos tiempos de ejecución, estructuras de carpetas robustas, grandes cantidades de acero de refuerzo y superficies de rodamiento que al cabo de algún tiempo, se tornaban deteriorada por la presencia de los vehículos.

Atendiendo a lo anterior, los investigadores han diseñado y asesorado a los constructores de acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto, en los cuales se cuida cada detalle con el fin de optimizar los recursos y garantizar la confortabilidad y seguridad del usuario.

El pavimento rígido logra sujetar ordenamientos de explanación en las construcción de capas de sub-base o base granular estabilizadas; fabricación, transporte, colocación y acabado del concreto". (Sanchez, 2011).

Por lo tanto el pavimento rígido será especialmente deseable en zonas urbanas, calles, avenidas y en carreteras de muy alto tránsito, en las que cualquier interrupción de servicio o deterioro del mismo sean de importancia.

Dicho pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo, en las juntas de las losas se efectúa periódicamente.

El pavimento rígido es una losa de concreto la cual tiene una resistencia considerable a la flexibilidad que le permite actuar como si fueran vigas, ventaja que le favorece. (Juarez E, 2002).

Además se define a los pavimentos como concreto simple o con varillas de transferencia de carga, se construyen sin acero de refuerzo, para lo cual se colocan varillas lisas en cada junta de construcción, las mismas que actúan como dispositivos de transferencia de carga, por lo que se requiere que la separación entre juntas sea corta para controlar el agrietamiento.

Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo y pasadores en las juntas de construcción, sin embargo, por las presencia del refuerzo se desarrolla un alto grado de transferencia de carga en las caras de las fisuras. (Juarez E, 2002).

1.2.2.1. Definición

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprimidas entre el nivel superior de las terracerías subrasante y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales así como de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial.

El pavimento es una estructura de cimentación formada por una o más capas, sobre la que actúan cargas repetidas proveniente de los vehículos en su superficie y que debe de ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones provocadas por la cargas hacia la superficie y hacia los materiales constitutivos de sus capas, de tal forma que no superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles de suelo de cimentación.

1.2.2.2. Vida útil del pavimento rígido

El tiempo que normalmente dura el pavimento es entre 20 a 40 años, esto sometido a condiciones de alto desempeño, sin embargo existen vías

diseñadas para tener un tiempo de vida más extenso, lo cual es posible siempre y cuando la vía este formulada adecuadamente tanto en la dosificación precisa de los agregados como en el diseño en general especialmente en lo que concierne al tratamiento de aguas lluvias, puesto que esta es una de las principales causas de deterioro de las vías, puede afectar una área o varios tramos de vía provocando que estas áreas estén expuestas a demasiada humedad sumada la acción del tránsito, los tramos expuestos a la humedad empiezan a perder agregados y van provocando diferentes fallos a nivel vial.

1.2.3. Tipos de pavimento rígido (concreto)

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presenten las fallas estructurales. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de pavimento rígidos, sistemas que combina el espesor y la resistencia del hormigón de las losas, para una carga y suelos dados. Las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, pero es necesario construir una capa de subbase y base para que no se puedan provocar fallas. (Higuera, 2015).

Existen 4 tipos de pavimentos rígidos:

- Concreto Hidráulico Simple
- Concreto Hidráulico Reforzado
- Concreto Hidráulico Reforzado Continuo
- Concreto Presforsado

1.2.3.1. Concreto Hidráulico Simple

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas). (Ruiz, Cesar, 2011).

1.2.3.2. Concreto Hidráulico Reforzado

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (de 4.50 metros o 15 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción, (Ruiz, Cesar, 2011).

1.2.3.3. Concreto Hidráulico Reforzado Continuo

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas. (Ruiz, Cesar, 2011).

1.2.3.4. Concreto Presforzado

En los pavimentos presforzados su desarrollo es limitado y la primera experiencia es en el aeropuerto de Orly (París–1948) se diseñan y construyen sin juntas transversales de contracción y expansión excepto al llegar a un cruce o a una estructura fija, estos pavimentos son de tecnología muy avanzada, y su diseño trata de compensar su costo vs. Disminución de espesor.

En el concreto presforzado existen dos categorías: pretensado o pos-tensado. El concreto pretensado se produce estirando los tendones entre anclajes externos antes de vaciar el concreto y al endurecerse el concreto fresco, se adhiere el acero. Cuando el concreto alcanza la resistencia requerida, se retira la fuerza presforzante aplicada por gatos, y esa misma fuerza es transmitida por adherencia, del acero al concreto.

En el caso del concreto pos-tensado, se esfuerzan los tendones después de que ha endurecido el concreto y de que se haya alcanzado suficiente resistencia, aplicando la acción de los gatos contra la sección esto provee resistencia para la deflexión y fisuras del pavimento (Ruiz, Cesar, 2011).

1.2.4. Estructura de pavimento rígido

Según la Manjarrez (2012) se definen los elementos del pavimento rígido de la siguiente manera:

- Subrasante.- Es una capa de terreno que ocupa una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las

secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

- Sub-base.- Es una capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento.
- Superficie rodadura.- Es una capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basa su capacidad portante en la losa.

1.2.5. Juntas

Las juntas son muy importantes para garantizar la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. Por otro lado, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas específicas. En consecuencia, la conservación y oportuna reparación de las fallas son decisivas para la vida útil de un pavimento rígido.

Existen varios tipos de juntas que son:

- Juntas transversales de contracción
- Juntas transversales de construcción
- Junta longitudinal de contracción
- Juntas longitudinales de construcción

1.2.5.1. Juntas transversales de contracción

”Son las juntas que se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y están debidamente espaciadas para controlar las fisuras por liberación de tensiones debidas a temperatura, humedad y fricción. Estas juntas por lo general, son perpendiculares a los bordes y a la línea central del pavimento”. (Naranjo, M, 2014).

1.2.5.2. Juntas transversales de construcción

Son las que se generan al finalizar las labores diarias de colocación del concreto o por otras interrupciones en el hormigonado.

1.2.5.3. Junta longitudinal de contracción

Son las juntas que dividen los carriles y controlan el agrietamiento cuando se construyen dos o más carriles simultáneamente.

1.2.5.4. Juntas longitudinales de construcción

Son las juntas que se crean longitudinalmente cuando los carriles se construyen en diferentes etapas. En caso de posibles ampliaciones, es conveniente dejar los bordes con machimbre. Un adecuado diseño de las juntas permitirá:

- Prevenir la formación de fisuras.
- Proveer transferencia de carga adecuada.
- Prevenir la infiltración de agua y de materiales incomprensibles a la estructura del pavimento.
- Permitir el movimiento de las losas contra estructuras fijas e intersecciones.
- Dividir la construcción del pavimento en incrementos acorde a la tecnología empleada.

1.2.5.5. Espaciamiento entre juntas

“El diseño de las juntas transversales se realiza con el fin de controlar la fisuración del concreto por contracción y alabeo, por lo tanto el espaciamiento entre ellas debe ser menor que 6 metros. Cuando la separación se aproxima a 4.5 m, permite controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio es mejor Se aplica la ecuación de Albert Joisel, que permite encontrar una separación entre juntas”. (Naranjo, M, 2014), (Tabla 1.1).

Tabla 1. 1. Calculo de la longitud de junta transversal

L = Longitud máxima de la losa
P = Carga máxima estática que puede presentarse en una losa tonelada
e = Carga mínima de la losa
la longitud de la losa debe ser menor a 6m
 $L = 3 \cdot P / e^2$ EXPRESION DE JOISEL

P	1000
E	30 Cm
L	3,3m

ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS (m)	4,0
---------------------------------------	------------

Fuente: Instituto de cemento portland

B = 4m (Ancho del Paño): Espaciamiento Juntas Longitudinales.

L = 4m (Longitud del Paño): Espaciamiento Juntas Longitudinales.

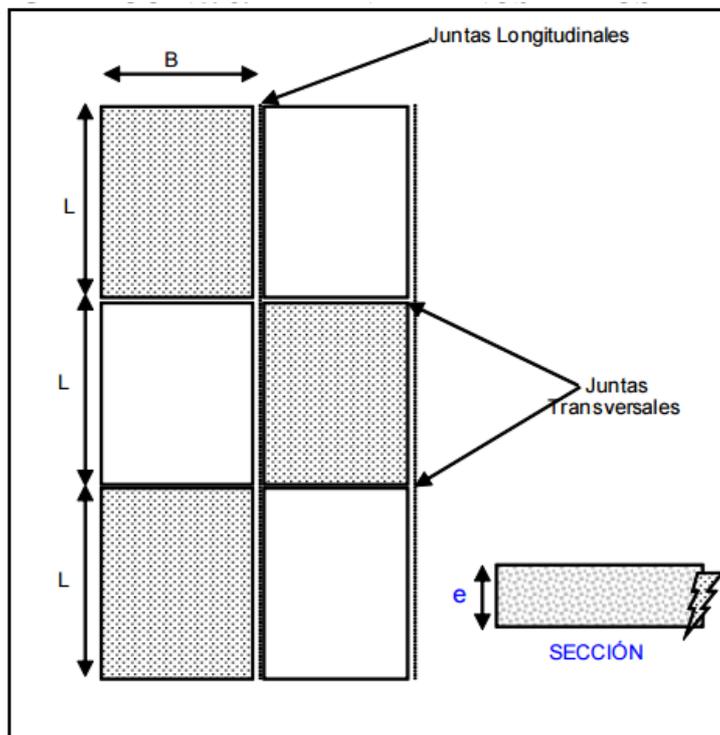


Figura 1 1. Planta de paños de losa

Fuente: instituto de cemento portland

Para garantizar la eficiencia de la transmisión de cargas en casos de trabazón de agregados, se colocarán barras de anclaje que mantengan unidas las caras de las juntas longitudinales. Las barras de anclaje para cualquier tipo de junta longitudinal, se diseña para resistir la fuerza de tracción generada por la fricción entre la losa del pavimento y la subrasante”. (Naranjo, M, 2014).

Tabla 1. 2. Calculo de acero longitudinal

$As = b \cdot f \cdot w / fs$ (cm ² /m)			
b = ancho del carril en (m)			
f = coeficiente de fricción (generalmente 1.5)			
w = peso del hormigón por unidad de área Kg/m ²			
fs = esfuerzo de trabajo del acero multiplicada por 0.67 fy			
fs	2800		
b	4		
f	1.5		
w	2400		
As	7.7		
calculo de acero			
Ø	# varillas	Área	Área total
16	4	2.011	8.04
Área total de acero (cm ² /m)			8.04

Fuente: Instituto de desarrollo urbano, 2012

De la tabla 1.2., se determina que en cada metro lineal se deberá colocar 4 varillas de 16 mm con espaciamiento entre ellas varillas igual a 25 cm. La longitud de las barras de anclaje debe ser tal que el esfuerzo de adherencia a cada lado de la junta iguale el esfuerzo de trabajo del acero. Agregando 7,5 cm para compensar defectos de colocación de la varilla, la longitud total se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Tabla 1. 3. Calculo de longitud de barra de anclaje

$L = 2 \cdot A \cdot f_s / a \cdot p + 7.5$ (cm)		
A = área transversal de una barra de anclaje cm ²		
L = longitud total de la barra de anclaje		
f _s = esfuerzo de trabajo del acero multiplicada por 0.67 f _y		
a = esfuerzo de trabajo por adherencia para acero corrugado		
P = perímetro de una varilla en cm		
∅	16	
A	2.010.624	
F _s	1876	
A	24.6	
P	5.02	
L	68.6	
LONGITUD ADOPTADA (Cm)		70

Fuente: Instituto de cemento portland

De la tabla 1.3., se determina que la longitud de la varilla de anclaje adoptada es 70 cm.

1.3. Losa de concreto

Una losa de concreto armado, es la superficie plana horizontal de una construcción, entrepiso y azoteas, que es armada porque en su interior está compuesta de concreto con una parrilla, de varillas amarradas entre sí por alambre recocado, las varillas que se colocan en ambos sentidos.

1.3.1. Materiales

1.3.1.1. Cemento

El cemento Portland podrá ser tipo I o II y deberá cumplir con los requisitos correspondientes establecidos en la sección 802 de las especificaciones generales del MTOP. (Ruiz, Cesar, 2011).

Tipos de cemento.- El cemento Portland se clasifica en 5 tipos que, de acuerdo con la norma INEN 152, son los siguientes:

- **TIPO I** Cemento de uso general, al que no se exigen propiedades especiales.
- **TIPO II** Para uso en construcciones de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiere de moderado calor de hidratación.
- **TIPO III** Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia inicial.
- **TIPO IV** Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere bajo calor de hidratación.
- **TIPO V** Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia a la acción de los sulfatos.

1.3.1.2. Agua

El agua que se utilice en la mezcla y en el curado, deberá estar acorde con las exigencias constantes en la sección 804 de las especificaciones generales del MTOP.

El agua para mezcla de hormigones y morteros, no debe tener sustancias nocivas de acuerdo a la siguiente tabla:	
DETERMINACION	LIMITACIÓN
PH	Menor o igual a 5
Sustancias disueltas	Menor o igual 15 gr./ litro
Sulfatos	Menor o igual 1 gr./ litro
Sustancias orgánicas solubles en éter	Menor o igual 15 gr./ litro
Ión cloro	Menor o igual 6 gr./litro
Hidratos de carbono	No deben contener
Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP. (MOP-001-F-2002) Tabla 804.a-3.1	

1.3.1.3. Grava

Agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado. Tiene aplicación en mampostería, confección de concreto armado y para pavimentación de líneas de ferrocarriles y carreteras.

1.3.1.4. Arena

Conjunto de pequeñas partículas desagregadas de las rocas, sobre todo si son silíceas; empleadas comúnmente para fabricar mortero y hormigón. La arena gruesa se utiliza con gravilla para la fabricación del hormigón para pisos. La arena fina de construcción o albañilería se usa para trabajos de mampostería.

1.3.1.5. Materiales Pétreos

Los agregados que se utilizarán en la preparación del hormigón tipo “A” para el pavimento, deberán cumplir con los requerimientos de la sección 803 de las especificaciones generales del MTOP, y su granulometría estará determinada en el contrato en base a los límites establecidos en la misma sección. **Árido:** Material granular que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas.

Árido grueso: Árido cuyas partículas son retenidas por el tamiz INEN 4,75 mm. (Nº 4).

Árido fino: Árido cuyas partículas atraviesan el tamiz INEN 4,75 mm. Y son retenidas en el tamiz INEN 75 mm. (Nº 200). (Ruiz, Cesar, 2011).

1.3.1.6. Aditivos

De utilizarse aditivos para la preparación del hormigón, éstos deberán cumplir los requisitos de la sección 805 de las especificaciones generales del MTOP.

Clases de aditivos.- Según el efecto en la mezcla, se tienen las siguientes clases de aditivos:

- Acelerante
- Retardantes de fraguado
- Reductores de agua
- Reductores de agua de alto rango
- Reductores de agua y acelerantes
- Reductores de agua y retardantes
- Reductores de agua de alto rango y retardantes
- Incluidores de aire
- Impermeabilizantes

1.3.2. Membrana de Curado

Los materiales que se usen para el curado de la losa de hormigón, deberán satisfacer las especificaciones indicadas en la subsección 801-4 de las especificaciones generales del MTOP.

Se deben utilizar dos tipos de membranas:

➤ **Retardador de evaporación**

El compuesto a utilizar deberá ser capaz de formar una película protectora a la evaporación sobre el agua de exudación del concreto. Para esto se recomienda utilizar un retardador de evaporación del agua tipo Confilm (BASF) como primera capa protectora.

- **Membrana de Curado Tradicional.** Se aplica una vez seca la superficie del hormigón.

1.3.2.1. Curado del Hormigón

Para el curado correcto del hormigón es necesario que no se permita la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia.

1.3.2.2. Membranas impermeables

Son aquellos componentes que se colocan sobre todas las superficies expuestas del hormigón fresco, tanto horizontales como verticales, y que

forman una fina membrana que impide la pérdida de agua durante el primer período de endurecimiento. También reducen la alta temperatura del concreto expuesto a la radiación del sol.

Los compuestos para formar este tipo de membranas deberán cumplir lo especificado en la norma AASHTO M-148, y se los clasifica en las siguientes categorías:

TIPO 1: Claro o translúcido sin teñir.

TIPO 1-D: Claro o translúcido con un teñido temporal.

TIPO 2: Blanco pigmenta quiera de los métodos que se describen a continuación (Ruiz, Cesar, 2011).

1.3.2.3. Acero de Refuerzo

Las barras de acero de refuerzo o la malla que se utilice para el mismo objeto; así como los pasadores y barras de unión, cumplirán las exigencias establecidas en la sección 807 de las especificaciones generales del MTOP.

Descripción.- Salvo que se especifique lo contrario, el refuerzo del hormigón armado estará constituido por barras de acero con resaltes, laminadas en caliente o torcidas en frío, las cuales deben satisfacer los requisitos establecidos en las Normas INEN que se señalan a continuación:

- **INEN 102:** varillas con resaltes de acero al carbono laminado en caliente para hormigón armado.

- **INEN 104:** barras con resaltes de acero al carbono torcidas en frío para hormigón armado.

Las barras pasa junta del pavimento rígido y las requeridas en aquellas partes del refuerzo, como espirales, estribos y armadura de temperatura, en donde se especifique el empleo de barras lisas, deberán cumplir lo establecido en las siguientes Normas INEN:

- **INEN 101:** barras lisas de acero al carbono de sección circular laminadas en caliente para hormigón armado

- **INEN 103:** barras lisas de acero al carbono torcidas en frío para hormigón armado. (Ruiz, Cesar, 2011).

1.3.2.4. Dosificación de pavimento

Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse.

1.4. Aplicación de pavimento rígido

1.4.1. Aeropistas

En los aeropuertos, donde se demanda un mínimo de prórroga para la utilización del pavimento terminado, se ha empleado un sistema de apertura rápida; este consiste en el colado secuencial del pavimento en la reconstrucción de pistas aéreas y plataformas.

1.4.2. Vialidades urbanas

La reconstrucción de vialidades urbanas se ha convertido en uno de los principales problemas, pues además de tiempo y costo, afectan el tránsito vehicular. Sin embargo, con los pavimentos de concreto de apertura rápida, este problema se minimiza ostensiblemente.

1.4.3. Zonas residenciales

El uso de pavimentos de concreto en zona residenciales aumenta día con día, debido a la reducción del tiempo de curado en la mezcla. Se ha demostrado que lo más eficiente para disminuir el cierre de accesos, es la construcción con base en cimbra deslizante a todo lo ancho de la calle. En los estacionamientos de las casas particulares, por ejemplo, se ha logrado limitar a solo 24 horas el impedimento para que ingresen los automóviles.

1.5. Proceso de una vía de pavimento rígido

1.5.1. Preparación del terreno

Para construir correctamente un pavimento de concreto, es muy importante considerar una serie de pasos al preparar el terreno, proceso conocido como construcción de la subrasante:

1.5.2. Compactación de los suelos

De esta forma se garantiza un apoyo uniforme y estable para el pavimento.

1.5.3. Fijado de rasante

Consiste en la excavación de zanjas laterales, lo suficientemente para aumentar la distancia vertical entre el nivel freático y el pavimento.

1.5.4. Uniformado del terreno

En zonas donde se tenga cambios bruscos en sentido horizontal del tipo del suelo.

1.5.5. Nivelación selectiva de la rasante

En zona de terraplén, a fin de colocar los mejores suelos cerca de la parte superior de la elevación de la subrasante.

En ocasiones será necesario colocar una capa de material inmediatamente debajo del contacto con el pavimento de concreto, en cual se conoce como sub-base. Las sub-base se pueden elaborar con materiales granulares, permeables y de tamaño uniforme. Su uso es especialmente recomendable en rutas de tránsito pesado, sobre todo en grandes aeropuertos, carreteras y vialidades primarias. (Ruiz, Cesar, 2011).

1.6. Los principales factores que causan el deterioro del pavimento rígido

Se presentan 4 diferentes factores que causan el deterioro del pavimento rígido que son:

- Soporte
- Resistencia del concreto
- Cargas del tránsito
- Otros factores

1.6.1. Soporte del pavimento

La resistencia de cada suelo se debe expresar en términos del módulo de reacción (k). La colocación de una sub-base es para prevenir el bombeo (granular o estabilizar) y para brindar un apoyo más uniforme a las losas, se traduce en un incremento del módulo de reacción del soporte (k), el cual se aprovecha en el diseño del espesor de las losas.

En el análisis de las cargas actuantes, se deben tener en cuenta el peso u número de vehículos que van a circular durante la vida útil del pavimento. No es posible llegar al conocimiento exacto de estos números ya que el mismo resulta cambiante a través del tiempo, pudiéndose hacer solamente estimaciones en base a hipótesis más o menos ajustadas a la realidad.

1.6.2. Resistencia del concreto

Los esfuerzos que sufre un pavimento rígido bajo carga son de compresión y tensión lo cual son muy bajos el respecto de la resistencia a la compresión del concreto y esto se puede representar una fracción importante de resistencia a flexión, razón por la cual son estos los que se consideran en el diseño del pavimento.

La determinación de la resistencia que interviene en la estructura debe hacerse en la forma más crítica de trabajo: si los materiales de base son de tipo granular y pueden ser afectados por la presencia de agua, el ensayo debe hacerse en esas condiciones de humedad. Los ensayos de resistencia deben ser complementados con ensayos de durabilidad de tal forma que se tenga seguridad de la permanencia de sus propiedades en el tiempo.

1.6.3. Carga del tránsito

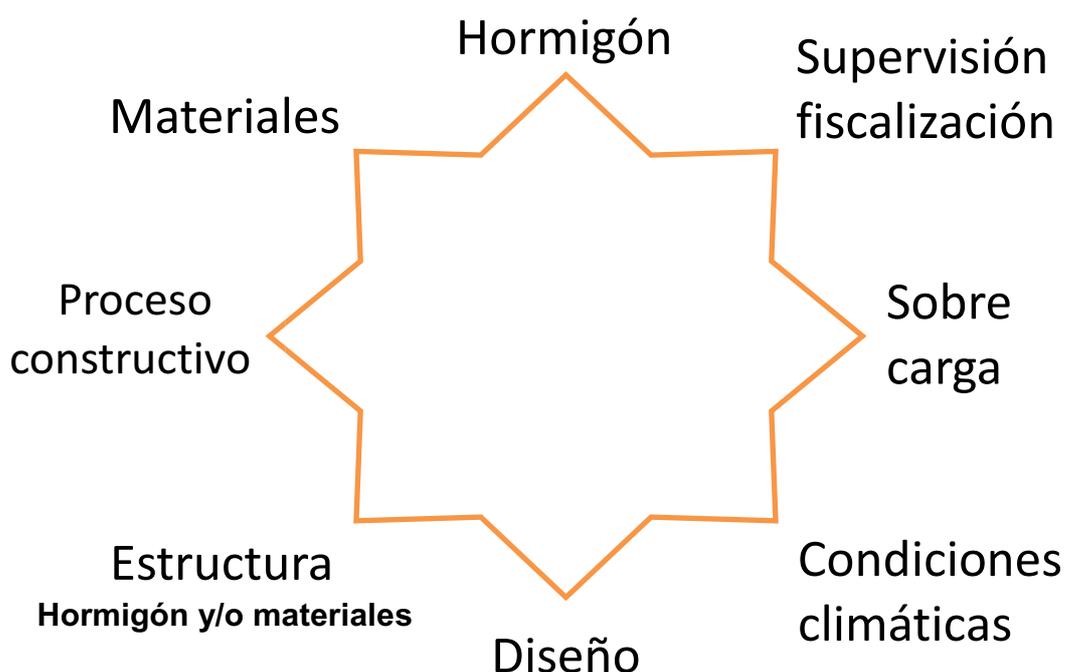
El método exige el conocimiento del espectro de carga por eje, discriminado por tipo eje (simple, tándem, triple). El espectro actual debe proyectarse al futuro de acuerdo con la tasa de crecimiento anual de tránsito, para determinar el número esperado de aplicaciones de cada grupo de carga por eje durante el periodo de diseño.

Se hace una estimación del tránsito reduciendo las cargas que van a actuar a un número equivalente de pasadas de un eje tipo de 8,2 toneladas. Para obtener el número total N de pasadas del eje de 8,2 ton se debe estudiar la distribución de las distintas cargas, obtener la equivalencia de las mismas con respecto al eje tipo y calcular el valor N.

Las magnitudes de las cargas por eje se deben afectar por un factor de seguridad:

- Vías con un flujo importante de tránsito pesado, FSC= 1.2.
- Vías con moderado volumen de tránsito de vehículos pesados, FSC= 1.1.
- Vías residenciales y otras con bajo volumen de tránsito, FSC= 1.0.

1.6.4. Otros factores que deterioran el pavimento rígido



El hormigón o concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene un peso específico (densidad, peso volumétrico, masa unitaria) que varía de 2200 hasta 2400 kg/m³ (137 hasta 150 libras/piés³). La densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad. En el diseño del concreto armado (reforzado), el peso unitario de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera 2400 kg/m³ (150 lb/ft³).

Proceso Constructivo de una carretera

La construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome una pendiente suficiente para permitir a los vehículos o a los peatones circular. Y cuando la ley lo establezca deben cumplir una serie de normativas y leyes o guías oficiales que son de obligado cumplimiento. El proceso comienza a veces con la retirada de vegetación (desbroce) y de tierra y roca por excavación o voladura, la construcción de terraplenes, puentes y túneles, seguido por el extendido del pavimento. Existe una variedad de equipo de movimiento de tierras que es específico de la construcción de vías.

Estructura de una carretera

Geométricamente, la sección transversal de una carretera está compuesta por el ancho de la zona o derecho de vía, el ancho de explanación, la corona, la calzada, los carriles, los acotamientos, las cunetas, las contra-cunetas, los taludes laterales, los cerros, la rasante, la subrasante, la sub-corona, las terracerías y otros elementos complementarios.

1.- La calzada o superficie de rodamiento. Es aquella faja que se ha condicionado especialmente para el tránsito de los vehículos. En las carreteras de primera categoría esta superficie es pavimentada.

2.- El carril es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

3. En ambos lados de la calzada están los acotamientos, que son fajas laterales que sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y que eventualmente se puede utilizar como estacionamiento provisional para alojar vehículos en caso de emergencia.

4. La corona es la superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros, por lo que incluye la calzada más los acotamientos.

5. El hombro es el punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona, o por ésta y el talud interior de la cuneta.

Paralelamente a los acotamientos se tienen las cunetas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. También pueden existir contra cunetas, en aquellos tramos donde se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que invadan la carretera. Son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

Los taludes son las superficies laterales inclinadas, que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Diseño geométrico de carreteras

Para diseñar geoméricamente una carretera resulta más sencillo abstraerse de su carácter tridimensional (largo, ancho y alto) y asumir parejas bidimensionales que faciliten los cálculos y el entendimiento. Entonces se tienen: el diseño en planta, en el que la vía es vista “desde arriba” proyectando el eje de la misma sobre un plano horizontal y suprimiendo su dimensión vertical; el diseño vertical, o de perfil longitudinal, tomando una de las dimensiones horizontales (longitud, por supuesto) y combinándola con la vertical (cota); y el diseño transversal, considerando el ancho de la vía y la

dimensión vertical. En cada uno de ellos aprenderemos a crear todos los elementos que componen el diseño geométrico de una carretera.

Supervisión/fiscalización

La Fiscalización, como se llamará de aquí en adelante, es la consultora o consorcio de consultoras especializadas en la construcción de caminos, empleada por el Contratante del proyecto y por lo tanto, será responsable ante él por todo el desempeño de sus funciones. La Fiscalización, a través de sus inspecciones diarias, es responsable por su trabajo y relaciones con el contratista y sus representantes para garantizar que el proyecto sea logrado de acuerdo con los planos y especificaciones que forman parte de los documentos del contrato de construcción del proyecto, tal como han sido aprobados por el Contratante.

Una inspección eficiente, llevada a cabo por la Fiscalización de Obra es uno de los pasos más importantes para obtener un trabajo completamente satisfactorio.

Desde el replanteo, estaqueado de las diferentes obras de construcción hasta la recepción final de la obra, la Fiscalización representa al Contratante para velar que todos los detalles de los planos y especificaciones sean ejecutados en forma correcta, que todos los frentes de trabajo lo estén haciendo con los últimos planos y especificaciones en vigencia y que estén al tanto de las últimas instrucciones de servicio y/o órdenes de cambio emitidas.

1.7. Tipo de transferencia de carga en las juntas transversales

Varilla para la transferencia de carga (pesadores) en las juntas transversales de contracción mejora el comportamiento del pavimento en la relación con la posibilidad de falla por escalonamiento, en particular cuando los volúmenes de tránsito son elevados.

1.7.1. Uso de bermas de concreto

El empleo de bermas de concreto ancladas a los pavimentos produce alguna transferencia de carga que da lugar a reducciones en los esfuerzos de flexión y en las deflexiones producidas por las cargas de los vehículos, las cuales se pueden traducir en una disminución del espesor de diseño.

1.7.2. Agrietamiento por fatiga

Las causas de deterioro de pavimento rígido son el agrietamiento por fatiga, el escalonamiento entre las losas y los desprendimientos de bloque". (Gomez J, 2012).

Por lo tanto el agrietamiento por fatiga, puede propagar iniciando a partir del fondo de la losa o desde la superficie, esto es causa del desarrollo de esfuerzos críticos de tensión en la losa de concreto en ciertas ubicaciones dentro del pavimento que pueden ser producidas por agrietamiento iniciando desde abajo.

1.7.3. Agrietamiento reticular debido a falla por fatiga de la estructura

Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron quizá en condiciones apropiadas, pero que por la continuada repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga, degradación estructural y, en general, pérdida de resistencia y deformación acumulada, quiere decir que estos fenómenos están grandemente asociados al número de repeticiones de la carga, las fallas de fatiga resultan claramente influidas por el tiempo de servicio, son las fallas típicas de un pavimento que durante mucho tiempo trabajo sin problemas. (Panitz M, Pavimento rígido, 2010).

1.7.4. Agrietamiento iniciado en superficie

La falta de control hídrico sobre la vía, los movimientos verticales a la falta de mantenimiento de las juntas de dilatación y las roturas causadas por la falta de un espesor mínimo para el firme, son los desperfectos rutinarios que se dan en los pavimentos rígidos. (Macchia J, 2010).

Por lo tanto, el deterioro con mayor posibilidad de ocurrencia debido a la evolución de una separación de juntas longitudinales es la pérdida del perfil longitudinal; también puede que sea por un bombeo de agua con severidad alta de entrada de agua.

1.7.5. Tipos de grietas de pavimento rígido

1.7.5.1. Grietas de esquina

“Por lo general este tipo de deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa, se presenta generalmente al interceptar las juntas transversal y longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45° con respecto a la dirección del tránsito”.

Para (Molina, 2013), las principales causas que forman las grietas de esquina son de la siguiente manera:

- Asentamiento de la base y/o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originando por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Sobrecarga en las esquinas.
- Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes.

1.7.5.2. Grietas longitudinales

Las grietas longitudinales se la predominan como paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa. (Lourdes 2002).

Las principales causas de las grietas longitudinales son las siguientes:

- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Losa de ancho excesivo.

- Carencia de una junta longitudinal.
- Mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje.
- Aserrado tardío de la junta.
- Contracción del concreto.

1.7.5.3. Grietas transversales

Las grietas transversales perpendiculares al eje de circulación de la vía pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal este a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentra a una distancia inferior que la mitad del largo de la losa. (Lourdes 2002).

Las principales causas de que se produzcan grietas transversales son las siguientes:

- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Losas de longitud excesiva.
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- Espesor de la losa insuficiente para soportar las solicitaciones.
- Gradiente térmico que origina alabeos.
- Problemas de drenaje.
- Cargas excesivas.

1.7.5.4. Grietas en los extremos de los pasadores

Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo. (Roberto, 2014).

Las principales causas de las grietas en los extremos de los pasadores son las siguientes:

- Mala ubicación de los pasadores.

- Corrosión o desalineamiento de los pasadores.
- Movimiento durante el proceso constructivo.
- Diámetros de barras muy pequeños y cargas de tráfico muy altas.

1.7.5.5. Grietas en bloque o fracturación múltiple

Las grietas en bloque o fracturación múltiple aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa y puede presentarse en todos los tipos de pavimento rígidos. (Sanchez J, 2006).

1.7.6. Daños en juntas

1.7.6.1. Separación de juntas longitudinales

Que pertenece a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido. (Molina, 2013).

Las posibles causas de una separación de juntas longitudinales son:

- Contratación o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante.
- Ausencia de bermas.
- Asentamiento diferencial de la subrasante.

1.7.7. Deterioros superficiales

1.7.7.1. Desportillamiento de juntas

La desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, esto puede afectar a todo tipo de pavimento rígido es lo que se refiere a las juntas. (Fernandez, 2010).

Las posibles causas del desportillamiento de las juntas pueden ser:

- Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos
- Desintegración del concreto, por mala calidad del material.

- Presencia de material incompresible en la junta, el cual al expandirse genera concentración de esfuerzos y la posterior falla ante el paso de vehículos.
- Mal procedimiento de corte de la junta.
- Aplicación de cargas antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto.

1.7.7.2. Descascaramiento

Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden, de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. (Tapia, 2002).

Las importantes causas de un descascaramientos son por las secuelas de un exceso de acabado del concreto fresco colocado ya que produciendo la exudación del mortero y agua la superficie del concreto resulta a la retracción muy débil. (Altamirano, 2008).

En el mismo libro (Altamirano, 2008) concluye las “fisuras capilares la cual pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito dando un origen al descascaramientos de la superficie, posibilitando un levantamiento de material superficial que progresa tanto en profundidad como en área”.

1.7.7.3. Desintegración

Este consiste en la perdida de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por perdida de material fino desprendido de matriz arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades. (Fernandez M, 2008).

Es causado por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso). (Cron F, 2008).

También se puede considerar las siguientes causas:

Material inapropiado en el interior del hormigón tal como terrones de arcilla o cal viva, Mortero poco homogéneo, Deficiente calidad de los materiales, Agregados expansivos o de baja durabilidad, Reparaciones hechas sin seguir recomendaciones técnicas.

1.7.7.4. Baches

Las causas por las que se producen los baches son las siguientes:

Fundaciones y capas inferiores inestables, Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes, Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas, Acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento.

1.7.7.5. Pulimento

La carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos lo cual es posible causa de pulimento principalmente es por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y /o agregados es de calidad deficiente y favorece la exposición de los mismos, la reducción de la fricción o resistencia al deslizamiento, puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito. (Ayarza A, 2006).

El pulimento de los agregados puede ser considerado cuando un examen visual revela que la rugosidad sobre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto.

1.7.7.6. Escalonamiento de juntas longitudinales y transversales

Es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina.

Las principales causas del escalonamiento entre losas son:

Deficiencia en el traspaso de cargas entre las losas o trozos de losas, Erosión de la base en las inmediaciones de la junta o grieta, Asentamiento diferencial de la sub-base o subrasante, Falta de capacidad de soporte de la subrasante.

1.7.8. Levantamiento localizado

La superficie del pavimento es una elevación abrupta localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios trozos. (Palomo J, 2006).

Las principales causas por el levantamiento localizado son por las siguientes razones:

Son causadas por falta de libertad de movimiento de las losas de concreto.

La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta.

Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

Mala colocación de barras de transferencia, presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad, variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no cuenta con juntas de expansión o presentarse por la evolución de desportillamiento. (Altamirano, 2008).

1.7.8.1. Parches

Es una área es una área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para emitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. (Altamirano, 2008).

Los tramos con parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una determinada vía, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. (Coronado, 2008).

Unas de las principales causas de los daños en parches son las siguientes:

En parches asfálticos, la capacidad estructural del parche es insuficiente o se practicó un deficiente proceso constructivo.

En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epoxico como material de adhesión.

En el caso de parches de concreto, si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre.

El parche y la losa son insuficientes por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.

1.7.8.2. Hundimientos o asentamientos

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada, puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas.

Las principales causas este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficientes durante el proceso de construcción de losas. (Rodríguez P, 2006).

1.7.9. Sellado de Juntas

El material de relleno para juntas de expansión será pre-moldeado y sus características serán establecidas en el contrato. El material para el sellado de las juntas deberá satisfacer las exigencias de la sección 806 de las especificaciones generales del MTOP. (Ruiz, Cesar, 2011).

1.7.10. Normas ASTM

La ASTM está entre los mayores contribuyentes técnicos del ISO, y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, con un casi monopolio en las industrias petrolera y petroquímica.

Normas	Descripción
ASTM D-2216	Contenido de humedad Natural.
AASHTO M-145	Clasificación ASSHTO-incluye granulometría L.A
ASTM D-1557	Ensayo de Proctor Modificado
ASTM D-140	Práctica estándar para el muestreo de los materiales bituminosos.
ASTM D-512	Métodos de prueba estándar para contenido de cloro en el agua.
ASTM C-131	Abrasión por medio de la máquina de los Ángeles
ASTM D-2419	Equivalente de Arena
ASTM C-128	Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino
ASTM C29 / C29M	Método de prueba estándar para la densidad aparente ("Peso de la unidad") y los vacíos en el agregado.
ASTM C-40	Método de prueba estándar para las impurezas orgánicas en agregados finos para concreto.
ASTM C-142	Método de prueba estándar para terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados.
MTC E-210	Ensayo de partículas y alargadas

1.7.11. Pavimentos rígidos

El pavimento, es una estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado, cuya función es la de proporcionar al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible.

Los tipos de Pavimento existentes son: Flexibles, rígidos.

NORMA - Pavimento rígido – Sello de juntas – Especificación del material

- a. NTE INEN 694:2010 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.
- b. NTE INEN 862:2011 Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.
- c. NTE INEN 1 573:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.
- d. NTE INEN 1 576:2011 Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.
- e. NTE INEN 1 578:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento.
- f. INEN 1 762:1990-06 Hormigones. Definiciones y terminología
- g. NTE INEN 1 763:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.
- h. NTE INEN 1 855-1:2001 Hormigones. Hormigón premezclado. Requisitos
- i. NTE INEN 694:2010 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.

NORMA - Pavimento rígido – Ejecución de pavimento rígido con regla vibratoria –Especificación de Servicio

- a. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 42-77: obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete. In: 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.
- b. ASTM C 260-77: air-entraining admixture for concrete. In: 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.

- c. ASTM C 309-74: liquid membrane forming compounds for curing concrete. In: 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.
- d. NTE INEN 694:2010 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.
- e. NTE INEN 862:2011 Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.
- f. NTE INEN 1 573:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico.
- g. NTE INEN 1 576:2011 Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.
- h. IBCH - Manual Pavimentos Rígidos Tomo 2: Normas de Pavimento Rígido
- i. Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador 22
- j. NTE INEN 1 578:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento.
- k. INEN 1 762:1990-06 Hormigones. Definiciones y terminología
- l. NTE INEN 1 763:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.
- m. NTE INEN 1 855-1:2001 Hormigones. hormigón premezclado. Requisitos
- n. NTE INEN 1 855-2:2002 Hormigones. Hormigón preparado en obra. requisitos.
- o. NTE INEN 2 504:2009 Mortero y hormigón. Determinación del cambio de longitud del mortero y del hormigón endurecido.
- p. NTE INEN 2 528:2010 Cámaras de curado, gabinetes húmedos, tanques para almacenamiento en agua y cuartos para elaborar mezclas, utilizados en ensayos de cemento hidráulico y hormigón. Requisitos.
- q. NTE INEN 2 535:2010 Cemento hidráulico, mortero y hormigón. Uso del aparato para la determinación del cambio de longitud en especímenes endurecidos.
- r. NTE INEN 2554:2011 Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón. (utilizando una viga simple con carga en los tercios).

- s. INEN 973:1983-03 Agua potable. Determinación del pH
- t. INEN 974:1983-03 Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA.
- u. INEN 976 Agua potable. Determinación de cloruros
- v. NTE INEN 695:2010 Áridos. Muestreo
- w. NTE INEN 696:2011 Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.

NORMA - Pavimento rígido – Ejecución de pavimento rígido con terminadora mediana sobre rieles – Especificación de Servicio

NORMA - Pavimento rígido – Ejecución de pavimento rígido con pavimentadora deslizante – Especificación de Servicio

NORMA - Pavimento rígido – Cemento Portland - Especificación del material

NORMA - Pavimento rígido – Pavimento de Hormigón de cemento Portland, compactado con rodillo– Especificación de Servicio

NORMA – Pavimento Rígido – Inspección Visual – Procedimiento

NORMA - Pavimento rígido – Defectos – Terminología

NORMA - Pavimento rígido – Evaluación objetiva – Procedimiento

NORMA - Pavimento rígido – Evaluación subjetiva – Procedimiento

NORMA - Pavimento rígido – Construcción con piezas prefabricadas de hormigón de cemento Portland - Especificación de Servicio

Obras Públicas Ecuador

El tipo de pavimento rígido que se adopta para el diseño, es de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), a poca distancia de cada

junta, para controlar el agrietamiento. Para el diseño de espesores de pavimentos rígidos se usa el Método AASHTO, cuya fórmula de diseño es:

Formula diseño de espesores de pavimentos rígidos

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.351 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(\Delta + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S' c C D (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

W18= Número de cargas de 18 Kips (80 KN) Previstas.

ZR= Abscisa correspondiente a un Área igual a la Confiabilidad R en la Curva de Distribución Normalizada.

So= Desvío Standard de todas las variables.

D= Espesor de la losa del Pavimento en Pulgadas.

ΔPSI= Pérdida de Serviciabilidad Prevista en el Diseño.

Sc'= Módulo de Rotura del Hormigón en PSI.

J= Coeficiente de Transferencia de Cargas.

Cd= Coeficiente de Drenaje.

Ec= Módulo de Elasticidad del Hormigón en PSI.

K= Módulo de Reacción de la Sub-rasante (Coeficiente de Balasto) en PSI/Pulg

CAPITULO II

2. Diseño y realización de la investigación

2.1. Método

En la presente investigación se aplicó el método analítico sintético, porque se analizó de manera crítica los datos relacionados con las teorías existentes en referencia a las variables investigadas; es decir, los factores causantes y a los diversos tipos de deterioros de pavimentos rígidos en el sector denominado Pavón Flavio Alfaro, considerando también la calidad del suelo.

2.2. Nivel o tipo de investigación

Cualitativo, es el que nos ayuda a realizar la hipótesis por medio de las diferentes ideas y tener más claridad sobre la investigación realizada.

Cuantitativo, a diferencia que el método cualitativo este método nos ayudó a establecer una cantidad de datos o más bien los resultados de la encuesta para así comprobar la hipótesis de una manera cuantitativa.

Longitudinal, se utilizó este método para observar la cantidad de vehículos, el tamaño y la frecuencia con la que pasaban por esta vía, para poder saber que tanto implica en el deterioro de la vía.

Transversal, como solo queríamos establecer el deterioro en la temporada invernal, utilizamos este método para establecer los daños que causa estas temporadas a las vías.

Descriptivo, Este nivel es para la vinculación de la problemática observada, los elementos que en ella se incorporan y como esta se relaciona con la información de índole bibliográfica, para lo cual se atendió especialmente a los diversos tipos de deterioros hallados en la vía Pavón – Flavio Alfaro.

Analítico, Mediante la aplicación de los ensayos se obtuvieron los resultados de las muestras y posteriormente analizados de forma inductiva parte por parte de manera crítica y estableciendo el vínculo correspondiente con el diseño de pavimento y las necesidades del nivel de tránsito de la vía.

Sintético, Una vez aplicado los estudios y realizado el análisis se procederá a la formulación de conclusiones que reúnen los aspectos más relevantes y generales de la investigación, esto es la unificación de los elementos que intervienen en el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados y de los parámetros definidos en las variables y categorías de estudio.

Experimental, cuando realizamos la prueba de resistencia por medio de las calicatas utilizamos este método para determinar en que se basa la falla de resistencia del hormigón.

No Experimental, se analizó la vía en el estado que se encuentra sin hacer ningún cambio, solo analizando los factores que provocan su deterioro en especial en las épocas de lluvia.

2.3. Técnicas

2.3.1. Bibliográfica

Se recabó información de textos y folletos especializados y en el internet considerando la consulta en páginas web especializadas, las cuales presentan información de corte científico con su correspondiente comprobación, en relación a los factores de deterioro y de los daños más recurrentes en el pavimento rígido, identificándolo en leves, moderados o graves.

2.3.2. Diagnostico o estudio de campo

Se ha desarrollado por medio de varias acciones como es el caso de la inspección visual a la vía en estudio, especialmente a las áreas que presentaron daños en la vía por medio del registro fotográfico y de su correspondiente análisis, también se hizo el empleo de los estudios de laboratorio como es el caso del CBR, el grado de humedad natural y granulometría de los materiales del suelo sobre el cual se realizó la construcción de la vía.

2.3.3. Inspección de la vía

La auscultación se define como un proceso de dos pasos que a través de un proceso sistemático permite tomar los datos del estado de un pavimento y

generar indicadores objetivos. Esta auscultación está clasificada como estructural y funcional (Solminihaç, 2001). Entre las propiedades funcionales podemos mencionar rugosidad, resistencia al deslizamiento. Otro indicador, que incluye el estado estructural y funcional del pavimento son los defectos de la superficie. Se dividen en tres grupos: formación de grietas, daños superficiales y la distorsión.

2.3.4. Estudio de laboratorio

Estas fueron procesadas mediante el diseño y elaboración de un cuadro de resumen de los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, humedad natural y densidad máxima de cinco muestras en total tomadas de un costado de la vía Pavón–Flavio Alfaro.

2.3.4.1. Ensayo C.B.R. (ASTM D-1883)

El ensayo consiste en determinar la capacidad portante de un suelo en función de su estado, densidad y humedad, así como de la sobrecarga que se le aplique.

El ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio) se puede llevar a cabo sobre un suelo compactado en laboratorio o bien sobre muestras inalteradas de un terreno determinado. Las muestras ya preparadas, pueden someterse a inundación de agua o ensayarlas sin inmersión.

Para la aplicación del presente ensayo se extrajo una muestra del suelo junto a la vía con la finalidad de realizar el análisis correspondiente, la calicata no se pudo extraer directamente de la vía por no tener la maquinaria específica que permita la debida extracción.

2.3.4.2. Limite plástico (ASTM D-4318)

La norma ASTM D 4318 enseñó a cómo realizar métodos de ensayo que son para la determinación del límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de los suelos.

Por tanto la muestra tomada a un costado de la vía será sometida a la prueba descrita ASTM D-4318 para determinar el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad.

2.3.4.3. Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)

Este es un ensayo rutinario de laboratorio mediante el cual se va a determinar la cantidad dada de agua presente en la muestra extraída a un costado de la vía Pavón - Flavio Alfaro, en términos de su peso en seco.

2.3.4.4. Análisis Granulométrico.

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm, (74 micrones) se utiliza el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeración indicado en la tabla 1.5. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes.

En consecuencia de que el suelo tiene partículas cuyas medidas son mayores a 0,074 mm se implementó el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeración.

:

Tabla 1.5. Tamices con su respectiva numeracion

TAMIZ DE ACERO INOXIDABLE (CEDAZO)				
Diámetro	75 mm			
Altura total	50 mm			
MARCA MONTI-INOX		FABRICACIÓN NACIONAL		
Clave	Modelo	Malla	Abertura (mm)	Abertura (pulgada)
MONTI01017	1004	4	4.76	.187
MONTI01020	1006	6	3.36	.132
MONTI01033	1008	8	2.38	.0937
MONTI01046	1010	10	2.00	.0787
MONTI01059	1012	12	1.68	0.0661
MONTI01062	1014	14	1.41	.0555
MONTI01075	1016	16	1.19	.0469
MONTI01088	1018	18	1.00	.0394
MONTI01091	1020	20	.841	.0331
MONTI01105	1030	30	.595	.0232
MONTI01118	1035	35	.500	.0197
MONTI01121	1040	40	.420	.0165
MONTI01134	1050	50	.297	.0117
MONTI01147	1060	60	.250	.0098
MONTI01150	1080	80	.177	.0070
MONTI01163	1100	100	.149	.0059
MONTI01176	1120	120	.125	.0049
MONTI01189	1150	150	.105	.0041
MONTI01192	1200	200	.074	.0029
MONTI01207	1250	250	.063	.0024
MONTI01210	1270	270	.053	.0021
MONTI01223	1325	325	.044	.0017

ACCESORIOS		
FONDOS DE ACERO INOXIDABLE		
Clave	Modelo	
MONTI01981	100-F	Para tamiz de 75 mm
MONTI02984	200-F	Para tamiz de 200 mm

TAPAS DE ACERO INOXIDABLE				
Diámetro	203 mm			
Altura total	66.6 mm			
MARCA MONTI-INOX		FABRICACIÓN NACIONAL		
Clave	Modelo	Malla	Abertura (mm)	Abertura (pulgada)
MONTI02010		3 1/2	90.5	3.50
MONTI02049	2000D	2 "	50.8	2.00
MONTI02065		3/8	9.51	.375
MONTI02078	2000	1/4 "	6.35	.250
MONTI02081	2004	4	4.76	.187
MONTI02094	2006	6	3.36	.132
MONTI02108	2008	8	2.38	.0937
MONTI02111	2010	10	2.00	.0787
MONTI02124	2012	12	1.68	.0661
MONTI02137	2014	14	1.41	.0555
MONTI02140	2016	16	1.19	.0469
MONTI02153	2018	18	1.00	.0394
MONTI02166	2020	20	.841	.0331
MONTI02179	2024	24	.707	.0280
MONTI02182	2030	30	.595	.0232
MONTI02195	2035	35	.500	.0197
MONTI02200	2040	40	.420	.0165
MONTI02213	2050	50	.297	.0117
MONTI02226	2060	60	.250	.0098
MONTI02239	2065	65	.210	.0083
MONTI02242	2080	80	.177	.0070
MONTI02255	2100	100	.149	.0059
MONTI02268	2120	120	.125	.0049
MONTI02271	2150	150	.105	.0041
MONTI02278	2165	165	.088	.0035
MONTI02284	2180	180	.063	.0021
MONTI02297	2200	200	.074	.0029
MONTI02301	2250	250	.063	.0024

Fuente: TPM EQUIPOS

2.4. Levantamiento de la información

2.4.1. Descripción de la Vía Pavón–Flavio Alfaro

En base a este estudio se busca determinar las causas que producen el deterioro del pavimento rígido en el cantón Flavio Alfaro durante el periodo invernal 2014. Vía Pavón-Flavio Alfaro



Imagen 1. Descenso de berma en la vía Pavón-Flavio Alfaro
Elaboración: Los Autores

2.4.2. Estudio de la zona

Para la realización de este estudio se efectuaron varias visitas a la vía Pavón–Flavio Alfaro, ya que la evaluación se la puede realizar de manera visual o instrumental, aplicado en una distancia lineal de 28 km.

El presente estudio afronta los principales mecanismos y causas que originan el deterioro del pavimento rígido durante el periodo invernal.

Mediante la observación visual y el recorrido en el tramo de la vía Pavón – Flavio Alfaro se pudo evidenciar los siguientes aspectos:



Imagen 2. Fisura longitudinal de la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores

El pavimento rígido contiene un sello contaminado con material extraño en la contracción excesiva de los paños que provoca el hundimiento o separación del relleno en la junta y facilita la consiguiente introducción de elementos extraños con un ancho de $\frac{3}{4}$ del ancho de la junta que se encuentran embutidas en el sello del pavimento rígido con un tramo de juntas afectadas del 25%.



Imagen 3. Hundimiento en un tramo de la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores

En uno de los tramos recorridos se observó que en la superficie del pavimento rígido existen muchas fisuras de retracción, las cuales son fisuras en forma de culebrillas no mayor a 3mm que se producen debido al clima de la zona o, a la poca precaución constructiva, estimamos que al momento del vaciado el hormigón este, no llegó con la temperatura idónea para esta zona que es los 32°C, o que no se protegió con parafinas anti sol, o membranas anti lluvias y viento, al hormigón en sitio.



Imagen 4. Pérdida de agregado en un paño de la vía Pavón-Flavio
Elaboración: los Autores

En otros tramos notamos fractura del hormigón que han sido reparados con epóxidos a inyección, estas fracturas se deben a los asentamientos de suelos, considerando que en esta zona encontramos arcilla expansiva, y es la principal causa de rotura de la vía.



Imagen 4. Fisura transversal y longitudinal hacia la cuneta de la vía Pavón-Flavio

Elaboración: Los Autores

La vía en mención presenta variaciones en forma de ondulaciones en su superficie debido a asentamientos naturales, no determinados previamente, considerando que existió un estudio previo del suelo y estos arrojaron la capacidad portante del suelo óptima para satisfacer las exigencia de transito de la vía en estudio, se considera que las deformaciones existentes se deben a escorrentía internas creadas naturalmente por las lluvias que aparecen en esta zona.



Imagen 5. Fisura longitudinal en varios paños de la vía Pavón-Flavio

Elaboración: Los Autores

Considerando que por la calidad del Hormigón, se puede determinar 12 horas después del vaciado al sitio, lo cual es el tiempo donde inicia su fraguado, observándose grietas pronunciadas y asentamientos irregulares del acabado de la superficie, es decir según lo observado en la imagen se determina que no existió el adecuado fraguado del hormigón, lo que ha generado grietas que han sido resanadas empleando pavimento flexible, lo que supone una solución de corto plazo pero que podría generar otros daños a futuro.



Imagen 6. Contracción de la vía al puente antiguo
Elaboración: Los Autores

Por lo que esta vía de pavimento rígido tiene el tiempo suficiente construido, para determinar que las deformaciones existentes, probablemente por la falta de control de calidad del hormigón.



**Imagen 7. Fisura transversal y daño en juntas de la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores**

Para constatar que los problemas de esta vía en estudio, no es el diseño del hormigón, se debe obtener un núcleo en cualquier parte de la vía, el cual determinará si existió exceso de arena, exceso de agua, exceso de cemento, debido a esto no alcanzo la resistencia requerida para esta vía.

El presente informe está relacionado con el estudio de la estructura del pavimento rígido existente, en el área correspondiente a la vía Pavón- Flavio Alfaro, a la cual acceden los vehículos en exceso de peso.

- La vía está realizada con material de hormigón la misma que tiene una resistencia estimada de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.
- Se pudo detectar que entre los daños del deterioro del pavimento rígido influye la calidad del tránsito y la capacidad en reducción del pavimento en lo que se refiere a la carga.
- Se evidencio que al fundir los paños de losas de pavimento empezaron a presentarse las primeras fisuras que tienen en su mayoría sentido longitudinal y transversal al eje de la vía, esto se fue incrementando a todo el tramo, el fisuramiento.

La severidad de la vía se encuentra en un 68% de porcentaje de ocurrencia.

2.4.3. Diseño del pavimento existente

Es una vía de primer orden que tiene un ancho de vía de 16m y se divide en dos carriles cada uno de 6m y tiene un bordillo cuneta de 2m x 0.80cm con una tubería de pvc de 150mm semi perforada la cual sirve como sub dren y una malla geo textil NT 2000 A = 4.40m²/ml la malla tiene un ancho de 4m con traslape 0.20cm y una gradiente mínima 1% al 3% con un material de mejoramiento de $e = 0.69\text{cm}$ con una capa de base de $e = 21\text{cm}$ y el hormigón de $e = 20\text{cm}$ y con suelo existente CBR 2% con un bombeo del 2%.

SECCION TIPO

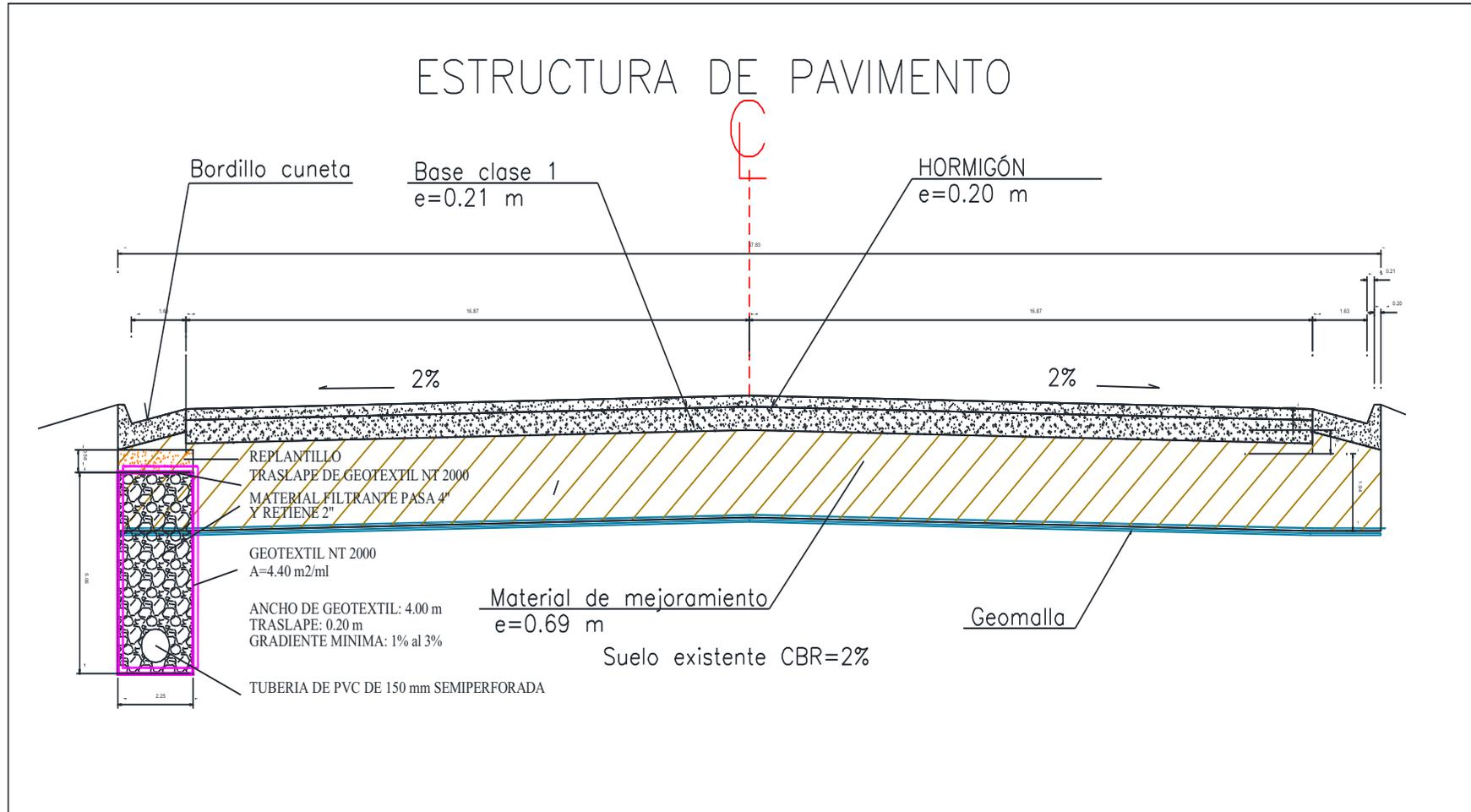


FIGURA 2.1. Estructura de pavimento de la vía existente

Fuente: MTOP

2.4.4. Inspección visual in situ

Este se procesó por medio del registro fotográfico de las principales fallas encontradas en la vía Pavón–Flavio Alfaro empleando un flexómetro para el cálculo de su longitud y profundidad en que la cual se puede determinar que la mayoría de las fallas son leves y moderadas y que la vía precisa de una intervención a mediano plazo, mediante esta labor se constataron que muchas de las fallas de la vía habían sido reparadas pero no de la manera indicada ya que muchas ocasiones propicia el desmejoramiento de las condiciones de la vía y más aún cuando existen condiciones climáticas adversas que acentúen aún más el problema.

2.4.5. Determinación de los daños en la vía Pavón – Flavio Alfaro

Para determinar los daños de la vía en situ para la observación visual o instrumental aplicado a una distancia lineal de 28 Km los cuales consta en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1. Daños de pavimento rígido

Daños en estructuras de Pavimento Rígido	Descripción	Medición
Fisura transversal o diagonal	Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.	-En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.
		- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.
		- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.
Fisura Longitudinal:	Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.	- En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.
		- En términos de número de losas afectadas, totalizando el número de estas que evidencien fisuras longitudinales.

		- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.
Fisura de Esquina.	Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.	-Contiene una única fisura de esquina;
		- Contiene más de una fisura del mismo nivel de severidad;
		- Contiene dos o más fisuras de diferentes niveles de severidad;
		-En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable.
		- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.
Losas subdivididas.	Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.	-Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, en términos del número de losas afectadas según su severidad. Si se registró como de severidad mediana a alta, no se cuenta otros daños que pudieran evidenciar la losa. El registro se lleva separadamente para cada nivel de severidad.
Fisuras en Bloque.	Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloque pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.	-En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.
		- En términos de cantidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

Fisuras Inducidas.	Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de fisuras de forma errática cuyo desarrollo en el pavimento es indicado por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de las losas.	-En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.
		- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por "Fisuras Inducidas".

Fuente: Elaborado por autores

2.4.6. Deformación del pavimento rígido

En la vía pavón-Flavio Alfaro se encuentran daños como levantamientos de losas dislocamiento, hundimientos y esta causa la podemos constatar en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2. Deformación de pavimento

	Descripción	Medición
Levantamiento de losas	Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.	Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.
		- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.
Dislocamiento	Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.	El dislocamiento a través de una junta, se cuenta como una losa.
		- El dislocamiento a través de una grieta es una falla combinada; no se computa como dislocamiento pero se considera al definir la severidad de la grieta.

Hundimiento	Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.	- Los metros cuadrados afectados.
		- El número de losas afectadas.

Fuente: Elaborado por autores

Las juntas transversales pueden ser de contracción, expansión, alabeo o construcción; normalmente las de contracción, funcionan también como juntas de alabeo.

En condiciones de tráfico pesado, como es el caso que se presenta en la estación de Pesaje, es necesario complementar la eficiencia de la trabazón de los agregados en las juntas transversales mediante el empleo de barras de acero liso, identificadas como pasadores.

Encuesta

La encuesta se utilizó para consultar a profesionales de la rama de la ingeniería civil sobre las causas del deterioro de la vía pavón Flavio Alfaro.

2.6. Localización de la investigación

2.6.1. Localización Geográfica

País: Ecuador

Región: Costa

Provincia: Manabí

Cantón: Chone – Flavio Alfaro

Parroquia: Ricaurte

Vías: Pavón – Flavio Alfaro

2.6.2. Ubicación geográfica del proyecto

Este proyecto está realizado en la Vía Chone–Quito, específicamente en el tramo Pavón–Flavio Alfaro, de los Cantones Chone y Flavio Alfaro de la Provincia de Manabí, país Ecuador, en las coordenadas $0^{\circ}32'58.8''S$ $80^{\circ}02'30.1''W$ y $0^{\circ}24'14.8''S$ $79^{\circ}54'43.9''W$.

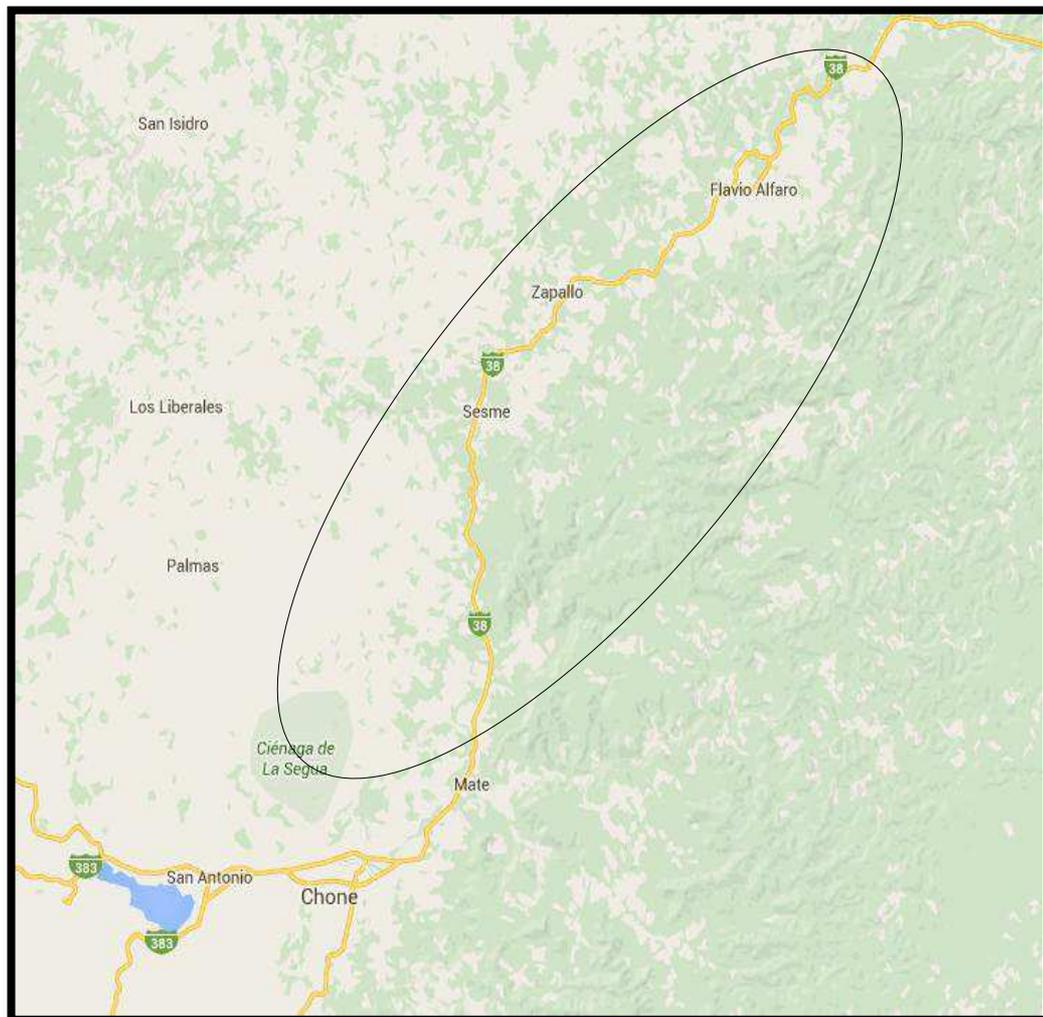


Imagen 8: Ubicación Geográfica del Proyecto

Fuente: Google Earth

Encuesta a profesionales especialistas en vías de pavimentos rígidos.

La encuesta se utilizó para establecer la importancia de la vía de acuerdo a los profesionales, y el estado de deterioro que presenta la vía.

2.7. Población y Muestra

2.7.1. Población

Se considera como base poblacional de 205 profesionales de la rama de ingeniería civil con residencia en Manabí y que actualmente pueden conocer la condición de la vía Pavón–Flavio Alfaro, para determinar éste número de profesionales se procedió a consultar en los registros del colegio de Ingenieros Civiles de Manabí con su sede en la ciudad de Portoviejo.

De acuerdo a los datos obtenidos mediante los registros del colegio de ingenieros civiles de Manabí, se procedió a comparar con el portal de compras públicas para establecer los profesionales que cuentan con experiencia en construcción de calles y carreteras.

Llamado también universo o colectivo, es el conjunto de todos los elementos que tienen una característica común. Una población puede ser finita o infinita. Es población finita cuando está delimitada y conocemos el número que la integran, así por ejemplo: Estudiantes de la Universidad UTM. Es población infinita cuando a pesar de estar delimitada en el espacio, no se conoce el número de elementos que la integran, así por ejemplo: Todos los profesionales universitarios que están ejerciendo su carrera.

2.7.2. Muestra

La muestra es un subconjunto de la población. Ejemplo: Estudiantes de 2do Semestre de la Universidad UTM.

Sus principales características son:

Representativa.- Se refiere a que todos y cada uno de los elementos de la población tengan la misma oportunidad de ser tomados en cuenta para formar dicha muestra.

Adecuada y válida.- Se refiere a que la muestra debe ser obtenida de tal manera que permita establecer un mínimo de error posible respecto de la población.

Para que una muestra sea fiable, es necesario que su tamaño sea obtenido mediante procesos matemáticos que eliminen la incidencia del error.

Población Finita			
En donde:	95%		
Z = nivel de confianza.	1,96	N = Universo	2000
p = Probabilidad a favor.	0,5	e = error de estimación.	0,06
q = Probabilidad en contra.	0,5	n = tamaño de la muestra	x

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

$n = \frac{3,8416 \quad 500}{7,2 \quad + \quad 0,96}$	1920,8	235,4
	8,2	

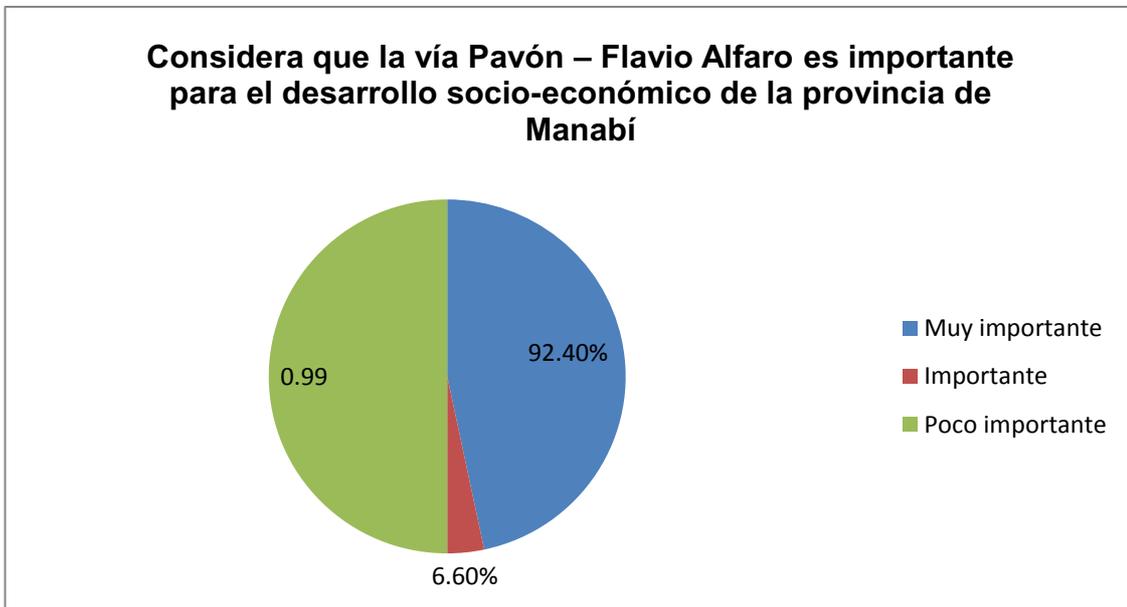
En el presente trabajo de investigación tenía previsto realizar una encuesta a través de una población muy amplia de más de 2000 profesionales de la rama de ingeniería civil de la provincia de Manabí, al aplicar el tamaño de la muestra dio como resultado hacer una encuesta a 303 personas profesionales lo cual motivo hacer una reconsideración y tomando en cuenta haciéndonos en vez de encuesta unas entrevistas solo exclusivamente a profesionales de la rama de ingeniero civil que hayan tenido experiencia o que se desenvuelva en el ámbito de los de los ejes viales o que hayan hecho gestión en el ministerio de transporte y obras públicas en los provinciales locales y lo cual generalizamos una respuesta muy favorable y de calidad en el levantamiento de la información que nos ayudaría muchísimo a tomar en cuenta el análisis de la vía de objeto de estudio, el cual nos sirve para obtener un mejor resultado, a lo entrevistado.

1.- Considera que la vía Pavón–Flavio Alfaro es importante para el desarrollo socio-económico de la provincia de Manabí.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Muy importante	280	92,40%
Importante	20	6,60%
Poco importante	03	0,99%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

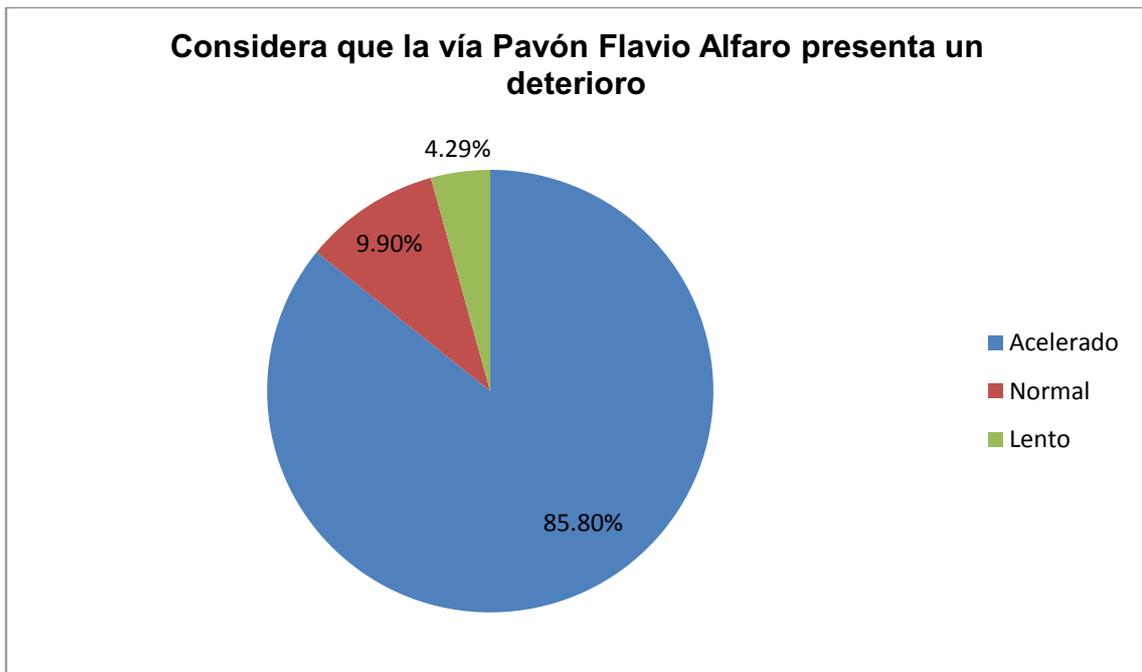
En la encuesta que se les realiza a los profesionales en la rama de ingeniería civil en la provincia de Manabí, que si considera la vía Pavón – Flavio Alfaro como importante desarrollo en la socio-economía, el 92,40% muy importante, con el 6,60% importante mientras que el 0,99% poco importante.

Los resultados muestran que los profesionales en la rama de ingeniería civil consideran muy importante esta vía Pavón – Flavio Alfaro, ya que esta parroquia cuenta con una variedad de comida típicas que es sustancial para el sector en su economía.

2.- Considera que la vía Pavón-Flavio Alfaro presenta un deterioro.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Acelerado	260	85,80%
Normal	30	9,90%
Lento	13	4,29%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se les aplicó a los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí en la que considera la vía Pavón-Flavio Alfaro con deterioro, la cual el 85,80% acelerado, el 9,90% normal y con el 4,29% lento.

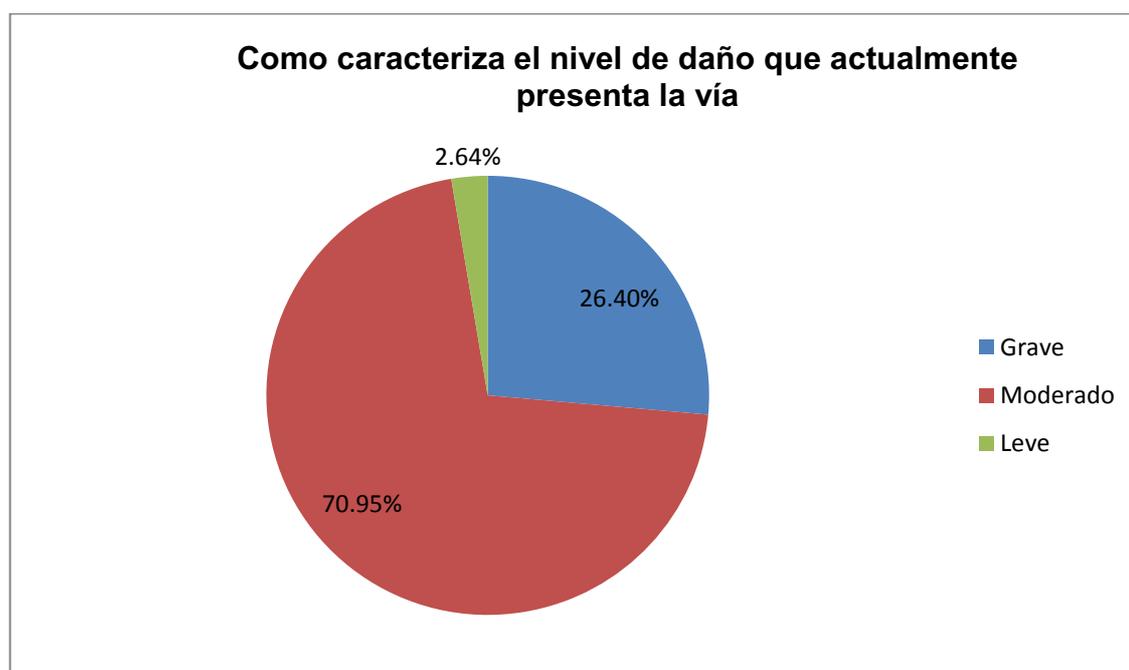
Los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifiestan que el deterioro de la vía Pavón-Flavio Alfaro se encuentra acelerado en la relación en la vida útil que debe tener dicha vía.

3.- Como caracteriza el nivel de daño que actualmente presenta la vía

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Grave	80	26,40%
Moderado	215	70,95%
Leve	8	2,64%
Total	303	100

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta realiza a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí de que como caracteriza el nivel de daño que actualmente presenta la vía la cual se manifiesta con el 26,40% grave el 70,95% Moderado y mientras que el 2,64% leve.

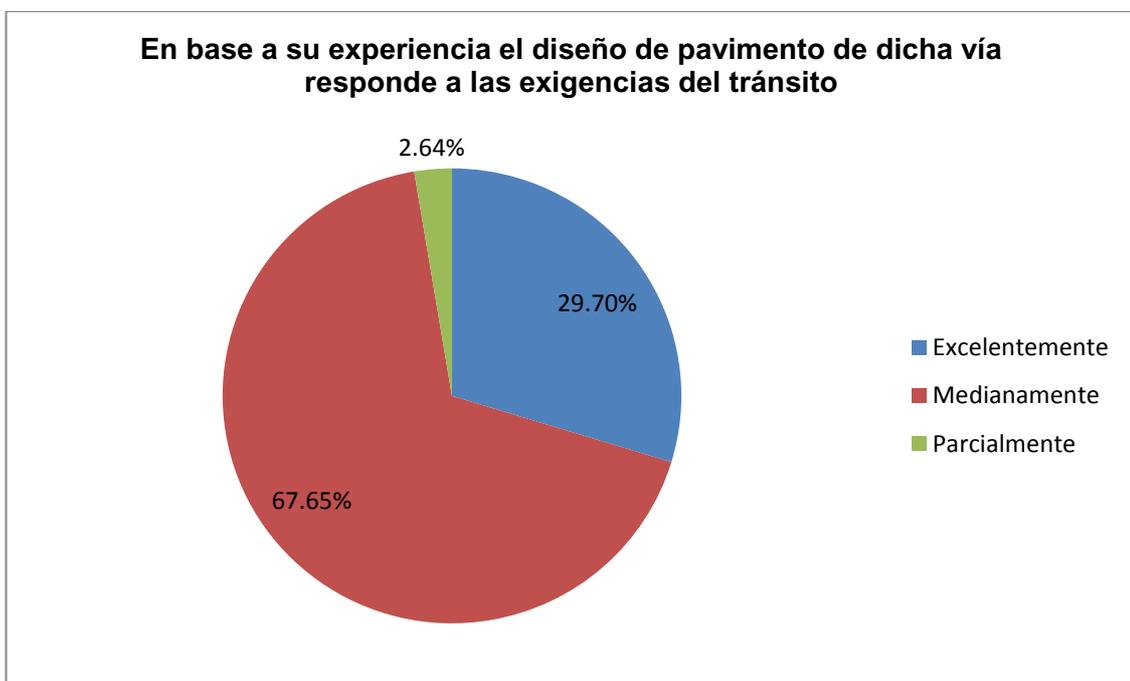
Con los resultados de esta encuesta los profesionales en la rama de ingeniería civil manifiestan que los niveles de daños en la vía Pavón – Flavio Alfaro es moderado en los usuarios que deben tomar las precauciones necesarias en este sector como en algunos casos existe un carril para el tráfico vehicular.

4.- En base a su experiencia el diseño de pavimento de dicha vía responde a las exigencias del tránsito.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Excelentemente	90	29,70%
Medianamente	205	67,65%
Parcialmente	08	2,64%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

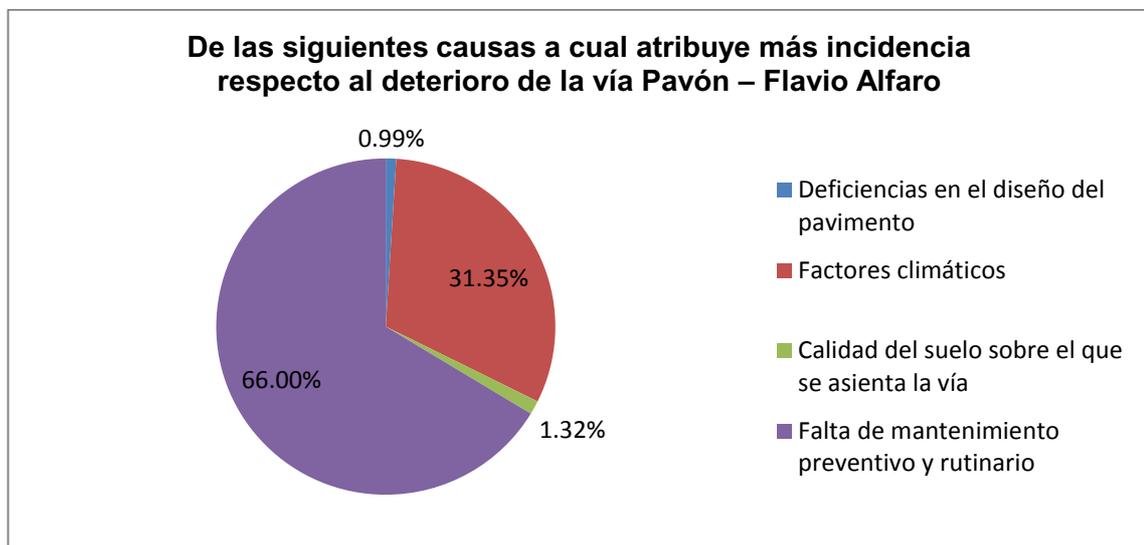
Esta pregunta que se realizó a los profesionales en la rama de ingeniería civil, en base su experiencia, el diseño de pavimento de dicha vía responde a las exigencias del tránsito a los que ellos manifestaron con el 29,70% excelentemente, el 67,65% medianamente y mientras que el 2,64% parcialmente.

Los Profesionales en la rama de Ingeniería Civil manifiestan que los diseños de pavimentación de la vía Pavon – Flavio Alfaro medianamente responde a las exigencias de tránsito que tiene un pavimento.

5.- De las siguientes causas a cual atribuye más incidencia respecto al deterioro de la vía Pavón – Flavio Alfaro

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Deficiencias en el diseño del pavimento	03	0,99%
Factores climáticos	95	31,35%
Calidad del suelo sobre el que se asienta la vía	04	1,32%
Falta de mantenimiento preventivo y rutinario	201	66,00%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta encuesta realizada a los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí en la que cuales son las causas que atribuye mas incidencia respecto al deterioro de la via Pavon – Flavio Alfaro, con el 0,99% Deficiencias en el diseño del pavimento, el 31,35% Factores climáticos, mientras que el 1,32% Calidad del suelo sobre el que se asienta la vía, y el 66,00%. Falta de mantenimiento preventivo y rutinario.

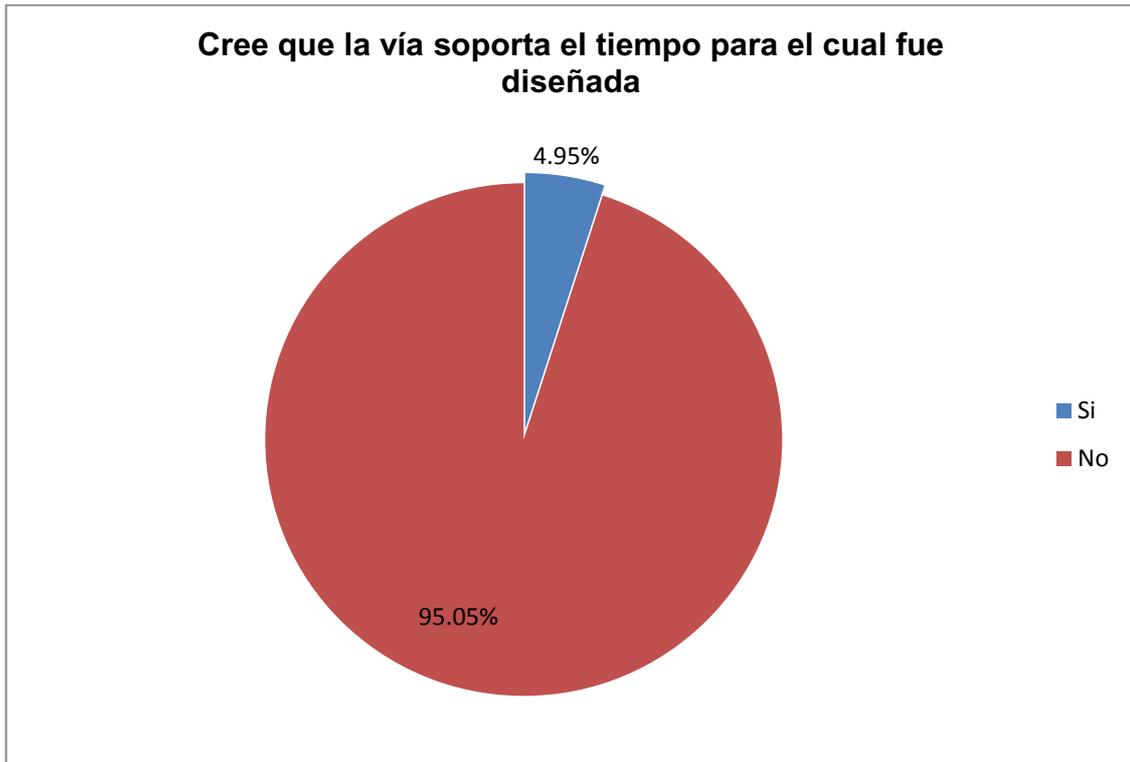
Los profesionales en la rama de ingeniería civil en la provincia de Manabí manifiesta que el deterioro de la via Pavon – Flavio Alfaro es por falta de mantenimiento preventivo y rutinario del consejo Provincial de Manabí.

6.- Cree que la vía soporta el tiempo para el cual fue diseñada

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	4,95%
No	288	95,05%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

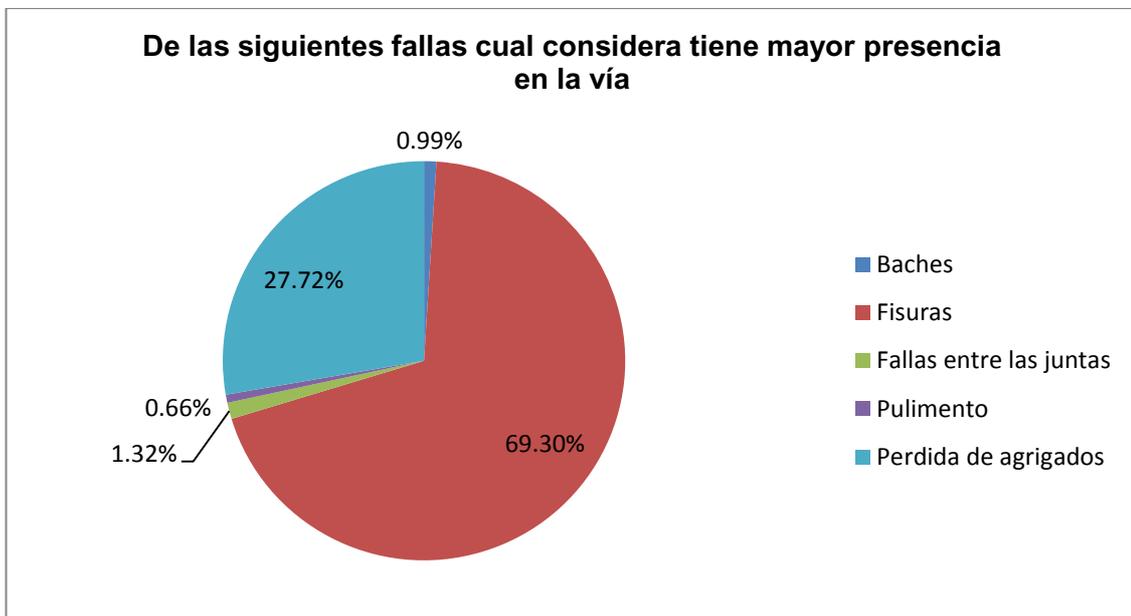
En esta pregunta que se les aplicó a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí en la que si Ud. cree que la vía soporta el tiempo para el cual fue diseñada en la vía Pavón – Flavio Alfaro con la cual el 4,99% si y el 95,05% no.

Los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifiestan que la vía Pavón – Flavio Alfaro no soporta el tiempo para el cual fue diseñado ya que el consejo provincial tiene que poner un hormigón de mejor calidad y duradero, lo cual es de gran importancia para este sitio.

7.- De las siguientes fallas cual considera tiene mayor presencia en la vía

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Baches	03	0,99%
Fisuras	210	69,30%
Fallas entre las juntas	04	1,32%
Pulimento	02	0,66%
Perdida de agregados	84	27,72%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta encuesta que se les aplicó a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí en la que cual considera la mayor falla en la vía Pavón – Flavio Alfaro, con el 0,99% baches, el 69,30% fisuras, el 1,32% fallas entre las juntas mientras que con el 0,66% pulimento y el 27,72% pérdida de agregados.

La mayoría de los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifestaron que la vía Pavón – Flavio Alfaro tiene fisuras en la carreteras lo cual provoca daños en algunos vehículos.

8.- Considera que el deterioro de la vía es un factor que perjudica la población a nivel Nacional.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Político	06	1,98%
Social	10	3,30%
Económico	287	94,72%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en ingeniería civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

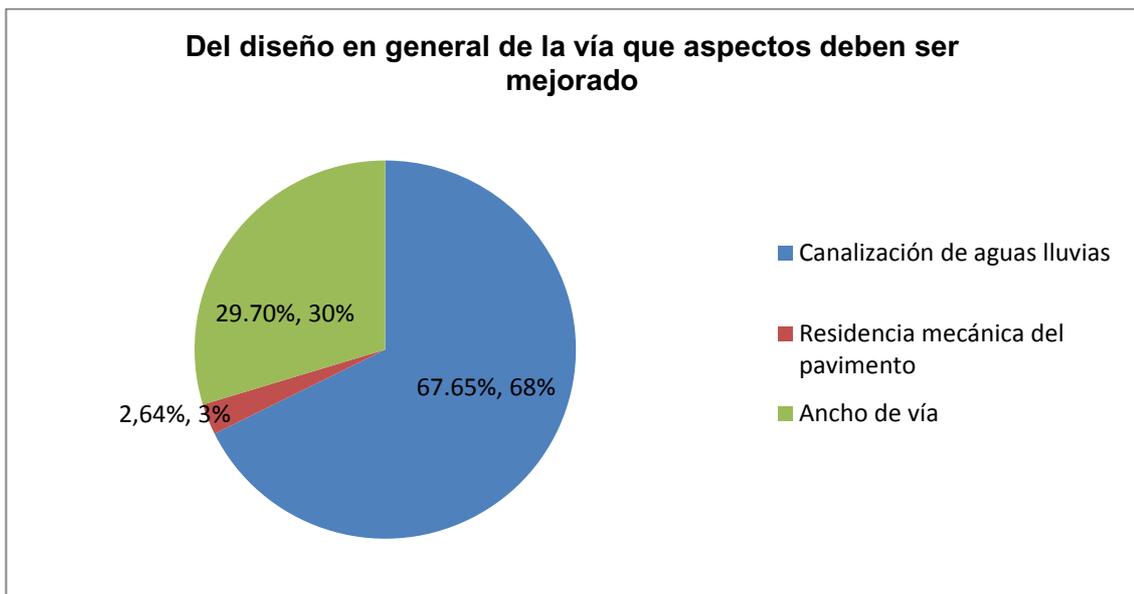
De los profesionales en la rama de ingeniería civil de la provincia de Manabí se les pregunto uds consideran que el deterioro de la vía es un factor que perjudica la población a nivel, en la que el 1,98% manifestaron que político, el 3,30% social y el 94,72% económico.

Con los resultados de esta encuesta a los que se les hicieron la pregunta y los profesionales en la rama de ingeniería civil respondieron que perjudica a la economía de la población de Pavón – Flavio Alfaro ya que hay algunos locales de comida en dicho sector.

9.- Del diseño en general de la vía que aspectos deben ser mejorado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Canalización de aguas lluvias	205	67,65%
Resistencia mecánica del pavimento	08	2,64%
Ancho de vía	90	29,70%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta encuesta que se les aplicó a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí en la que el diseño en general de la vía que aspectos deben ser mejorado en Pavón–Flavio Alfaro, con el 67,65% canalización de aguas lluvias, el 2,64% resistencia mecánica de pavimento que se refiere a la tolerancia del mismo en el uso y paso de automotores, y el 29,70% ancho de vía.

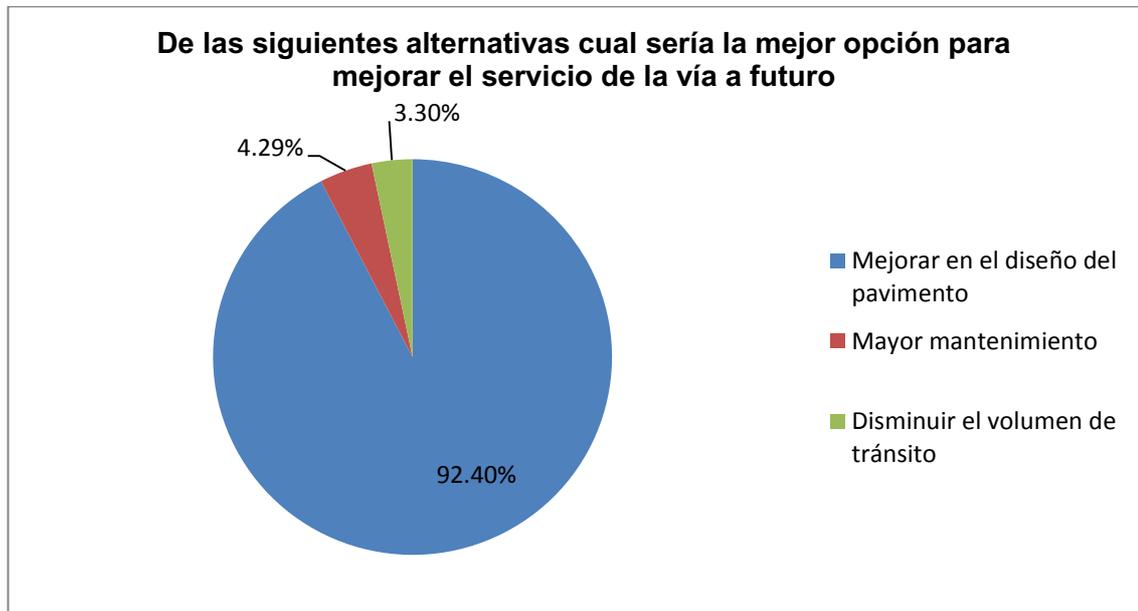
La mayoría de los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifestaron que la vía Pavón – Flavio Alfaro debe ser mejorada la canalización de aguas lluvias ya que este sector al llover no corre muy bien el agua y a su vez provoca daños en la carretera.

10.- De las siguientes alternativas cual sería la mejor opción para mejorar el servicio de la vía a futuro

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mejorar en el diseño del pavimento	280	92,40%
Mayor mantenimiento	13	4,29%
Disminuir el volumen de tránsito	10	3,30%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil

Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

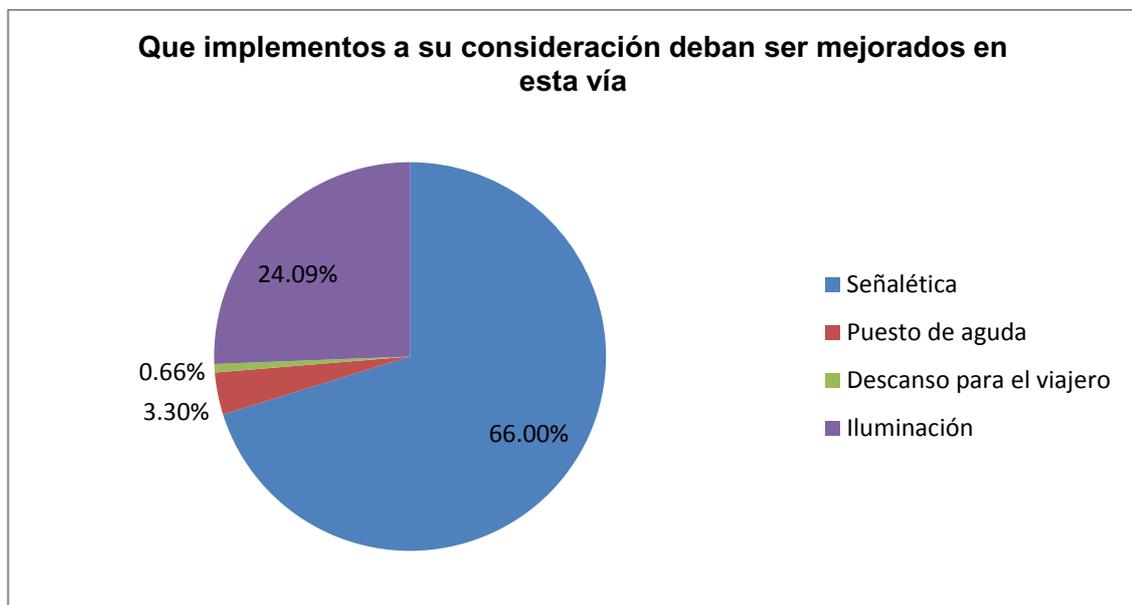
En esta pregunta que se les aplicó a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí, en la cual sería la mejor opción para mejorar el servicio de la vía a futuro en Pavón – Flavio Alfaro, con el 92,40% mejorar en el diseño de pavimento, el 4,29% mayor mantenimiento, y el 3,30% disminuir el volumen de tránsito.

La mayoría de los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifestaron que la vía Pavón – Flavio Alfaro en la que se debe mejorar el diseño de pavimento la cual tenga una mejor duración y una mejor vida para este sector.

11.- Que implementos a su consideración deban ser mejorados en esta vía

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Señalética	200	66, %
Puesto de ayuda	10	3,30%
Descanso para el viajero	20	0,66%
Iluminación	73	24,09%
Total	303	100%

Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis



Fuente: Profesionales en Ingeniería Civil
Elaborado por: Autores de tesis

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se les realizó a los profesionales en la rama de ingeniería civil de la Provincia de Manabí, en la que implemento considera que deben ser mejorado en la vía Pavón – Flavio Alfaro, con el 66% señalética, el 3,30% puestos ayuda, el 0,66% descanso para el viajero, y el 24,09% iluminación.

Los resultados de la encuesta realizada a los profesionales en la rama de ingeniería civil en la Provincia de Manabí manifestaron que la vía Pavón – Flavio Alfaro deben de implementarse señaléticas ya que por ese lugar es oscuro y peligroso para el transportista que viaja por ese sector.

CAPITULO III

3. Análisis evaluación de los datos obtenidos

A continuación se detallará las causas posibles del deterioro del pavimento rígido en la vía Pavón- Flavio Alfaro:

3.1. Grietas Longitudinal



Grieta longitudinal de la vía Pavón-Flavio Abscisa 20+300

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Abertura en la junta longitudinal del pavimento.

Causas Posibles:

- ✓ Ausencia de barras de acero de amarre entre pistas adyacentes.
- ✓ Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento Diferencial en la subrasante.
- ✓ Carencia de bermas.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja ancho separación < 3 mm y sin deformación perceptible de la Sección transversal.
- ✓ Media: 3 mm ancho separación 20 mm y la deformación de la Sección transversal no implica riesgos para la seguridad de los Usuarios.
- ✓ Alta: ancho separación > 20 mm y/o la deformación de la sección Transversal, cualquiera sea el ancho de la separación, conlleva riesgos.

Reparación:

- ✓ Cuando la sección transversal no presenta deformaciones que signifiquen un riesgo para la seguridad de los usuarios, sellar de acuerdo con la Operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas.
- ✓ Si hay deformación peligrosa de la sección transversal, reconstruir el
- ✓ Fresado para restituir el perfil longitudinal original.

3.2. Grieta en esquina

Grieta en esquina de la vía Pavón-Flavio Abscisa 22+150

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversal y longitudinal y que forma un ángulo de Aproximadamente 50 grado. con la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo varía entre 300 mm y la mitad del ancho de la losa.

Causas Posibles:

- ✓ Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base o alabeo térmico.
- ✓ Sobrecarga en las esquinas.
- ✓ Deficiente transmisión de cargas entre las juntas.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja: longitud con saltaduras < 10% de su longitud; escalonamiento Imperceptible y el trozo de la esquina está completo.

- ✓ Media: saltaduras de severidad baja en más del 10% de la longitud o la saltadura de la grieta o junta < 15 mm y el trozo de la esquina está completo.
- ✓ Alta: saltaduras de severidad media o alta en más del 10% de longitud o la saltadura de la grieta o junta es 15 mm o el trozo de la esquina está quebrado en dos o más pedazos.

Medición:

- ✓ Establecer el número (Nº) de grietas de esquina para cada nivel de severidad. Clasificarlas con el más alto nivel de severidad presente en al menos el 10% de la longitud.

Reparación:

- ✓ Para severidad baja, sellar, según Operación N° 1, Sellado de Juntas y Grietas.
- ✓ Para severidades media y alta, reparar en todo el espesor una franja de pavimento del ancho de la losa y de una longitud mínima igual a la distancia entre la junta y la intersección de la grieta con el borde externo (L en la Figura); Operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda.

3.3. Grietas longitudinales



Grieta longitudinales de la vía Pavón-Flavio Abscisa 25+190

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Grietas que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia (L en la Figura) mucho mayor que la mitad del ancho de la losa ($a/2$ en la Figura).

Causas Posibles:

- ✓ Asentamiento de la base y/o la subrasante.
- ✓ Losa de ancho excesivo.
- ✓ Carencia de una junta longitudinal.
- ✓ Mal posicionamiento de las barras de traspaso de cargas.
- ✓ Aserrado tardío de la junta.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja: ancho < 3 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible
- ✓ Media: 3 ancho grieta 10 mm o con saltadura de ancho < 50 mm o escalonamiento < 15 mm.
- ✓ Alta: ancho 10 mm o saltaduras de ancho 50 mm o escalonamiento 15 mm.

Medición:

- ✓ Determinar la longitud (m) y número (Nº) de grietas longitudinales para cada nivel de severidad.
- ✓ Determinar separadamente también la longitud (m) de grietas longitudinales selladas, clasificándolas según nivel de severidad.

Reparación:

- ✓ Para niveles de severidad baja y media, sellar según Operación Nº 1 Sellado de Juntas y Grietas.
- ✓ Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor del tramo dañado; Operación Nº 2 ó Nº 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda

3.4. Grietas transversales



Grieta trasversales de la vía Pavón-Flavio Abscisa 28+100

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Grietas predominantemente perpendiculares al eje de la calzada.
- ✓ También pueden extenderse desde una junta transversal hasta el borde del pavimento, siempre que la intersección con la junta esté a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa ($T > a/2$ en la Figura) y la intersección con el borde se encuentre a una distancia inferior que la mitad del ancho de la losa ($L < a/2$ en la Figura).

Causas posibles:

- ✓ Losas de longitud excesiva.
- ✓ Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- ✓ Espesor de la losa insuficiente para soportar las sollicitaciones.
- ✓ Retracción térmica que origina alabeos.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja: ancho < 3 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible
- ✓ Media: 3 ancho grieta 6 mm o con saltaduras de ancho < 50 mm o escalonamiento < 6 mm.
- ✓ Alta: ancho 6 mm o saltadura de ancho 50 mm o escalonamiento 6 mm.

Medición:

- ✓ Determinar el número (N°) y la longitud (m) de grietas para cada nivel de severidad.

- ✓ Asignar a cada grieta el nivel de severidad más alto que representa al menos el 10% de la longitud total.
- ✓ Determinar separadamente también la longitud (m) total de grietas, agrupadas por nivel de severidad, que tengan el sello en buenas condiciones.

Reparación:

- ✓ Para niveles de severidad baja y media, sellar; según Operación N°1, Sellado de Juntas y Grietas.
- ✓ Para nivel de severidad alta, reparación en todo el espesor; Operación N° 2 ó N° 3 Reparación en Todo el Espesor, según corresponda.

3.5. Desintegración



Grieta transversales de la vía Pavón-Flavio Abscisa 30+230

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Desintegración progresiva de la superficie perdiéndose primero la textura y luego el mortero, quedando el árido grueso expuesto.

Causas Posibles:

- ✓ Hormigón con exceso de mortero
- ✓ Hormigón mal dosificado

- ✓ En climas fríos, acción del tránsito y de los ciclos de hielo-deshielo cuando la superficie presenta fisura miento por retracción (tipo malla, Deterioro 3.1) o el hormigón no contiene aire incorporado.
- ✓ Curado inapropiado

Niveles de Severidad:

- ✓ No pueden determinarse niveles de severidad mediante inspección visual.
- ✓ Se pueden establecer niveles de severidad en función de la reducción que experimente la resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción).

Medición:

- ✓ Establecer la superficie (m) afectada.

Reparación:

- ✓ Mediante el procedimiento denominado reparación de espesor parcial, Operación N° 4, Reparación de Espesor Parcial.
- ✓ Recubrir con una mezcla asfáltica, si se acepta el incremento de las irregularidades (IRI, Índice de Rugosidad Internacional) que ello significa.

3.6. Baches



Baches de la vía Pavón-Flavio Abscisa 34+030

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Cavidad, normalmente de forma redondeada, que se forma al desprenderse hormigón de la superficie. Su diámetro varía entre unos 25 mm y 100 mm y la profundidad supera los 15 mm.

Causas Posibles:

- ✓ Materiales deleznable (terrones de arcilla, cal viva, etc.) en el interior del hormigón, Mortero poco homogéneo.

Niveles de Severidad:

- ✓ No se clasifican por niveles de severidad.
- ✓ Se pueden establecer niveles de severidad en función de la intensidad de baches por tramo unitario o unidad de muestreo.

Medición:

- ✓ Establecer la cantidad (Nº) de baches y la superficie (m) de cada uno de ellos.

Reparación:

- ✓ Limpiar muy bien las paredes, colocar un puente de adherencia y luego rellenar con un hormigón que contenga un aditivo expansor.
- ✓ Si el deterioro es generalizado, reparar colocando una carpeta asfáltica u otra alternativa, siempre que se garantice la adherencia entre las capas.

3.7. Descenso de berma

Descenso de berma de la vía Pavón-Flavio Abscisa 35+900

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Es la diferencia de altura entre el borde externo del pavimento y la Berma.

Causas Posibles:

- ✓ Asentamiento de la berma, normalmente por una compactación insuficiente.
- ✓ En bermas no revestidas, principalmente por el tránsito; también por erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la plataforma.
- ✓ En zonas frías, con ciclos de hielo deshielo, por des compactación producida por la penetración de la helada en suelos heladizos.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja: descenso < 10 mm.
- ✓ Media: 10 mm descenso 30 mm.
- ✓ Alta: descenso > 30 mm.

Medición:

- ✓ Establecer la diferencia de nivel entre el borde del pavimento y la berma (mm) mediante mediciones distanciadas a no más de 20 m.

Reparación:

- ✓ Nivelar procediendo de acuerdo con el material que conforme la berma, de acuerdo con la Operación N° 7 ó N° 8, Nivelación de Bermas, según corresponda, después de eliminar el efecto del agua, si la hubiera, mejorando el sistema de drenaje.

3.8. Parches deteriorado



Parche deteriorado de la vía Pavón-Flavio

Abscisa 38+300

Elaboración: Los Autores

Descripción:

- ✓ Área superior a 0,1 m o losa completa que ha sido removida y reemplazada por un material que puede ser hormigón o asfalto y que se encuentra deteriorada.

Causas Posibles:

- ✓ En el caso de parches asfálticos, capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo.
- ✓ En reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al del pavimento existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.
- ✓ En parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja: cualquiera sea el tipo de deterioro que presenta el parche se clasifica como de baja severidad o el escalonamiento o asentamiento del perímetro es imperceptible.

- ✓ Media: cualquiera sea el tipo de deterioro que presenta el parche, es de severidad media o el escalonamiento o asentamiento del perímetro no supera los 5 mm.
- ✓ Alta: cualquiera sea el tipo de deterioro que presenta el parche, es de alta severidad o que el escalonamiento o asentamiento del perímetro es mayor que 5 mm.

Medición:

- ✓ Determinar el número (Nº) de parches y la superficie (m) del área afectada, para cada nivel de severidad; indicar por separado los parches de asfalto y los de hormigón.

Reparación:

- ✓ Parches asfálticos: Severidad baja o media: colocar un sello o lo que corresponda según el tipo de deterioro presente. Severidad alta: rehacer el parche completamente.
- ✓ Parches de hormigón: Severidad baja o media: reparar según corresponda por el tipo de deterioro presente. Severidad alta: rehacer el parche completamente y si el deterioro es por insuficiencia de transferencia de cargas en las juntas, colocar.

3.9. Diseño geométrico

Este es un diseño de la vía el cual nos ayuda a establecer el área a ser estudiada en un plano geométrico.

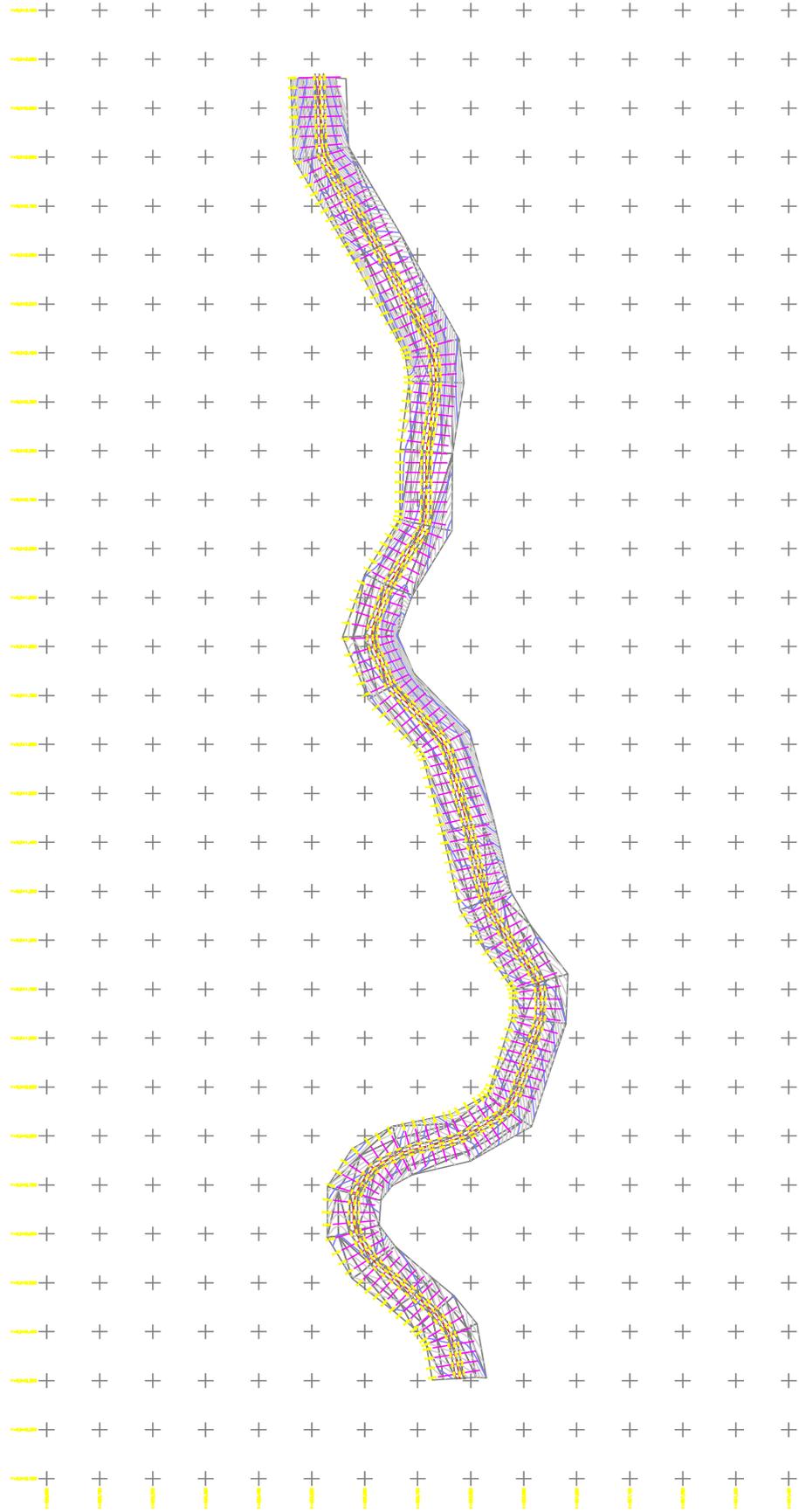


Figura 3. 1. Diseño geométrico

3.10. Análisis del tráfico

Para llegar a los resultados especificados dentro de éste análisis, se procedió a realizar un conteo manual de los automotores que circulan por la vía pavón Flavio Alfaro.

En el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA 2014), solo se consideraron los vehículos pesados, que son los que ingresan en la vía Pavón-Flavio Alfaro; para la tasa de crecimiento anual, se ha considerado el valor del 3.00%.

3.10.1. Elaboración de los niveles promedio de tránsito

Mediante la observación de las vías y de los vehículos que transitan por ella en los diferentes ejes que presentan desde los vehículos livianos, camiones 2da, camiones 2DB, camión 3A – V3, tracto camión 2S2, 3S2, 3S3, determinado un numero acumulado de ejes de N20 =2.954,967 , empleando AASHTO 93.

3.10.2. Calculo del Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Tabla 3. 3. Datos del tráfico anual por tipo de vehículos de la vía Pavón-Flavio

CLASIFICACIÓN	TA 2014	PORCENTAJE (%)
Camiones 2DA	114.245	31,08
Camiones 2DB	114.245	31,08
Camión 3A-V3A	16.425	4,47
Tracto camión 2S2	11.680	3,18
Tracto camión 3S2	35.405	9,63
Tracto camión 3S3	75.555	20,56
TOTAL	367.555	100

Elaborado: Por autores

Para establecer el valor correspondiente al TPDA se procede a la aplicación de la siguiente formula:

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Camiones 2DA

$$TPDA = \frac{114.245}{365}$$

TPDA camiones 2DA: 313

Camiones 2DB

$$TPDA = \frac{114.245}{365}$$

TPDA camiones 2DB: 313

Camión 3A-V3A

$$TPDA = \frac{16.425}{365}$$

TPDA camión 3A – V3A: 68

Tracto camión 2S2

$$TPDA = \frac{11.680}{365}$$

TPDA tracto camión 2S2: 32

Tracto camión 3S2

$$TPDA = \frac{35.405}{365}$$

TPDA tracto camión: 97

Tracto camión 3S3

$$TPDA = \frac{75.555}{365}$$

TPDA tracto camión: 207

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el Tráfico promedio diario anual (TPDA) y su composición.

Tabla 3. 4. Análisis de tráfico de la vía Pavón-Flavio

CLASIFICACIÓN	TPDA	PORCENTAJE (%)
	2014	
Camiones 2DA	313	30.39
Camiones 2DB	313	30.39
Camión 3A-V3A	68	6.60
Tracto camión 2S2	32	3.11
Tracto camión 3S2	97	9.42
Tracto camión 3S3	207	20.10
TOTAL	1030	100

Elaborado: Por autores

Número acumulado ejes equivalentes, para período 20 Años:

DATOS:

TPDA	=	1.030
Período de diseño	=	20 años
Días/año	=	365
Distribución Direccional (DD) en carril de diseño	=	0.50
Porcentaje de camiones en el TPDA	=	100 %
Factor Equivalencia de Carga (F.C.)	=	5,24
Factor de crecimiento del tránsito (FCT)	=	3 %
$N = TPDA_{2014} \times DD \times T \times 365 \times FCT \times FC$		
$N = 1030 \times 0.50 \times 1.00 \times 365 \times 3 \times 5.24$		
$N = 2.954,967$		

Tabla 3. 5. Resultados de rotura de cilindros
Elaborado: Por autores

Tabla resultados de rotura de cilindros del extractor de núcleo											
muestra	abscisa	\varnothing	H = altura	Peso (gr)	Volume n (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)	Área del cilindro	carga total kg	carga unitaria	Diseño kg/cm ²	
1	26+000	10.00	19	34.69	1492.26	2,325	78.58	28818	366.92	350	M1 estallo
2	26+390	10.00	19	34.93	1492.26	2,341	78.54	28455	362.30	350	M1 estallo
3	28+030	10.00	19	34.83	1492.26	2,334	78.54	27455	349.57	350	



Imagen 11. Prueba de rotura de cilindro
Fuente: MTOP



Imagen 10. Prueba de rotura de cilindro
Fuente: MTOP



Imagen 9. Prueba de rotura de cilindro
Fuente: MTOP

3.10.3. Extracción del núcleo para determinar la estructura del hormigón

La extracción de núcleo sirve para extraer una porción de la losa del concreto para verificar la resistencia del hormigón.

3.10.4. Determinación del espesor de la losa según el núcleo

Es un sistema completo de taladro para una amplia gama de aplicaciones de perforación, y así obtener como resultado el espesor de la losa y también es conocido como extractor del núcleo, en la vía pavón Flavio Alfaro se procedió hacer tres extracciones en diferentes abscisas que estas nos da el valor promedio de la losa que según su diseño de la losa es 21 cm.

3.10.5. Chequeo de espesor de la losa usando software del AASHTO 93

DATOS:

❖ Número acumulado ejes equivalentes (20 años)

$$N_{20} = 2,954.967$$

❖ Confiabilidad

$$R = 90 \%$$

❖ Desviación estándar

$$S_o = 0.39$$

❖ Pérdida de serviciabilidad

$$\Delta PSI = 2.00$$

❖ Nivel de servicio final

$$P_t = 2.50$$

❖ Módulo de rotura del hormigón

$$(Psi)-(kg/cm^2). S_c = 667 -(47)$$

❖ Módulo de elasticidad del hormigón

$$(Psi)-(kg/cm^2.)$$

$$E_c = 4'470.382 - (314.959)$$

❖ Coeficiente de drenaje

$$C_d = 1.00$$

❖ Coeficiente de transferencia de carga

- J = 3.2
- ❖ Módulo reacción efectivo bajo la losa (psi)
- Kc = 17
- ❖ Pérdida de soporte de la sub base
- Ls = 1.00
- ❖ ESPESOR DE LOSA (Pulg.)
- D = 8.7

Programa AASHTO

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' and 'Pavimento rígido'. 'Pavimento rígido' is selected.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu shows '90 % Zr=-1.282' and a text box shows 'So = 0.39'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.5) and 'PSI final' (2.5).
- Módulo de reacción de la subrasante:** A text box shows 'k = 17 pci'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 4470382
 - Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 667
 - Coefficiente de transmisión de carga - (J): 3.2
 - Coefficiente de drenaje - (Cd): 1.10
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular D' and 'Calcular W18'. 'Calcular D' is selected. The result 'W18 = 2954967' is displayed.
- Espesor de losa (plg):** A text box shows 'D = 8.7'.

At the bottom, there are 'Calcular' and 'Salir' buttons.

Figura 3. 2. Calculo de losa de la vía Pavón-Flavio Fuente

Según el programa de la AASHTO presenta un valor considerable para la elaboración de la losa de vía Pavón – Flavio Alfaro.

3.11. Resultados de laboratorio de las calicatas

Se realizaron dos calicatas localizadas en los extremos (LI y LD) de la calzada, tanto en la vía Pavón, así como en la de Flavio Alfaro, para muestreo del suelo de subrasante (profundidades de 0.50 m. y 1.00 m.) y medición de espesores de las capas de la estructura de pavimento que existe, las calicatas realizadas; los resultados de los ensayos del material de subrasante y los espesores de

cada una de las capas que tiene la estructura de pavimento, se encuentran especificados en las tablas siguientes de los resultados de los ensayos de Laboratorio.

La vía tiene subsectores, tanto a nivel de capa asfáltica como losas de hormigón; los sectores con pavimento rígido (espesor medido de 21 cm.) se mantienen en buenas condiciones de operatividad, ya que no se visualizan daños estructurales, en tanto que otros sectores de dicha vía presentan condiciones de deterioro diferentes, tal es el caso de los primeros 85 m. en que la capa asfáltica (espesor 10 cm.) se mantiene en condiciones aceptables, para luego tener daños totales de la misma (aproximadamente 90 m.), interrumpiéndose los daños en las zonas con pavimento rígido (longitud 70 m.), continuar los deterioros acentuados de la capa asfáltica (longitud aproximada de 90 m.).

Que culminan en el inicio de otra zona de pavimento rígido (aproximadamente 50 metros de la vía Pavón) y luego nuevamente continuar el pavimento con deterioros. La vía de servicio que se localiza hacia el lado izquierdo de la que sirve de ingreso a otras comunidades, tiene una carpeta asfáltica como capa de rodadura, la cual se encuentra en gran parte disgregada.

Los suelos de subrasante corresponden al tipo A-2-6, A-4 y A-5, con zonas en las cuales la humedad natural del suelo de subrasante, es considerablemente mayor que la óptima (vía Pavón-Flavio Alfaro).

La capa granular superior, que se identifica como de Base, se encuentra en general, con valores de Límites de Atterberg superiores a los máximos especificados y valores de C.B.R. de aproximadamente 70 %; el espesor es variable entre 15 y 40 cm, el método de diseño que se utilizó, es el de la ASSHTO-1993, por lo que previamente se determinó el tráfico actual y los parámetros de diseño, el espesor de la losa de hormigón de cemento Portland que se colocó en dicha vía Pavón- Flavio Alfaro.

3.11.1. Resultados del estudio de laboratorio de las calicatas

Tabla 3. 6. Pruebas de granulometría

POZO Nº.	MUESTRA/ UBICACIÓN	GRANULOMETRÍA (% QUE PASA) MALLAS																	L.L.	I.P.	AASHTO	HUMED NATUR.	DENSI MÁX.	HUMED ÓPTIMA	C.B.R.	ESPON	ABRASIÓN	
		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	8	10	30	40	50	100	200										
		PROFUNDIDAD		VIA: PAVON FLAVIO ALFARO																								
1	SR-IP1-0.50	0.00-0.50								100		99		92			14	39.80	12.43	A-2-6	23.77	1.616	20.75	8.00				
2	SR-IP2-0.50	0.00-0.50			100	96	74	62	43	38	17		14		12		7	33.90	13.53	A-2-6	24.00	1.637	22.25	1.60				
	SR-IP2-1.00	0.50-1.00										100		76		56		35	42.00	13.00	A-2-7	27.00	1.637	22.25	1.60			
3	SR-PE3-0.50	0.00-0.50											100		99		98	38.25	8.72	A-4	49.94	1.685	19.50	2.4	0.29			
	SR-PE3-1.00	0.50-1.00											100		99		94	45.50	10.60	A-5	55.57							
4	SR-PE4-0.50	0.00-0.50											100		99		74	39.60	7.25	A-4	47.53	1.675	20.00	3.40	3.47			
	SR-PE4-1.00	0.50-1.00											100		99		74	39.20	6.35	A-4	46.83	1.675	20.00	3.40				
		ESPECIFICACIONES																										
CAPA DE PAVIMENTO								100	90-100		44-74	28-58			5-21		2-10											
BASE CLASE 1 A					100	70-100	55-85	50-80		35-60	25-50		20-40		10-25		2-12	25max.	6 max.							>80		<40
BASE CLASE 1 B						100	70-100	60-90		45-75	30-60		20-50		10-25		2-12	25max.	6 max.							>80		<40
BASE CLASE 2							100	70-100		50-80	35-65		25-50		15-30		3-15	25max.	6 max.							>80		<40
BASE CLASE 3								100		45-80			30-60		20-35		3-15	25max.	6 max.							>80		<40
BASE CLASE 4					100		60-90			20-50							0-15	25max.	6 max.							>80		<50
SUB-BASE,CLASE 1						100				30-70				10-35		0-15	25max.	6 max.								>30		<50
SUB-BASE,CLASE 2					100	70-100				30-70				15-40		0-20	25max.	6 max.								>30		<50
SUB-BASE,CLASE 3			100							30-70						0-20	25max.	6 max.								>30		<50
MEJOR-SUBRASANTE		100														0-20	35max.	6 max.								>20		
POZO Nº.	MUESTRA/ UBICACIÓN	GRANULOMETRÍA (% QUE PASA) MALLAS																	L.L.	I.P.	AASHTO	HUMED NATUR.	DENSI MÁX.	HUMED OPTIMA	C.B.R.	ESPON	ABRASIÓN	

		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	8	10	30	40	50	100	200									
		PROFUNDIDAD		VIA:PAVON-FLAVIO ALFARO																							
5	SR-SP5-0.50	0.00-0.50									100		98		96			80	47.99	9.77	A-5	37.11	1.662	21.50	4.50	5.94	
	SR-SP5-1.00	0.50-1.00									100		99		98			94	56.75	12.65	A-7-5	48.03					

ESPECIFICACIONES

CARPETA ASFÁLTICA							100	90-100		44-74	28-58				5-21		2-10										
BASE CLASE 1 A				100	70-100	55-85	50-80		35-60	25-50		20-40		10-25			2-12	25max.	6 max.							>80	<40
BASE CLASE 1 B					100	70-100	60-90		45-75	30-60		20-50		10-25			2-12	25max.	6 max.							>80	<40
BASE CLASE 2						100	70-100		50-80	35-65		25-50		15-30			3-15	25max.	6 max.							>80	<40
BASE CLASE 3							100		45-80	30-60		20-35					3-15	25max.	6 max.							>80	<40
BASE CLASE 4				100		60-90			20-50								0-15	25max.	6 max.							>80	<50
SUB-BASE,CLASE 1					100				30-70				10-35				0-15	25max.	6 max.							>30	<50
SUB-BASE,CLASE 2				100	70-100				30-70				15-40				0-20	25max.	6 max.							>30	<50
SUB-BASE,CLASE 3		100							30-70								0-20	25max.	6 max.							>30	<50

PROPUESTA.

Rediseño de pavimento rígido para la vía Pavón – Flavio Alfaro.

Introducción

Luego de haber realizado los estudios correspondientes a la vía Pavón – Flavio Alfaro se ha podido determinar que aunque en la actualidad su nivel de servicio no es malo, es necesario a futuro plantear un diseño más solvente, es más, se podría esperar el cumplimiento del periodo para el que fue construida y luego realizar su rediseño, de la misma manera este rediseño también puede ser empleado para mejorar las condiciones de transitabilidad de vías que se encuentren en la provincia de Manabí, las cuales posean similar nivel de tránsito anual y que se encuentren en deterioro a fin de mejorar este servicio para la colectividad de Manabí.

Como se evidencio en la investigación una de las primordiales causas para que se presente el deterioro de la vía es la acción del clima del invierno, que como factor preponderante el agua y la inadecuada canalización de la misma hace que haya filtraciones debilitando el subrasante y haciendo que la losa sufra daños.

Otro de los factores que intervienen es el asentamiento natural del suelo que causa el colapso de ciertos tramos de la vía en estudio, a más de estos problemas también se ha podido constatar que existen tramos de la vía en la cual los agregados no han sido empleados de manera adecuada como es el caso de aplicación de piedras de un diámetro desproporcionado al hormigón, lo que produce que al momento del vibrado si este no se efectúa de manera adecuada se creen vacíos que con la carga se rompen y generan la fisura del pavimento.

Por medio de este rediseño se espera fortalecer y mejorar el servicio de movilización que presenta la vía Pavón – Flavio Alfaro.

Justificación

La propuesta de rediseño del pavimento rígido obedece a las necesidades de los niveles de tránsito existentes en la vía Pavón – Flavio Alfaro, esta es una de las vías con mayor tránsito en Manabí dado que une a la provincia con la Sierra, por lo tanto en ella circulan automotores de todo tipo vehículos o familiares hasta tráiler que llevan productos de costa a la región sierra, vehículos de todo tipo de eje.

Se plantea una losa de hormigón armado de por lo menos 25cm de espesor posibilitara mayor resistencia a los agregados para que la losa resista el intenso tránsito vehicular que tiene la vía, para ello la selección de los agregados del hormigón debe apegarse a las especificaciones y así no emplear material granular que facilite la ruptura de la losa o el apareamiento de fallas como ondulaciones y depresiones que disminuyan la calidad del pavimento.

Estas mejoras en el diseño del pavimento posibilitaran la mayor durabilidad de la vía y de su tiempo de prestación de servicio ofreciendo mayores y mejores características mecánicas al pavimento lo que beneficia a los usuarios de la vía que circulan día a día.

Objetivos

Objetivo general

Plantear un diseño de pavimento rígido que brinde condiciones óptimas de acuerdo a las exigencias del nivel de tránsito diario y anual de la vía Pavón – Flavio Alfaro.

Objetivos específicos

- Fundamentar el diseño de pavimento rígido que responda a las exigencias de la vía Pavón – Flavio Alfaro.
- Identificar las especificaciones de diseño necesarias para la realización de la vía Pavón – Flavio Alfaro.

Rediseño del pavimento rígido

Esquema

Losa de Hormigón	ESPESOR = 25 cm.
Sub-base granular a colocar	ESPESOR = 15 cm.
Capa granular Remanente existente	ESPESOR = 50 cm.

Subrasante

Diseño de juntas

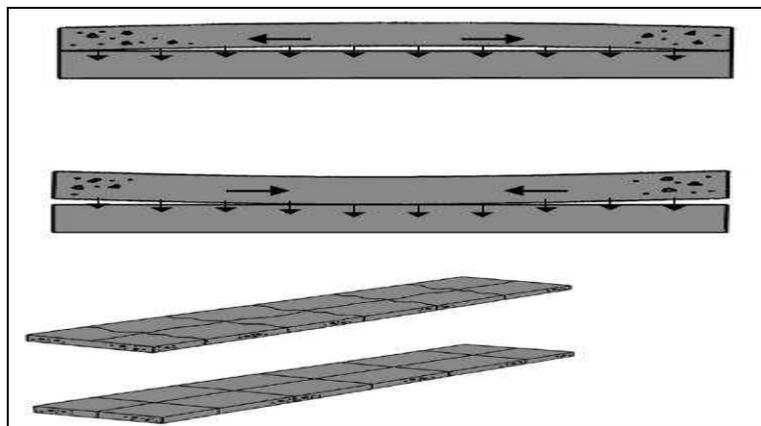


Figura # 3.48: Diseño de juntas

Fuente: Elaboración de los autores

La función de las juntas consiste en mantener las tensiones en la losa, provocadas por la contracción y expansión del pavimento, dentro de valores admisibles del concreto o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas.

Estos problemas, tanto en las propiedades del concreto hidráulico como en los sistemas de construcción de los pavimentos rígidos, exigen la presencia de juntas longitudinales y transversales. Entre estos factores están la retracción del concreto, la dilatación térmica, el alabeo por temperatura y humedad y las interrupciones programadas o imprevistas en el proceso de pavimentación.

Tipos de juntas

Juntas de contracción

Su objetivo es inducir en forma ordenada la ubicación del agrietamiento del pavimento, causada por la contracción (retracción) por secado y/o por temperatura del concreto. Se emplea para reducir la tensión causada por la curvatura y el alabeo de losas. Los pasadores se pueden usar en las juntas de contracción para la transferencia de cargas, bajo ciertas condiciones. Sin embargo, se espera que la transferencia de cargas se logre mediante la trabazón entre los agregados.

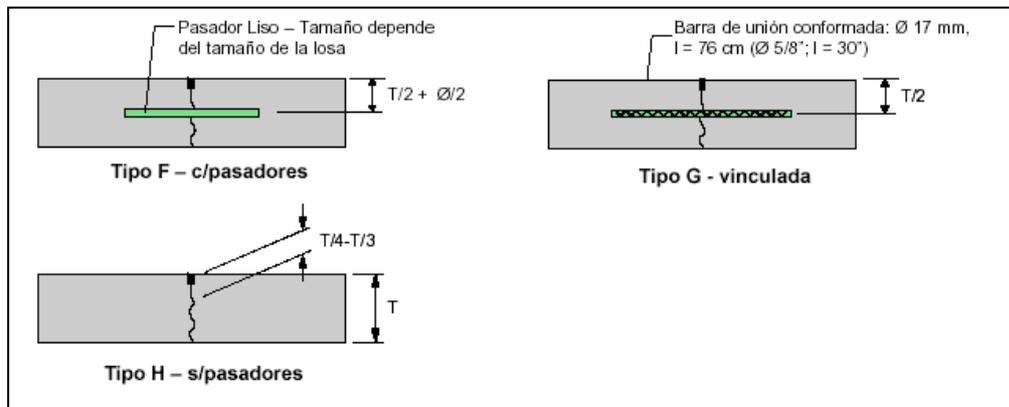


Figura # 3.49: Juntas de contracción

Fuente: Elaboración de los autores

Juntas de construcción

Las juntas de construcción separan construcciones contiguas colocadas en diferentes momentos, tales como la colocación al final del día o entre fajas de pavimentación. La transferencia de cargas se logra mediante el empleo de pasadores. Pueden ser transversales o longitudinales. (7).

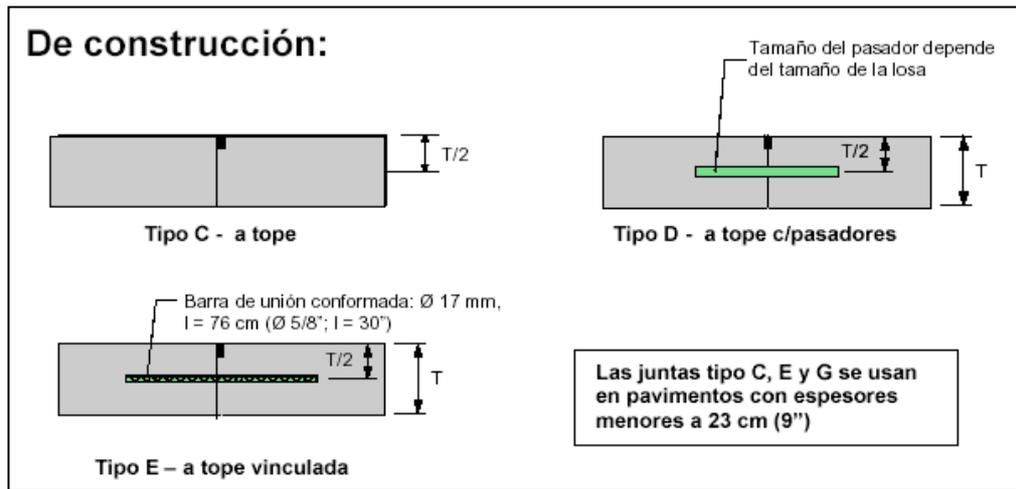


Figura # 3.50: Juntas de construcción

Fuente: Elaboración de los autores

Juntas longitudinales

El objetivo básico de estas juntas, es controlar las fisuras que se pueden presentar en las losas de hormigón, cuando se construyen con anchos superiores a los cinco metros (5 m.); en nuestro medio, en el que existe la tradición de construir las losas de hormigón por carriles, las juntas longitudinales son normalmente de construcción. La transmisión de cargas se hace en estos casos, por trabazón de los agregados y es usual colocar barras de anclaje que mantengan unidas las caras de las juntas y garanticen su eficiencia.

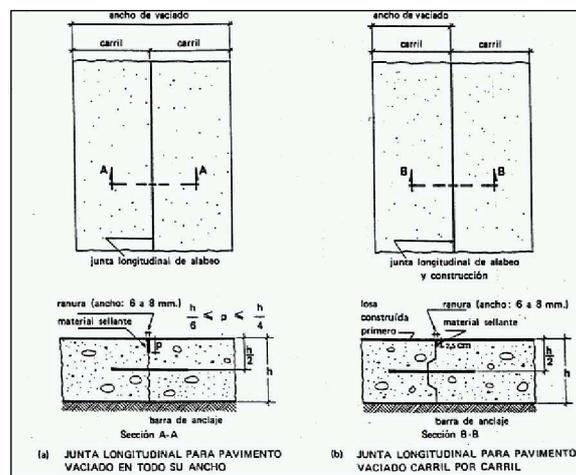


Figura # 3.51: Juntas longitudinales

Fuente: Elaboración de los autores

Juntas transversales

El diseño de las juntas transversales se lleva a efecto, con el fin de controlar la fisuración del concreto por contracción y alabeo; por lo tanto, el espaciamiento entre ellas debe ser 6.00 m. Cuando la separación se aproxima a 4.50 m., permite controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio, es mejor.

Las juntas transversales pueden ser de contracción, expansión, alabeo o construcción; normalmente las de contracción, funcionan también como juntas de alabeo.

En condiciones de tráfico pesado, como es el caso que se presenta en la estación de Pesaje, es necesario complementar la eficiencia de la trabazón de los agregados en las juntas transversales mediante el empleo de barras de acero liso, identificadas como pasadores.

Espaciamiento máximo entre juntas longitudinales y transversales

Espaciamiento (e) = 24 h losa (pulgadas)

Espesor de losa (h) = 25 cm. (9.84 pulgadas).

$e = 24 \times 9.84 = 236.16$ Pulg. = 6.0 m. (espaciamiento máximo).

Para que las losas no se agrieten, las dimensiones de las losas deben cumplir la siguiente condición:

$1.00 \leq e_t/e_l \leq 1.25$, donde:

e_t = separación entre juntas transversales (longitud de losa, en sentido del tránsito).

e_l = separación entre juntas longitudinales (ancho de losa, perpendicular al sentido tránsito).

En vía para acceso y salida de comunidades

Este sector de la estación mantiene un solo carril de circulación, cuyo ancho libre, excluyendo la cinta gotera, es del orden de 4.0 m., por lo cual se tendrá paños de losas de las dimensiones:

el = 4.0 m (ancho de calzada).

et = 4.0 m. (longitud de losa entre juntas transversales)

Por condiciones de variaciones en el ancho de la calzada, el largo de las losas no debe superar la relación L/B de 1.25; se recomienda, en primera instancia considerar el uso de losas cuadradas.

En el inicio del acceso a la estación de pesaje, en una longitud aproximada de 45 m., existe una transición del ancho de calzada, por lo que se considera mantener losas de 4.00 m. de ancho (hacia el costado derecho del acceso) y hacia el lado izquierdo, limitante con la calzada de la vía Pavón-Flavio Alfaro, se tendrán losas de anchos variables.

En el sector de salida de las balanzas, hasta el inicio de la primera curva a la Playa de Estacionamiento, el ancho total de la calzada es hasta 18.25 m., en el cual tiene incidencia los anchos variables de tres calzadas, que definen dimensiones diferentes de losas, por lo que en este sector, se tendrá anchos variables de losas.

En sector de vía en curva para entrada y salida de vehículos

En este sector la calzada tiene ancho de 7.00 m., por lo que se puede proyectar 2 paños de losas, con anchos de 3.50 m.; las longitudes de las losas serán máximo de 4.35 m., con lo cual se cumple la condición de que no se supere la relación de 1.25.

En vía servicio externo

El ancho de la calzada es variable en tres sectores, con dimensiones de 5.60 m., 9.81 m. y 6.60 m., por lo que las losas deben adecuarse geométricamente, con anchos en una zona de la vía, que incluya 2 paños de 2.80 m. y en otra zona, 2 paños de 3.30 m.; las longitudes de los paños, en cada uno de los

casos, serán máximo de 3.50 m. y 4.10 m., respectivamente, de tal forma de no exceder la relación L/B de 1.25; debe considerarse la continuidad de la junta transversal, con respecto a la que se construye por la vía de salida.

Diseño de armadura en las juntas

Armadura en juntas longitudinales

Las barras de anclaje necesarias en estos casos, se diseñan para resistir la fuerza de tracción generada por la fricción entre la losa del pavimento y la subrasante o la sub-base.

Las barras de anclaje que deberán colocarse en las juntas longitudinales, tendrán las siguientes características para este proyecto:

Espesor de la losa $D = 10$ "(25 cm.).

Acero estructural de $f'y = 4.200$ kg/cm².

Diámetro de barras: $\emptyset = 7/8$ " (22 mm.)

Espaciamiento entre barras = 80cm.

Longitud de la barra = 85 cm.

Las barras extremas, con respecto a la junta transversal, tendrán un espaciamiento de valor igual a la mitad del espaciamiento anteriormente señalado, esto es de 30 cm.

Armadura en juntas transversales

En general, el diseño de las barras pasadores, se realiza con la ayuda de ábacos o especificaciones, ya sea de la PCA o AASHTO, las mismas que se indican en el cuadro siguiente:

ESPESOR DEL PAVIMENTO (mm)	DIÁMETRO DEL PASADOR		LONGITUD TOTAL (mm)	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS (mm)
	(mm)	(pulg.)		
0 – 100	13	½	250	300
110 – 130	16	5/8	300	300
140 – 150	19	¾	350	300
160 – 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 – 250	32	1 ¼	450	300
260 – 280	35	1 3/8	450	300
290 – 300	38	1 ½	500	300

Tabla # 3.12: Armadura de juntas transversales

Con el espesor de losa de 25 cm., los pasadores tendrán las características:

Diámetro del pasador = 32 mm. (Varilla lisa).

Longitud del pasador = 45 cm.

Separación entre pasadores = 30 cm.; los pasadores extremos deben tener una separación, determinada desde el borde de la losa, de la mitad de este valor.

La mitad de la longitud del pasador debe ser pintada y engrasado, para permitir su deslizamiento en la losa

Profundidad de la ranura en juntas

Debe estar comprendida entre $\frac{1}{3}$ (en junta longitudinal) y $\frac{1}{4}$ (en junta transversal) del espesor de la losa, que es de 25 cm.

Sellado de juntas

Se recomienda que durante el proceso de sellado de las juntas, se utilicen materiales termo-plásticos (silicona) o de curado químico, capaces de adaptarse a las variaciones en la separación entre caras de las losas, sin desprenderse y sin permitir la entrada de agua o materiales hacia el interior de la junta, para evitar así el fenómeno del bombeo o erosión de la sub-base granular.

La actividad de “sellado de juntas”, está incluida dentro del rubro “Juntas Simuladas del Pavimento Rígido”, del Manual de Especificaciones del MTOP.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El nivel de tránsito diario actual de la vía es del 30,39% de camiones 2DA, 30,39% de camiones 2DB, 6,60% corresponde a los camiones 3A-V3A, mientras el tracto camión 2S2 es de 3,11%; el tracto camión 3S2 es de 9,42, finalmente el tracto camión 3S3, el 20,10%; con una frecuencia de 1030 vehículos diarios aproximadamente. Lo que no da un gran total de 2,954.967 de vehículos durante la vida útil del pavimento rígido (20años)
- El pavimento rígido de la vía pavón-Flavio Alfaro presenta ondulaciones, depresiones, fisuras entre otros los cuales están relacionados y rupturas generadas probablemente por asentamiento de la base y del sub-rasante, que tendrá que ser estudiado a detalles.
- El diseño del pavimento planteado en la propuesta obedece a la necesidad de tránsito diaria actual con las adecuadas propiedades mecánicas correspondiente a la vía pavón – Flavio Alfaro, el diseño de la vía es de 25cm de espesor de la losa y la sub base es de 15cm, que no difiere mucho en el diseño construido.
- Los factores posible que causaron el deterioro de la vía pavón – Flavio Alfaro durante el periodo invernal 2014, son de origen interno (sub base y sub rasante) el fisuramiento de la capa de rodadura se puede concluir con fisuras longitudinales, transversales fisuras en bloque, pulimento , baches ,etc.

Recomendaciones

- Para el diseño de cada vía es fundamental que el constructor considere el nivel de tráfico diario y anual por los diferentes ejes y tipos de vehículos a fin que la vía responda a esta demanda fundamental para esto se debe realizar los estudios pertinentes para así verificar y analizar el flujo de vehículos que va a soportar dicha vía.
- Que el material que se utilice sea de óptima calidad cumpliendo con las normas dictada por el código de construcción y por los estudios realizados, para así obtener los mejores resultados y no volver a sufrir los mismos daños.
- Los residentes de obra deben cumplir el correspondiente manual de mantenimiento vial en cada vía entregada a la gestión pública a fin de que esta lo ejecute de forma continua, permitiendo la durabilidad de la vía consiguiendo el límite de vida útil para el que ha sido diseñado
- Se deberá hacer cumplir con las especificaciones técnicas del diseño esta serán dispuestas por cada uno de los estudios realizados además se debe basar al código de construcción del ecuador, porque estos ayudan en la calidad del hormigón a utilizarse.
- Continuar realizando estos trabajos para así mejorar la calidad de las vías de nuestro País y que ya no sufran estos percances ya que es perjudicial y molesto para los dueños de los diferentes vehículos.

ANEXOS

Encuesta realizada a los profesionales que habitan en la zona de Manabí.

1.- Considera que la vía Pavón – Flavio Alfaro es importante para el desarrollo socio-económico de la provincia de Manabí.

- Muy importante
- Importante
- Poco importante

2.- Considera que la vía Pavón Flavio Alfaro presenta un deterioro.

- Acelerado
- Normal
- Lento

3.- Como caracteriza el nivel de daño que actualmente presenta la vía

- Grave
- Moderado
- Leve

4.- En base a su experiencia el diseño de pavimento de dicha vía responde a las exigencias del tránsito.

- Excelentemente
- Medianamente
- Parcialmente

5.- De las siguientes causas a cual atribuye más incidencia respecto al deterioro de la vía Pavón – Flavio Alfaro

- Deficiencias en el diseño del pavimento
- Factores climáticos
- Calidad del suelo sobre el que se asienta la vía
- Falta de mantenimiento preventivo y rutinario

6.- Cree que la vía soporta el tiempo para el cual fue diseñada

- Si
- No

7.- De las siguientes fallas cual considera tiene mayor presencia en la vía

- Baches
- Fisuras

- Fallas entre las juntas
- Pulimento
- Perdida de agregados

8.- Considera que el deterioro de la vía es un factor que perjudica la población a nivel Nacional.

- Político
- Social
- Económico

9.- Del diseño en general de la vía que aspectos deben ser mejorado

- Canalización de aguas lluvias
- Residencia mecánica del pavimento
- Ancho de vía

10.- De las siguientes alternativas cual sería la mejor opción para mejorar el servicio de la vía a futuro

- Mejorar en el diseño del pavimento
- Mayor mantenimiento
- Disminuir el volumen de tránsito

11.- Que implementos a su consideración deban ser mejorados en esta vía

- Señalética
- Puesto de ayuda
- Descanso para el viajero
- Iluminación



Pruebas de laboratorio
Elaboración: Los Autores



Pruebas de laboratorio
Elaboración: Los Autores



Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores

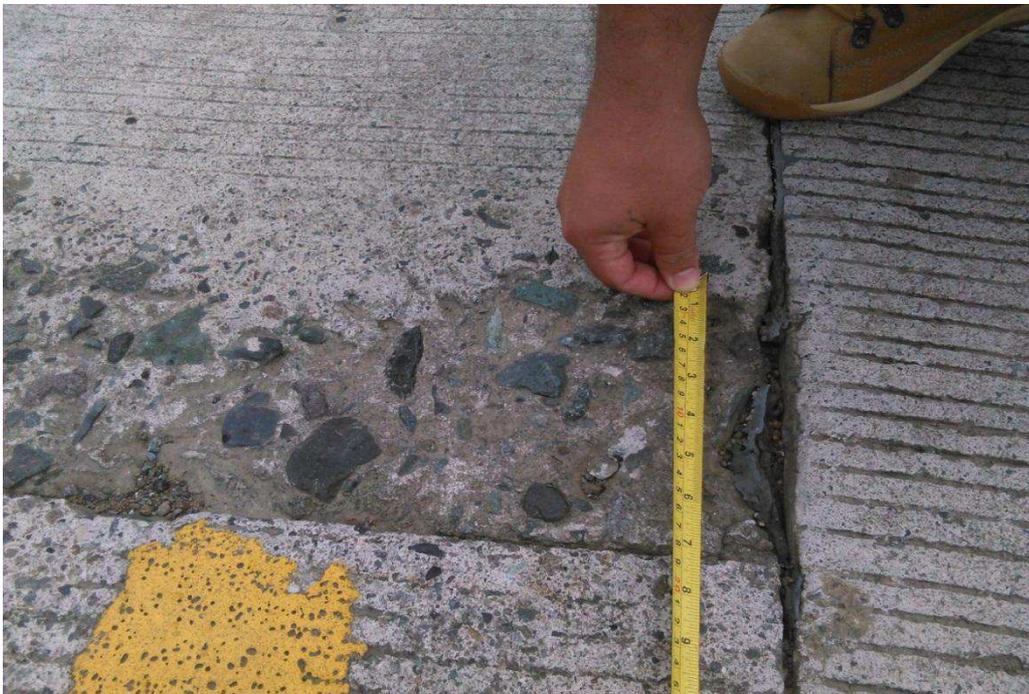


Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores



Daños en la vía Pavón-Flavio

Elaboración: Los Autores



Daños en la vía Pavón-Flavio

Elaboración: Los Autores



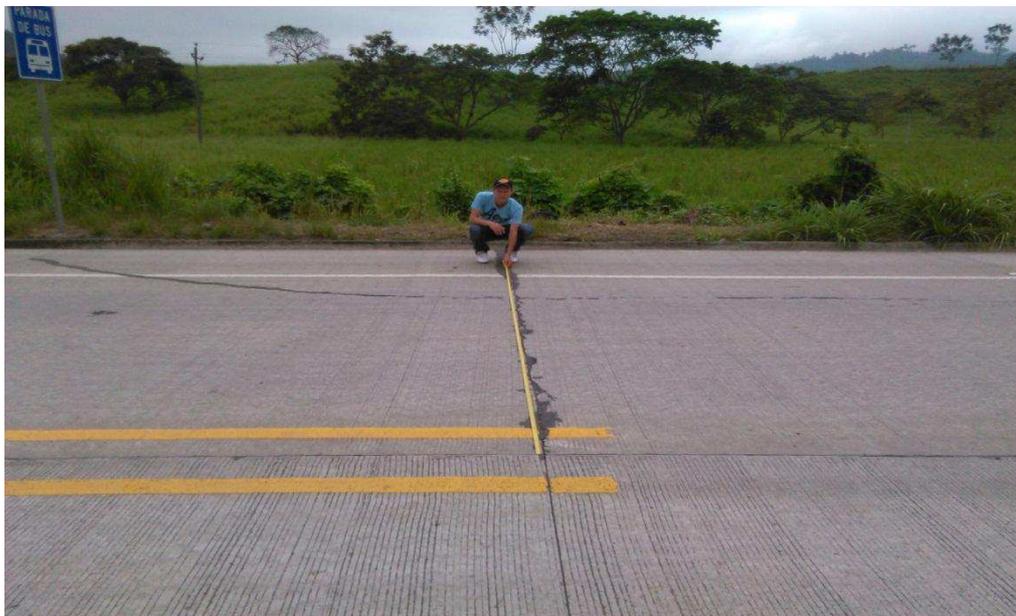
Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores



Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores

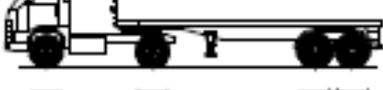


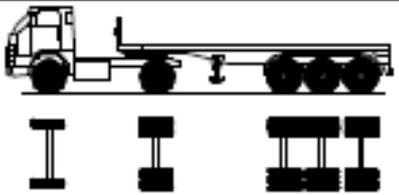
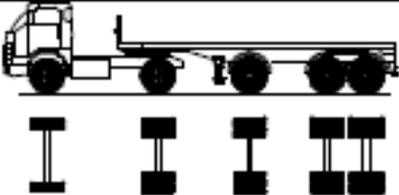
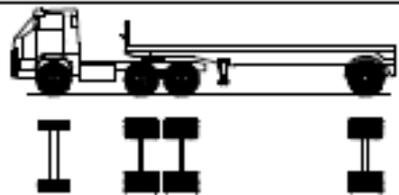
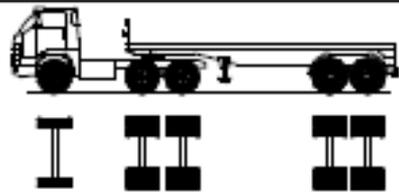
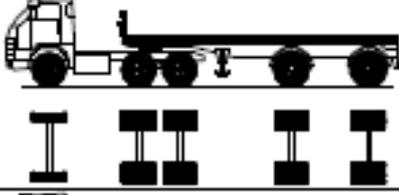
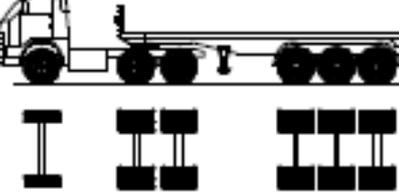
Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autores

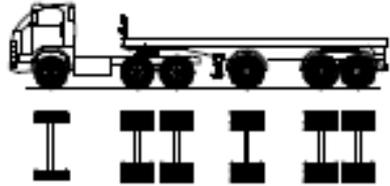
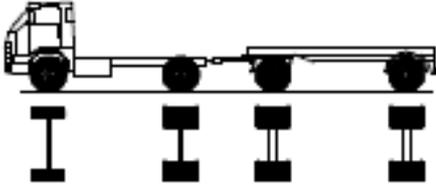
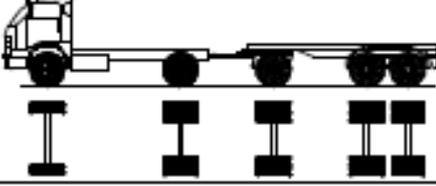
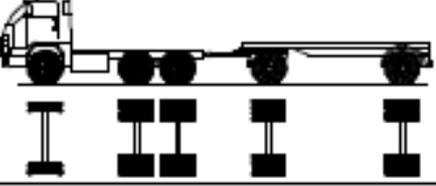
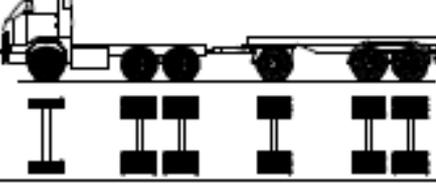
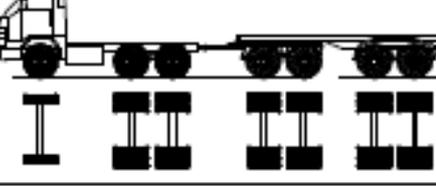


Daños en la vía Pavón-Flavio
Elaboración: Los Autor

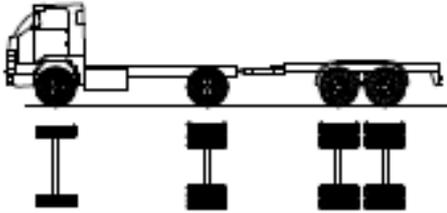
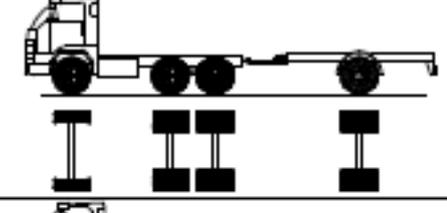
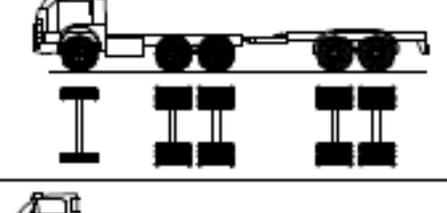
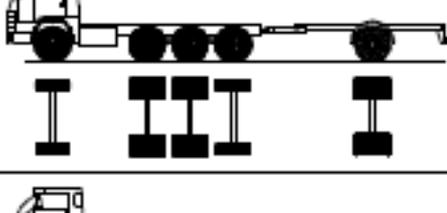
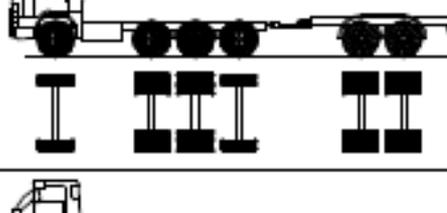
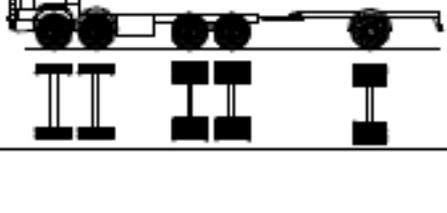
1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

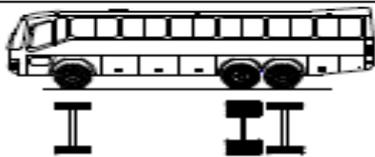
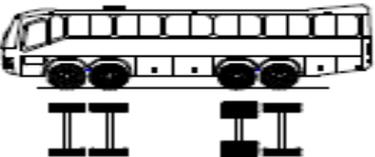
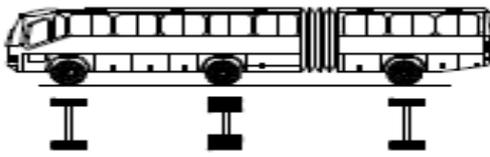
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1ª	2ª	3ª		4ª	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18	
C3		13,20	7	18	—	—	—	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	—	—	—	30	
8x4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	—	—	—	32	
T201		20,50	7	11	11	—	—	29	
T202		20,50	7	11	18	—	—	36	
T20e2		20,50	7	11	11	11	—	40	

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1ª	2ª	3ª		4ª
T203		20,50	7	11	25	--	--	43
T20e3		20,50	7	11	11 ⁽⁶⁾	18	--	47
T301		20,50	7	18	11	--	--	36
T302		20,50	7	18	18	--	--	43
T30e2		20,50	7	18	11	11	--	47
T303		20,50	7	18	25	--	--	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
T30e3		20,50	7	18	11 ⁽⁶⁾	18	—	48 ⁽²⁾
C2R2		23,00	7	11	11	11	—	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	—	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	—	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	—	48 ⁽²⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	—	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant.	Conjunto de ejes posteriores				
				1ª	2ª	3ª		4ª
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	—	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	11	—	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	—	—	29

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1ª	2ª	3ª		4ª
C2RB2		20,50	7	11	18	—	—	36
C3RB1		20,50	7	18	11	—	—	36
C3RB2		20,50	7	18	18	—	—	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	—	—	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	—	—	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	—	—	43

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1ª	2ª	3ª		4ª
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽²⁾	16	—	—	—	30
BA-1		18,30	7	11	7	—	—	25

- (1) Conjunto de ejes con un eje direccional
- (2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes
- (3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2,40 m
- (4) Eje direccional
- (5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m

2. PESO MÁXIMO POR EJE O CONJUNTO DE EJES

Peso máximo por eje simple o conjunto de ejes permitido a los vehículos, es el siguiente:

BIBLIOGRAFIA

Adam M. (2000). *Aspecto de hormigon*. Bogota: OLX.

Altamirano, L. (Lunes de Julio de 2008). *Deterioro de Pavimentos rigidos*. Obtenido de

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>

Altamirano, Luis. (2011). *Deterioro de Pavimentos Rigidos*. España: Universidad Nacional de Ingenieria.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Normas AASHTO*.

Estados Unidos: AASHTO.

Arguelles F. (2002). *Fundamento, construccion y diseño pavimento rigido*. España: Arguelles hernandez.

Armijos, R. (2014). *Capitulo VIII*. España: Universidad Tecnica de Machala.

Avilez I. (2010). *Pavimento rigido*. España: Libresa.

Ayarza A. (2006). *Paaviemnto rigido*. Barcelona: Editores tecnicos asociados.

Baldomero M. (2006). *PAVIMENTO RIGIDO*. España: Mad sl.

Barasona M. (2006). *Pavimento rigido*. España: Mad sl.

Caro G. (2008). *Pavimento rigido*. Mexico: Faultad de ingenieria civil.

Centeno, O. (Martes de Abril de 2010). *Pavimentos Rigidos*. Obtenido de

<http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/2010/04/pavimentos-rigidos.html>

- Coronado, J. (Miercoles de Diciembre de 2008). *MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS*. Obtenido de <http://www.mopt.go.cr:10039/portal/Gestion%20Municipal/Documentos/Sieca/SIECA-NormasEjecucion.pdf>
- Cortabarra R. (2014). *Pavimento rigido*. España: Libresa.
- Cron F. (2008). *Trzado de carreteras*. Mexico: El instituto de vias de transporte.
- Farrerons Joan. (2002). *Paviemnto rigido*. Barcelona: UPC.
- Fernandez. (2010). *Pavimento rigido*. España: Lubresa.
- Fernandez M. (2008). *Paviemnto rigido*. España: Universidad de Oviedo.
- Fernandez Ortega. (2010). *Pavimento rigido*. España: Lubresa.
- Ferri M. (2006). *Pavimento rigido*. España: Mad sl.
- Freund J. (1995). *Pavimento rigido*. Bogota: Libresa.
- Garcia, M. (Domingo de Julio de 2012). *Pavimento Rigidos*. Obtenido de http://ingjosemanuelgarcia.blogspot.com/2012_07_01_archive.html
- Gomez J. (2012). *Pavimento rigido*. Buenos ires: E-Book.
- Herce M. (2002). *Paviemnto rigido*. Barcelona: UPC.
- Higuera, V. (2015). *Higuera Viviana*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Instituto de desarrollo urbano. (Miercoles de Julio de 2012). *Metodo de la guia de diseño de AASHTO*. Obtenido de

<http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/35479/10/60019965-06.pdf>

Jaramillo, J. (2012). *Concreto hidraulico simple*. Colombia.

Jeufroy G. (2002). *Pavimento rigido*. Chile: Universidad Particular de Chile.

Juarez E. (2002). *Pavimento rigidos*. Europa: Libresa.

Macchia J. (2010). *Pavimento rigido*. España: ROAD.

Manjarrez, E. (2012). *Elementos del pavimento rigido*. Colombia: Universidad Francisco Paula Santander Ocaña.

Miranda, R. (Jueves de Mayo de 2010). *DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS*.

Obtenido de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

Miro J. (2002). *Pavimnto rigido*. Barcelona: UPC.

Moheda M. (2014). *Pavimento rigido*. España: Libresa.

Molina, C. (Jueves de Noviembre de 2013). *Patologias de Pavimento rigido*. Obtenido de

<https://prezi.com/xk5rtbmvv43/patologias-de-pavimentos-rigidos/>

Moreno A. (2014). *Pavimento rigido*. España: Libresa.

Naranjo, M. (2014).

Naranjo, M. (2014). Naranjo Maria. Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato.

Ortega F. (2010). *Pavimnto rigido*. España: Libresa.

Palomo J. (2006). *Pavimnto rigido*. España: Mad Sl.

Panitz M. (2010). *Pavimento rigido*. España: OLG.

Panitz M. (2012). *Pavimento rigido*. Mexico: Universidad de Mexico.

Panitz, M. (2010). *Pavimento rigido*. España: OLG.

Rico A. (2000). *La ingeniería de las vías terrestres en pavimento rigido*. España: ulc.

Rico A. (2002). *Pavimiento rigido*. Mexico: Limusa.

Roberto. (2014). España: Universidad Tecnica de Machala.

Rodriguez P. (2006). *PAVIMENTO RIGIDO*. España: MAD SL.

Ruiz, C. (2011). *Ruiz Cesar*. Sangolqui.

Sanchez J. (2006). *Pavimento rigido*. España: Libresa.

Sanchez, F. (2011). *Pamivento Rigido*. España: Paraninfo, S.A.

Tapia. (2002). *Pavimento rigido*. Mexico: Universidad de Mexico.

Tapia Lourdes. (2002). *Pavimento rigido*. Mexico: Universidad de Mexico.

Universidad Francisco Paula Santander Ocaña. (2012). *Elver Alvarez Manjarrez*. Colombia:

Universidad Francisco Paula Santander Ocaña.

Universidad Tecnica de Ambato. (2014). *Edgar Salinas*. Ecuador: Universidad tecnica de
Ambato.

Universidad Tecnica de Ambato. (2014). *Naranjo Maria*. Ecuador: Universidad Tecnica de
Ambato.

Universidad Tecnica de Machala. (2014). *Roberto Armijos Capitulo VIII*. España: Universidad Tecnica de Machala.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI. (Miercoles de Mayo de 2011). *Lider Eulice Ponce*.

Obtenido de

http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/11766/1/CEPGDIE_201100198.pdf

Universidad Tecnica de Ambato. (2014). *Edgar Salinas*. Ecuador: Universidad tecnica de Ambato.

Vega J. (2006). *Pavimento rigido*. España: Mad Sl.

Zuleta J. (2012). *Analisis al diseño de pavimento rigido*. España: Eae.

- Adam M. (2000). Aspecto de hormigon. Bogota: OLX.
- Altamirano, L. (Lunes de Julio de 2008). Deterioro de Pavimentos rigidos. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>
- Altamirano, Luis. (2011). Deterioro de Pavimentos Rigidos. España: Universidad Nacional de Ingenieria.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). Normas AASHTO. Estados Unidos: AASHTO.
- Arguelles F. (2002). Fundamento, construccion y diseño pavimento rigido. España: Arguelles hernandez.
- Avilez I. (2010). Pavimento rigido. España: Libresa.

- Ayarza A. (2006). Pavimiento rígido. Barcelona: Editores técnicos asociados.
- Baldomero M. (2006). PAVIMENTO RIGIDO. España: Mad sl.
- Barasona M. (2006). Pavimento rígido. España: Mad sl.
- Caro G. (2008). Pavimento rígido. Mexico: Facultad de ingeniería civil.
- Centeno, O. (Martes de Abril de 2010). Pavimentos Rígidos. Obtenido de <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/2010/04/pavimentos-rigidos.html>
- Coronado, J. (Miércoles de Diciembre de 2008). MANUAL CENTRO AMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS. Obtenido de <http://www.mopt.go.cr:10039/portal/Gestion%20Municipal/Documentos/Sieca/SIECA-NormasEjecucion.pdf>
- Cortabarra R. (2014). Pavimento rígido. España: Libresa.
- Cron F. (2008). Trzado de carreteras. Mexico: El instituto de vías de transporte.
- Farrerons Joan. (2002). Pavimiento rígido. Barcelona: UPC.
- Fernandez M. (2008). Pavimiento rígido. España: Universidad de Oviedo.
- Fernandez Ortega. (2010). Pavimento rígido. España: Libresa.
- Ferri M. (2006). Pavimento rígido. España: Mad sl.
- Freund J. (1995). Pavimento rígido. Bogota: Libresa.

- Garcia, M. (Domingo de Julio de 2012). Pavimento Rigidos. Obtenido de http://ingjosemanuelgarcia.blogspot.com/2012_07_01_archive.html
- Gomez J. (2012). Pavimento rigido. Buenos Aires: E-Book.
- Herce M. (2002). Pavimento rigido. Barcelona: UPC.
- Instituto de desarrollo urbano. (Miércoles de Julio de 2012). Metodo de la guia de diseño de AASHTO. Obtenido de <http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/35479/10/60019965-06.pdf>
- Jaramillo, J. (2012). Concreto hidraulico simple. Colombia.
- Jeufroy G. (2002). Pavimento rigido. Chile: Universidad Particular de Chile.
- Juarez E. (2002). Pavimento rigidos. Europa: Libresa.
- Macchia J. (2010). Pavimento rigido. España: ROAD.
- Miranda, R. (Jueves de Mayo de 2010). DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Miro J. (2002). Pavimento rigido. Barcelona: UPC.
- Moheda M. (2014). Pavimento rigido. España: Libresa.
- Molina, C. (Jueves de Noviembre de 2013). Patalogias de Pavimento rigido. Obtenido de <https://prezi.com/xk5rtbmhvv43/patologias-de->

pavimentos-rigidos/Moreno A. (2014). Pavimento rigido. España: Libresa.

- Ortega F. (2010). Paviemnto rigido. España: Libresa.
- Palomo J. (2006). Paviemnto rigido. España: Mad Sl.
- Panitz M. (2012). Pavimento rigido. Mexico: Universidad de Mexico.
- Panitz, M. (2010). Pavimento rigido. España: OLG.
- Rico A. (2000). La ingenieria de las vias terrestres en pavimento rigido. España: ulc.
- Rico A. (2002). Pavimiento rigido. Mexico: Limusa.
- Rodriguez P. (2006). PAVIMENTO RIGIDO. España: MAD SL.
- Sanchez J. (2006). Pavimento rigido. España: Libresa.
- Sanchez, F. (2011). Pamivento Rigido. España: Paraninfo, S.A.
- Tapia Lourdes. (2002). Pavimento rigido. Mexico: Universidad de Mexico.
- Universidad Francisco Paula Santander Ocaña. (2012). Elver Alvarez Manjarrez. Colombia: Universidad Francisco Paula Santander Ocaña.
- Universidad Tecnica de Ambato. (2014). Edgar Salinas. Ecuador: Universidad tecnica de Ambato.
- Universidad Tecnica de Ambato. (2014). Naranjo Maria. Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato.

- Universidad Tecnica de Machala. (2014). Roberto Armijos Capitulo VIII. España: Universidad Tecnica de Machala.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI. (Miercoles de Mayo de 2011). Lider Eulice Ponce. Obtenido de http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/11766/1/CEPGDIE_201100198.pdf
- Vega J. (2006). Pavimento rigido. España: Mad SI.
- Zuleta J. (2012). Analisis al diseño de pavimento rigido. España: Eae.
- http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_tomo_2__normas.pdf