

Donai Lemus Corado

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:

Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022.

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Donai Lemus Corado

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022.

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Civil con
énfasis en Construcciones Rurales.

Prologo.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se plantea el “Proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa”.

El informe contiene los resultados de la investigación realizada previo a optar al título de Ingeniera Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciatura de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo con los lineamientos técnicos de la Universidad Rural de Guatemala.

El presente informe es resultado del trabajo de investigación sobre la necesidad de mejorar la infraestructura vial del camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

El interés en realizar una investigación sobre este tema es contribuir para reducir en el gasto que la cantidad de accidentes vehiculares, ya que año tras año estos incrementan y repercute en el bienestar de usuarios de transporte en general, esto por mal estado del camino de acceso a la comunidad, por lo cual es absolutamente necesario que se implemente un proyecto para la aplicación de pavimento rígido en el todo el tramo carretero.

Presentación.

La investigación se enfoca en el tópico sobre el mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, este estudio tiene como finalidad determinar el aumento en los registros de accidentes vehiculares que se percibe desde hace cinco años, lo cual amerita realizar una investigación para que los habitantes del área obtengan una solución.

El objetivo de la investigación es optimizar el estado actual de la infraestructura vial que conecta la cabecera municipal de Jutiapa con el cantón Potrero Grande.

Como medio para solucionar la problemática se propone implementar proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido, esta propuesta está dirigida a los profesionales departamentales del Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE).

La investigación realizada es el punto de partida, puesto que permite la detección y diagnóstico del problema basado en metodología y técnicas de estudio, lo cual sugiere la veracidad de dicho problema y que su resolución no es un esfuerzo absurdo.

Índice general.

Número.	Contenido.	Página.
I.	INTRODUCCIÓN	1
I.1	Planteamiento del problema	3
I.2	Hipótesis	4
I.3	Objetivos	4
I.3.1	Objetivo general	4
I.3.2	Objetivo específicos	4
I.4	Justificación	5
I.5	Metodología	6
I.5.1	Métodos	6
I.5.2	Técnicas	9
II.	MARCO TEÓRICO	10
II.1	Accidentes	10
II.2	Tipos de camino	16
II.3	Pavimento	18
II.4	Pasos para el diseño de pavimentos rígidos	32
II.5	Colocación y tendido	44
II.6	Desarrollo del proyecto	48
II.7.	Base legal	70
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	73
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
IV.1	Conclusiones	83
IV.2	Recomendaciones	85
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

Índice de cuadros.

Número.	Contenido.	
Página.		
	Cuadro 1. Especificaciones a cumplir por el cemento Portland	23
	Cuadro 2. Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado	38
	Cuadro 3. Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no se dispone de información para establecer una desviación estándar	51
	Cuadro 4. Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	52
	Cuadro 5. Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados	52
	Cuadro 6. Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos	54
	Cuadro 7. Personas que consideran que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	74
	Cuadro 8. Tiempo presentándose incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	75
	Cuadro 9. Cantidad de incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año	76
	Cuadro 10. Tipos de accidentes vehiculares que han ocurrido en el camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en los últimos cinco años	77
	Cuadro 11. Disminución de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande por ejecución de un proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido	78
	Cuadro 12. Existencia de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	79

Cuadro 13. Necesidad de implementar el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	80
Cuadro 14. Calidad de vida de pobladores del área, perjudicada por falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	81
Cuadro 15. Vulnerabilidad de la población por falta de proyecto de implementación para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	82

Índice de gráficas.

Número.	Contenido.	
Página.		
	Gráfica 1. Personas que consideran que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	74
	Gráfica 2. Tiempo presentándose incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	75
	Gráfica 3. Cantidad de incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año	76
	Gráfica 4. Tipos de accidentes vehiculares que han ocurrido en el camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en los últimos cinco años	77
	Gráfica 5. Disminución de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande por ejecución de un proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido	78
	Gráfica 6. Existencia de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	79
	Gráfica 7. Necesidad de implementar el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	80
	Gráfica 8. Calidad de vida de pobladores del área, perjudicada por falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande	81
	Gráfica 9. Vulnerabilidad de la población por falta de proyecto de	

implementación para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande

82

Índice de figuras.

Número.	Contenido.	
	Página.	
Figura 1.	Capas que integra un pavimento rígido hidráulico de concreto simple	22
Figura 2.	Fórmula general a la que llego la A.A.S.H.T.O para el diseño de pavimentos.	
	Rígidos.	36
Figura 3.	Junta de expiación con o sin barra de transferencia	46
Figura 4.	Transversales de contracción	47

I. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo a los requisitos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario de Ingeniero Civil en el grado académico de licenciado, con énfasis en construcciones rurales.

Se lleva a cabo el presente estudio en cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa aplicando los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los diferentes cursos aprobados, así como laboratorios establecidos por la universidad. De esta forma se presenta una solución a la problemática que afecta a los pobladores de dicho cantón.

En el presente se brinda el desarrollo de los resultados, a través de los cuales se propone a la Municipalidad de la cabecera departamental de Jutiapa, como unidad ejecutora el proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa. La propuesta tiene como finalidad, Disminuir accidentes vehiculares en camino de tercer orden objeto de estudio.

El Capítulo I está conformado por la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, objetivo general, objetivo específico, justificación, metodología, métodos y técnicas. El Capítulo II está conformado por el marco teórico, en el cual se enmarcaron los aspectos conceptuales y marco referencial. El Capítulo III está conformado por la presentación y análisis de resultados donde se presentaron los cuadros y graficas derivados del vaciado de boletas de investigación. El Capítulo IV está conformado por las conclusiones, recomendaciones y anexos derivados de la investigación.

Estos capítulos están seguidos de un apéndice bibliográfico diseñado de acuerdo a las normas APA. Además de los capítulos descritos, el documento contiene un conjunto de anexos de acuerdo a la estructura metodológica.

Estos anexos son: 1) Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos. 2) Diagrama del medio de solución de la problemática. 3) Boleta de investigación para la comprobación del efecto general. 4) Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal. 5) Boleta de diagnóstico de la problemática. 6) Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra. 7) Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación. 8) Anexo metodológico de la proyección.

I.1 Planteamiento del problema.

Al efectuar la presente investigación se ha detectado la inaccesibilidad vehicular en el camino de tercer orden, que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa. Debido a la inexistencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

Como consecuencia del crecimiento poblacional del cantón potrero Grande Jutiapa, Jutiapa, la localización de terrenos agrícolas para las actividades económicas, ya que se dedican principalmente a la producción de café, maíz, frijol y banano entre otros. Los habitantes deben trasladar las mercancías agrícolas con mucha dificultad en tiempos de invierno al pasar el invierno por falta de mantenimiento de la carretera que es de terracería llega el tiempo del verano y pierden su material selecto que lo conforma y da el resultado a la inaccesibilidad vehicular y falta de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

Las vías de comunicación terrestre son medios indispensables en la interacción social del ser humano, tanto en el ámbito social, cultural, comercial y económico. Al carecer de una propuesta tenemos mal estado del camino de tercer orden, que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, ha provocado el incremento de accidentes vehiculares, en los últimos 5 años. en cantón

La problemática se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, de parte de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa. Por lo cual en la presente se propone una solución factible a la problemática existente.

I.2 Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis del problema como parte del trabajo de investigación en cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Hipótesis causal.

“El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, la causante del incremento de accidentes vehiculares durante los últimos 5 años?

I.3. Objetivos.

A continuación, se presentan los objetivos, generales y específicos a través los cuales se pretende contribuir en la solución del problema encontrado, los accidentes vehiculares.

I.3.1. Objetivo general.

Disminuir accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

I.3.2. Objetivo específico.

Mejorar estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

I.4. Justificación.

El mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, ha provocado el aumento de accidentes vehiculares de los usuarios, que transitan por el camino en mención.

Las vías de comunicación terrestre son medios indispensables en la interacción social del ser humano, tanto en el ámbito social, cultural, comercial y económico. Al carecer de una propuesta por parte de la municipalidad del departamento de Jutiapa que proponga la pavimentación del camino en mención, continuará el aumento de accidentes vehiculares de los usuarios que transitan en dicho camino.

Por tal razón es importante elaborar una propuesta para la pavimentación del camino, siendo la iniciativa por parte de las autoridades municipales, para la ejecución de la propuesta que permita la solución a la problemática.

El medio de solución a la problemática actual es a través de la propuesta de pavimentación mediante pavimento rígido, el cual servirá para disminuir los accidentes vehiculares de los usuarios, consecuencia del mal estado del camino.

La infraestructura vial, se relaciona estrechamente con el desarrollo social y económico de una comunidad. Debido a los productos, insumos y materiales que son necesarios para toda la población. Los proyectos para pavimentación mediante pavimento rígido, son un elemento importante en la comunidad, debido a que contribuyen a mejorar las condiciones de vida de los habitantes que transportan mercancías, productos, insumos y materiales que son necesarios para toda población.

El medio de solución a la problemática actual, es por medio de la propuesta de construcción de un proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de

camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

I.5 Metodología.

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1. Métodos.

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

I.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en el camino de tercer orden, a cuyo efecto, se observó el mal estado del camino, la falta de pavimentación de concreto rígido, la vulnerabilidad del camino en mención, ante accidentes vehiculares, entre otros.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la municipalidad citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del área de tesorería de la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo1.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”. El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 6 personas que laboraban en el área de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la municipalidad citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2.Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo. Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

II. MARCO TEÓRICO.

La siguiente recopilación investigativa concierne al segmento teórico y documental de autores que han explicado y generado una base científica que ayuda a entender mejor el tema y generar la propuesta de solución. Con la finalidad de desarrollar el presente capítulo, fueron objeto de consulta autores nacionales y extranjeros, medios de comunicación visual y escrito, para así sustentar las definiciones conceptuales.

II.1. Accidentes.

Accidentes.

“La palabra accidente tiene su origen en el término latino “accidens”. El concepto hace referencia a algo que sucede o surge de manera inesperada, ya que no forma parte de lo natural o lo esencial de la cosa en cuestión. El uso más frecuente del término está vinculado al acontecimiento que sucede sin intención y que genera un daño a un ser vivo o a una cosa”. (Gardey, 2012).

Accidentes vehiculares.

“Se entiende por accidente de tráfico (a veces también enunciado como accidente de tránsito) a aquellos actos en los que uno o más vehículos se ven involucrados generándose daños materiales como también humanos”. (Bembibre, 2013).

Tipos de accidentes vehiculares.

- **Choque o colisión:** “se define como el encuentro violento entre dos o más vehículos, o entre un vehículo y un objeto fijo”. (Vásquez, 2016).
- **Colisión entre uno o más vehículos:** “se dan por la falta de pericia de algunos conductores, que no miden el riesgo en las vías a la hora de poner en marcha sus rodantes”. (Vásquez, 2016).

- **Salida de la vía:** “no existe un choque, sino que el coche se sale de la carretera”. (Génesis, 2012).
- **Vuelco:** “cuando el coche gira sobre sí mismo o sus lados con algunas de las ruedas despegadas de la carretera”. (Génesis, 2012).
- **Choque:** “cuando un vehículo en movimiento colisiona un coche estacionado o cualquier otro objeto fijo de la carretera”. (Génesis, 2012).
- **Arrollamiento:** “se refiere a cualquier vehículo que circule por las vías férreas y colisione contra los coches”. (Génesis, 2012).
- **Atropello:** “(propriadamente dicho), que consiste en el encuentro entre un vehículo y un peatón. En este tipo de accidentes se distinguen, igualmente, varias fases que no necesariamente han de darse en todos los accidentes. Cada fase puede constituir un tipo singular de accidente de tráfico entre un vehículo y un peatón. Las fases del atropello serían las siguientes” (Mendez, 2012).
- **Aplastamiento:** “se produciría cuando se produjese la colisión de un vehículo automóvil contra un obstáculo o elemento fijo, fuera o dentro de la vía, y entre ambos se encontrase el peatón. Puede producirse un aplastamiento dinámico cuando el peatón es proyectado sobre un elemento fijo”. (Mendez, 2012).
- **Arrastramiento:** “se produciría cuando una persona queda enganchada en alguna parte de un vehículo y es arrastrada por éste. En estos casos la víctima también puede ser atropellada posteriormente”. (Mendez, 2012).

Indicios de accidentes vehiculares.

“Los factores que inciden en un accidente de tránsito a continuación, se describen algunos factores que son denominados a la hora de encontrar responsabilidad en un hecho de tránsito:” (Sosa, 2008).

Usuarios: “la responsabilidad que cae sobre ellos corresponde a la acción de las maniobras que realiza sobre las vías, estas dependen de la rapidez que tenga para actuar frente a una dificultad en la vía, como por ejemplo las velocidades máximas, debido a que una imprudencia de parte del conductor puede ser fatal”. (Sosa, 2008).

Vehículos: “es una maquina sofisticada, que debe estar en buen estado para poder circular en las vías que están adaptadas para transitar por ellas a grandes velocidades, debido a que cualquier desperfecto puede causar un grave accidente y afectar en dicho accidente a más de un vehículo”. (Sosa, 2008).

Vías: “estas deben encontrarse en buen estado, es decir, sin baches y que estos pueden causar accidentes, debido a que estos pueden producir el pinchazo de un neumático obligado a realizar maniobras intempestivas que a altas velocidades pueden causar una pérdida de control de vehículo y a su vez un volcamiento, o bien, una colisión entre uno o varios vehículos”. (Sosa, 2008).

Climático: “condiciones meteorológicas como la lluvia, niebla, humo, ceniza y luminosidad son algunos de los principales constituyentes de las constituciones meteorológicas reinantes que pueden influir en la producción del siniestro”. (Sosa, 2008).

“También deben contener las señalizaciones para realizar las maniobras adecuadas para este tipo de vías, ya que toda maniobra deber ser realizada según lo requiera la ruta, por ejemplo, se debe indicarlas curvas que se aproximan, las velocidades

máximas a las que se debe transitar según las pendientes que estas contengan y se deben indicar correctamente las localizaciones cercanas que se aproximan para que los usuarios tengan presente y claro su lugar de destino”. (Sosa, 2008).

Accidentes vehiculares en área rurales.

“Un informe del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), basado en datos de la PNC, refleja un crecimiento histórico en el número de fallecimientos anuales como producto de hechos de tránsito”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“En diez años, la cifra pasó de menos de mil víctimas mortales, a más de dos mil. En 2007 este reporte asegura que hubo 936 fallecidos en accidentes de tránsito, mientras que el año pasado hubo 2 mil ocho. Y al 30 de abril pasado, es decir el primer cuatrimestre, la cifra ya reflejaba 534 muertos, lo que podría significar un nuevo aumento si la tendencia se mantiene”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“Por ser el departamento de Guatemala el de mayor acaparamiento del parque vehicular (1.5 millones de automotores), es lógico que también genere la mayor cantidad de hechos de tránsito y, por tanto, también la mayor cantidad de muertos y lesionados”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“En el departamento de Guatemala se registra el 45 por ciento del total de parque vehicular. Pero también el 31.87 por ciento del total de hechos de tránsito y, por tanto, el 22.47 por ciento de fallecidos”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

El departamento que más se le acerca es Escuintla. En esta parte del sur del país se registran 215 mil 557 vehículos, equivalentes al 6 por ciento del total del parque, tan solo superado en unos 12 mil automotores por Quetzaltenango, departamento que

alberga a la segunda ciudad más importante del país. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“Con regularidad, Semana Santa y diciembre, con las fiestas de fin de año, son las dos temporadas en las que más hechos de tránsito se registran, de acuerdo con las cifras que ofrece el INE”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“Mientras que sábado y domingo son los dos días de la semana en que más accidentes ocurren. Los datos, sin lugar a dudas, se relacionan con los días y temporadas más propensas para el consumo de bebidas alcohólicas y de allí los resultados”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

“Y si en casi todos los indicadores el área rural siempre queda atrás de la urbana, en el tema de los fallecidos por accidentes de tránsito la situación es contraria. De los 2 mil ocho muertos el año anterior, el 73.9 por ciento lo aportó el área rural, con una mayoría masculina”. (Asociación de Gerentes de Guatemala, 2017).

Accesos.

“El acceso se vincula al ingreso a un sitio. El acceso a una localidad, en este sentido, puede ser un camino o una carretera. Se trata de la vía que permite que las personas puedan llegar, desde otros puntos geográficos, a la ciudad. De un modo similar, el acceso a una vivienda o a un ambiente puede ser una puerta”. (Pérez & Gardey, 2015).

Vías de accesos.

“Entrada a una carretera desde otra vía de menor importancia. El vehículo que pretende incorporarse por un acceso encontrará normalmente una señal de «parada en el cruce», con obligación de parada absoluta antes de reanudar la marcha normal en la confluencia, o una de «ceda el paso», que da preferencia a los vehículos de la vía principal (*señalización)”. (MotorGiga, 2020).

“En el caso de acceso a una autopista deberá utilizarse, si existe, el carril de aceleración, sin obligar a los usuarios que circulen por ella a modificar bruscamente la velocidad o la dirección de los vehículos.” (MotorGiga, 2020).

Tipos de vía de accesos.

- “Autopista”.
- “Autovía”.
- “Avenida”.
- “Bulevar”.
- “Calle”.
- “Calle peatonal”.
- “Callejón”.
- “Camino”.
- “Carretera”.
- “Carretera de circunvalación”.
- “Carril”.
- “Ciclovía”.
- “Pasaje”.
- “Paseo marítimo”.
- “Puente”.
- “Sendero”.
- “Travesía”.
- “Túnel”.
- “Vía pecuaria”.
- “Vía rápida”. (EcuRed, 2011).

Caminos.

“Existe variedad de definiciones de caminos. Entre las cuales se menciona: franja longitudinal del terreno preparada para su uso por vehículos”. (Moquillaza, 2005).

“Caminos rurales. Los caminos rurales unen las aldeas y las poblaciones más pequeñas de mercado regional, y son los caminos terciarios, secundarios y de penetración. Normalmente, no son pavimentados, o tienen una capa delgada de asfalto; son más angostas y las curvas son más cerradas y las cuestas más empinadas que las de las carreteras”. (Banco Mundial, 2014).

“Pueden ser de toda estación o sólo temporales y, a menudo, tienen vados o transbordadores en vez de puentes. Las carreteras que cruzan las regiones rurales, sean pavimentadas o no, se tratan en el artículo carretera”. (Banco Mundial, 2014).

“Ubicación del camino: La ubicación del camino constituye la decisión más crítica en cuanto a su construcción. Esta determinará, el tipo y la magnitud de los impactos ambientales y sociales que causarán. Los caminos rurales que más afectan el entorno son los que:” (Banco Mundial, 2014).

- “Atraviesan las tierras de los pueblos indígenas; o terrenos silvestres críticos;
- Alteran el equilibrio natural en zonas con potenciales peligros naturales; áreas que constituyen el hábitat de la fauna silvestre; y,
- Los que se adentran en áreas no idóneas para los cambios de uso del suelo”.

II.2. tipos de camino.

Tipos de caminos.

“Existe variedad de caminos entre los cuales se encuentran:”

- **Camino de tierra:** “camino en que la superficie de rodadura es el terreno

natural, nivelado y compactado mediante el uso de herramientas o maquinarias simples”. (Moquillaza, 2005)

-
- **Camino vecinal:** “camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales”. (Moquillaza, 2005)
-
- **Camino de servicio:** “el construido como elemento auxiliar o complementario de las actividades específicas de sus titulares”. (Moquillaza, 2005).

Caminos de tercer orden.

“Son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí”. (Grisales, 2005).

“Su propósito es el completar la red vial primaria y secundaria, proporcionando comunicación en la medida de lo posible entre cabeceras departamentales y sus respectivos municipios y aldeas”. (Grisales, 2005).

“La misma está orientada a permitir el ingreso y egreso de insumos y servicios desde y hacia los centros de consumo y producción. La constituyen en su mayor parte caminos de terracería y / o balasto y caminos rurales”. (Grisales, 2005).

Indicadores del mal estado de caminos de tercer orden.

- Carriles en visiblemente perjudicados por la falta de mantenimiento.
- Aumento en la cantidad de accidentes derivados de las malas condiciones.
- Incremento del costo de traslado de mercaderías por el camino.
- Deterioro notable de los vehículos que transitan constantemente por el camino.
- Dificultad de tránsito o reducción completa del tránsito durante épocas lluviosas.

- Aislamiento de asentamientos que dependen del camino como vía de comunicación.

II.3. Pavimentos.

Pavimentación.

“Proceso de cubrir el suelo con elementos de algún material para su mejor utilización por parte del hombre”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionándose una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, edemas de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, que son de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; y son dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes”. (Pacheco Mazariegos, 1995).

“En ingeniería civil, 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”. (RAE, 2019).

“Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas. En la actualidad se encuentra en investigación pavimentos que ayudan al medio ambiente como el formado por noxer”. (RAE, 2019).

“Una de las primeras formas de pavimentación fue la calzada romana, construida en varias camadas. Esta gran obra de ingeniería logró que varios tramos hayan resistido durante siglos y se puedan encontrar inclusive hoy”. (RAE, 2019).

“Características generales. Debe poseer anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos. Debe constar además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas. El pavimento deberá presentar una resistencia adecuada a los

esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua”. (Federal Highway Administration, 2008).

“Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores”. (Federal Highway Administration, 2008).

“Los materiales de menor calidad se deben colocar en las terracerías. Estos últimos son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos”. (Federal Highway Administration, 2008).

Tipos de pavimentos.

“Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente”. (Iturbide, 2002).

Pavimento flexible: “en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub rasante”. (Iturbide, 2002).

Pavimentos de concreto rígido: “en un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, lo que da como resultado tensiones muy bajas en la sub rasante”. (Iturbide, 2002).

Pavimento de concreto: “es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito”. (Ingenieros consultores de Centro América, 2011).

Los pavimentos rígidos pueden dividirse en 3 tipos.

Concreto hidráulico simple: “no contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 m). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas)”. (Iturbide, 2002).

Concreto hidráulico reforzado: “tiene espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 m) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción”. (Iturbide, 2002).

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”. (Iturbide, 2002).

Elementos que integran el pavimento rígido.

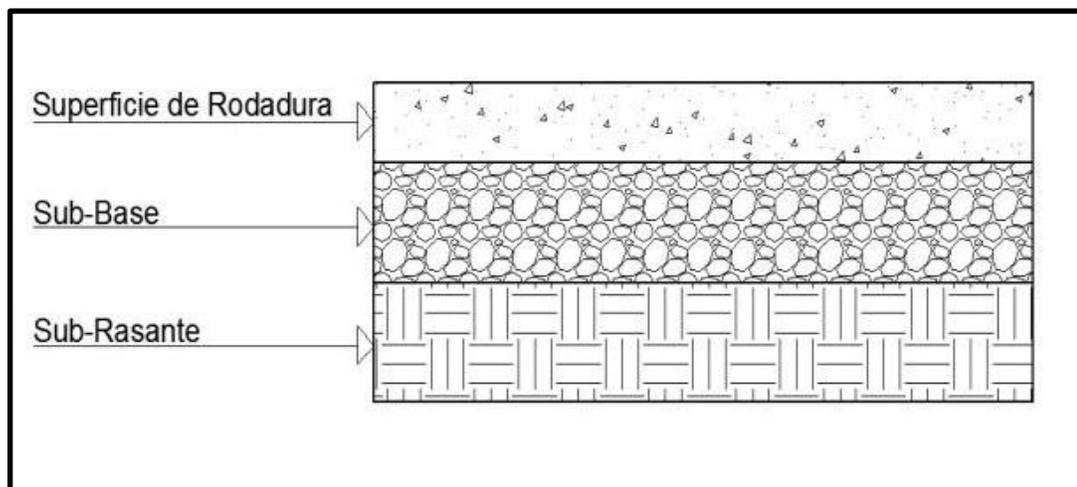
Sub-Rasante: “es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño”. (Iturbide, 2002).

“El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento, es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante”. (Iturbide, 2002).

Sub-base: “es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub rasante la pueda soportar absorbiéndose las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. La sub base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento”. (Iturbide, 2002).

Superficie de rodadura: “es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la sub rasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento”. (Iturbide, 2002).

Figura 1. Capas que integra un pavimento rígido hidráulico de concreto simple.



Fuente: Iturbide, 2002.

Materiales que integran los pavimentos rígidos. “Los pavimentos rígidos se integran de diversos materiales los cuales son: Cemento tipo Portland: Los cementos hidráulicos deben ajustarse a las Normas AASHTO M-85 para los Cementos Portland

y a las normas AASHTO M-240, para Cementos Hidráulicos Mezclados. (Iturbide, 2002).

Cuadro 1. Especificaciones a cumplir por el cemento Portland.

AASHTO	Referencia
T – 89	Finura del cemento (por turbidímetro)
T – 105	Composición química del cemento
T – 106	Resistencia a la compresión del mortero del cemento
T – 107	Expansión del cemento en autoclave
T – 127	Muestreo del cemento
T – 131	Tiempo de fraguado (agua de Vicat)
T – 137	Contenido de aire del mortero de cemento
T – 153	Finura del cemento (permeámetro)
T – 154	Tiempo de fraguado (aguja de Gilmore)
T - 186	Endurecimiento inicial del cemento

Fuente: Iturbide, 2002

Además, se debe indicar su clase de resistencia en MPa o en lbs/pulg², según sea el caso, 21, 28, 35 y 42 MPa (3000, 4000, 5000 y 6000 lb/pulg²), que corresponde a una resistencia mínima a 28 días. Cuando no se especifique el cemento a usar, éstos deberán tener una clase de resistencia de 28 MPa (4000 lb/pulg²) o mayor. (Iturbide, 2002).

Agregados finos: “debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, de acuerdo a AASHTO M 6, clase B”. (Iturbide, 2002).

Agregados gruesos: “deben consistir en gravas o piedras trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, de acuerdo con AASHTO M 80”. (Iturbide, 2002).

Agua: “el agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos,

álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero”. (Iturbide, 2002).

“El agua de mar o salóbregas y de pantanos, no deben usarse para concreto hidráulico. El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. En donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse de forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales”. (Iturbide, 2002).

Aditivo: “el uso de aditivos para concreto, tiene por objeto mantener y mejorar esencialmente la composición y rendimiento del concreto de la mezcla básica”. (Iturbide, 2002).

- 1) Ceniza volante: “se ha usado ceniza volante para mezclas del sistema de pavimentos de concreto de apertura rápida, pero generalmente como un aditivo y no como sustituto del cemento Portland y debe cumplir con lo estipulado en AASHTO M-295”. (Iturbide, 2002).
- 2) Aditivos químicos: “son aquellos que sin cambiar las características naturales del concreto hidráulico para pavimentos, ayudan en los diferentes procesos de construcción, y son estos: incluseras de aire según AASHTO M-159, reductores de agua según AASHTO M-194, acelerantes y descelerantes de fraguado según AASHTO M-194”. (Iturbide, 2002).

Consideraciones generales previas para diseño de pavimentos rígidos.

“Dentro de las consideraciones que deben tomarse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que éste se

incrementa conforme el desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae a su vez mayor cantidad de repetición de ejes y cargas”. (Iturbide, 2002).

Variables de diseño de pavimentos. “Las propiedades de la sub rasante, características de los materiales, importancia del tránsito, factores de medio ambiente y otro tipo de variables, son las que intervienen en el diseño de estructuras de pavimento. Muchas veces, para caminos y calles de menor importancia, la información no está disponible o actualizada, por lo que es necesario recabarla”. (Iturbide, 2002).

“Algunos valores de diseño están especificados y pueden variar con el tipo de carretera o nivel de tránsito. Para tránsito pesado se han seleccionado valores más conservadores con resultado de espesores mayores”. (Iturbide, 2002).

“Por ejemplo, un valor de esfuerzo de diseño para la sub rasante, puede resultar bajo para un tránsito pesado pero aceptable para un tráfico liviano. Poco conocimiento de las características de la sub rasante y las propiedades de otros materiales particularmente de la pavimentación, variarán su calidad y desempeño, lo que traerá como consecuencia un alto costo de mantenimiento; también la selección del tipo de base puede afectar el comportamiento del pavimento”. (Iturbide, 2002).

Criterios de diseño de pavimentos. “En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento, es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio Módulo de Elasticidad”. (Iturbide, 2002).

“La evaluación de tránsito está dada por la repetición de una carga en un eje simple equivalente a 80 Km (1,800 lbs) aplicada al pavimento en un conjunto de dos juegos de llantas dobles”. (Iturbide, 2002).

Ensayos para Estabilizaciones

“Cuando las condiciones del subsuelo lo requieran, se deberán ejecutar ensayos para determinar el tipo y el procedimiento de estabilización que se deberá efectuar:” (Orantes, 2012).

- a) “Planta o proyección horizontal esquemática por kilómetro de la carretera o de la autopista con indicación de todas las formaciones geológicas atravesadas”. (Orantes, 2012).
- b) “Planos de detalle en hojas modelo de los tramos afectados por unidades geomorfológicas, tales como áreas inundables, nivel freático alto, zonas de alta erosión, laderas agrietadas, pantanos y otros”. (Orantes, 2012).
- c) “Perfil longitudinal esquemático del subsuelo, por kilómetro, con indicación de las propiedades características de las distintas capas encontradas, tales como color, clasificación, nivel freático y otros”. (Orantes, 2012)
- d) “Condiciones de soporte de los suelos de fundación”. (Orantes, 2012).
- e) “Un informe y mapa geológico en hojas modelos con todos los detalles y datos obtenidos en el estudio geológico realizado”. (Orantes, 2012).
- f) “Croquis de la localización de los préstamos con referencia al eje de las carreteras y autopistas, con indicación de volúmenes disponibles y las propiedades características siguientes:” (Orantes, 2012).
 - 1. “Propiedades índices
 - 2. “CBR
 - 3. “Peso volumétrico máximo

4. “Humedad óptima
 5. “Coeficiente volumétrico, de suelto a compacto y de compacto a natural.
- g) “Facilidad o dificultad de la explotación de los préstamos, con indicación de aspectos técnicos y económicos”. (Orantes, 2012).
- h) “Distancia de transporte de los materiales provenientes de los préstamos a los sitios de elaboración, clasificación o utilización”. (Orantes, 2012).
- i) “Destino que debe darse a los materiales provenientes de cortes y excavaciones. Ajustándose a las necesidades y competitividad del sector transporte en beneficio de la economía del país, se amplía los pesos y dimensiones para la flota nacional de carga bajo los siguientes parámetros técnicos:” (Benítez, 2007).
1. “Para el transporte de carga seca en los tipos C2, C3, T3-S2 y T3-S3, se autoriza un incremento del 3% de peso en los ejes de tracción y/o ejes tándem y/o ejes triples y en ningún momento en los ejes direccionales, del parque vehicular nacional”. (Benítez, 2007).
 2. “Para el transporte de combustible en los tipos C2 y C3, se autoriza un incremento del 8% de peso en los ejes de tracción y/o ejes tándem y ejes direccionales, en los tipos T3-S2 y T3-S3, se autoriza un incremento del 4% de peso en los ejes tándem y/o triples y un 10% en los ejes direccionales del parque vehicular nacional”. (Benítez, 2007).
 3. “Se le permitirá al transporte de carga un incremento en sus longitudes hasta 22 m para los vehículos articulados tipo T3-S2 y T3-S3 y hasta

25 m para las combinaciones vehiculares tipo T3-S2-R4, siempre y cuando transite dentro del territorio nacional”. (Benítez, 2007).

4. “Para el transporte no matriculado en la República de Guatemala se aplicará la presente norma ya que las presentes modificaciones regirán solamente en territorio nacional”. (Benítez, 2007).
5. “Los vehículos que violen las presentes normas en las diferentes estaciones de control no podrán continuar su recorrido mientras no comprueben haber eliminado el exceso de carga y/o desbalance de carga o corregido el sobredimensionamiento de la misma mediante la aplicación de la forma 1-83 (carga indivisible) si fuere el caso”. (Benítez, 2007).
6. “Todo incremento o decremento de carga está sujeto a cambios, para lo cual deberá de contarse con estudios y análisis técnicos correspondientes”. (Benítez, 2007).

“Artículo 6°.La Dirección General de Caminos, expedirá Permiso Especial para la circulación por determinadas rutas a los vehículos o combinaciones de vehículos cuyas características excedan los límites establecidos por este Reglamento, previa solicitud del interesado con veinticuatro horas de anticipación, cuando el peso bruto total sea menor o igual a 55,000 kg”.

“Si las cargas sobrepasan los 55,000 kg y las dimensiones rebasan los límites permisibles, lo resuelto se notificará al interesado en un plazo no mayor de 15 días, a partir del momento en que la solicitud sea recibida en el “Departamento” con toda la documentación correspondiente, haciéndose uso de la forma 1-83 siempre que a la

expedición de dicho permiso preceda un estudio y análisis técnico favorable que efectuará la misma Dirección General de Caminos, en cuanto a desgaste de las carreteras, daños posibles a las estructuras existentes, seguridad para el tránsito ordinario y demás aspectos que considere convenientes en los siguientes casos:” (Ordoñez, 2006).

- A. Para el caso de las cargas sobredimensionadas y/o excesivas en peso bruto total, el permiso será para un solo viaje;
- B. El Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda a través de la Dirección General de Caminos, podrá suscribir convenios con instituciones y organizaciones que así lo requieran observándose siempre lo dispuesto en el presente reglamento (Ordoñez, 2006).
- C. Para los vehículos que justificada y constantemente deban transportar cargas que rebasen los límites previstos, podrá otorgarse permiso especial a través de la forma 1-83, anotándose en el reverso las condiciones de operación y seguridad vial que deberán cumplirse para su locomoción. De acuerdo a las características de la carga, tipo de transporte a emplear y rutas a utilizar, el responsable del transporte está obligado a cumplir las siguientes condiciones, según el caso (Ordoñez, 2006):
 - c.1. “Verificar pesos y dimensiones en las estaciones de control de pesaje fijas o con equipo de báscula móvil”.
 - c.2. “Este permiso no exime de responsabilidades por cualquier daño a estructuras o accidentes que se susciten con el transporte durante el trayecto autorizado”.

c.3. “Llevar vehículos escoltas adelante y/o atrás, con banderas rojas, balizas color ámbar y luces intermitentes”.

c.4. “Colocar banderas de tela roja grandes y limpias con reflectividad en los extremos salientes de la carga, delimitar con cinta reflectiva su volumetría y/o hacer uso de luces si su locomoción se realiza en horas nocturnas, colocar de forma visible un rotulo reflectivo cuya descripción será“ CARGA ANCHA”.

c.5. “Viajar solo de día y sobre el carril derecho de la carretera según el sentido de desplazamiento; se podrá autorizar su locomoción en horario nocturno siempre y cuando cumpla con las condiciones de seguridad delimitadas y emanadas por los órganos competentes”.

c.6. “Ceder el paso en puentes y tramos estrechos de la carretera”.

c.7. “Al transitar sobre puentes deberá realizarse por el centro a una velocidad de 10 kms./ hora sin hacer cambios de velocidad ni frenar.

c.8.No circular domingos ni días festivos”.

c.9. “No circular con fugas de combustible, lubricantes, melaza o cualquier otro fluido que dañe el pavimento o represente peligro para los usuarios”.

c.10. “Los horarios de circulación serán delimitados por los órganos competentes”.

c.11. “Queda terminantemente prohibido transitar por puentes Bailey, recomendándose el uso de vados o desvíos”.

c.12. “Utilizar sobre puentes, de acuerdo a las restricciones de locomoción”.

c.13. “Verificar alturas previo a pasar por puentes de estructura superior de metal”.

c.14. “Que el transporte se efectúe a una velocidad no mayor a la señalada por la Dirección General de Caminos en el permiso respectivo”.

c.15. “Prohibido circular en convoy al transitar sobre puentes y en carreteras deberán guardar una distancia prudencial que será definida por el “Departamento”.

c.16. “Para cargas sobredimensionadas, ceder el paso en puentes y tramos estrechos de la carretera abandonándose la vía asfáltica, estacionándose en lugares apropiados donde se permita la libre circulación del flujo vehicular sin ninguna interrupción”.

c.17. “Al transitar por los perímetros urbanos deben coordinar con las municipalidades competentes”.

c.18. “Los permisos especiales serán válidos únicamente sobre las rutas que designe la Dirección General de Caminos”.

c.19. “Deberá considerar las medidas necesarias para reforzar de manera segura aquellas estructuras que a juicio de las autoridades competentes, no sean aptas para soportar las cargas indicadas en la forma 1-83; en coordinación con personal estructuralista de la Dirección General de Caminos, analizar el uso de sobre puentes o apuntalamiento de ciertas

estructuras para autorizar el paso sobre ellas”.

c.20. “A costa del responsable se reparen los daños causados a la carretera y/o terceros, debido al uso inadecuado de la infraestructura vial que pudieren producirse por el transporte de carga”.

c.21. “Debido a circunstancias desfavorables del tiempo u otra causa la Dirección General de Caminos, podrá demorar el viaje hasta que desaparezca la causa por la cual fue postergado”. (Ordoñez, 2006).

D. “Al hacer uso de la infraestructura vial del país las grúas móviles autopropulsadas deberán transitar sin contrapesos, para lo cual debe solicitar previamente ante el “Departamento” el permiso especial correspondiente (forma 1-83)”. (Benítez, 2007).

E. “Las escoltas deben hacer uso de balizas color ámbar, así mismo la empresa encargada del transporte deberá coordinar la transportabilidad y los horarios dentro del perímetro urbano correspondiente”. (Benítez, 2007).

II.4. Pasos para el diseño de pavimentos rígidos.

Levantamiento topográfico: “la pavimentación de una carretera o camino requiere de una serie de actividades, y es el primero de ellos y uno de los más importantes el estudio topográfico, el cual contempla dos grandes ramas de la topografía que son la planimetría y la altimetría”. (García, 1984).

Planimetría: “es una rama de la topografía que representa gráficamente el terreno, sin contemplar la curvatura terrestre, proyectándola sobre un plano horizontal, al cual se le denomina plano”. (García, 1984).

Altimetría: “rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de mayor interés de un terreno”. (Orantes, 2012).

Estudios de suelos: “en todo proyecto de pavimentación a realizar se debe tener conocimiento de las características del suelo. El diseño de pavimento se basa en los resultados de los ensayos del laboratorio efectuados con el material de suelo del lugar a construir”. (Valenzuela, 2007).

Límites de Atterberg.

Limite líquido: “es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico, el método actualmente se utiliza para determinar el limite liquido es el que ideo Casa grande y su norma es AASHTO T-89. El límite líquido debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla o tamiz No. 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico. (Valenzuela, 2007).

Limite plástico: “es el porcentaje de humedad con el cual el suelo cambia del estado plástico al estado sema-solido. El método para determinar el limite plástico en una muestra de suelo consiste en hallar el contenido de agua, expresado en porcentaje de peso seco, con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm.(1/8”) de diámetro al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa. (Benítez, 2007).

De los ensayos de límites de consistencia se pueden obtener el índice de plasticidad que sirve principalmente para determinar las separaciones marcadas entre los distintos tipos de suelo. (Benítez, 2007).

Índice plástico: “normado por la A.A.S.H.T.O T90-70. Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso sacado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada de diámetro sin romperse. (Us, 2007).

Ensayo de compactación o proctor modificado. “La prueba de proctor modificado según la norma A.A.S.T.H.O. T-180, se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad”. (Ruano, 2006).

“La prueba de proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada”. (Ruano, 2006).

“En todos los suelos, al incrementarse su humedad se aplica un medio lubricante entre sus partículas que permite un cierto acomodo de estas cuando se sujetan a un esfuerzo de compactación”. (Ruano, 2006).

“Sigue incrementándose la humedad al emplear el mismo esfuerzo de compactación, se llega a obtener el mejor acomodo de las partículas del suelo, y por consecuencia el mayor peso volumétrico seco con cierta humedad llamada humedad óptima”. (Ruano, 2006).

“A esta humedad deberá procurarse siempre efectuar la compactación en el camino, calle o aeropuerto o lugar de que se trate, ya que facilita el acomodo de las partículas con el menor trabajo del equipo de compactación”. (Ruano, 2006).

“Si se aumenta o disminuye la humedad para llegar a obtener el mismo peso sería necesario aumentar el trabajo de las máquinas de compactación”. (Ruano, 2006).

“Si a partir de esta condición de humedad optima y peso volumétrico seco se hacen incrementos de humedad, se provoca un aumento de volumen de los huecos, ocasionados”. (Ruano, 2006).

“Una sustitución sucesiva de partículas de suelo por agua, en virtud de que el volumen de aire atrapado entre las partículas de suelo no puede ser disminuido apreciablemente con ese mismo esfuerzo de compactación, obtenidos por tanto pesos volumétricos secos que son menores a medida que la humedad aumenta”. (Ruano, 2006).

Ensayo de C.B.R. Normado por la A.A.S.H.T.O. T193-63. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad optima, simulándose las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. (Us, 2007).

El C.B.R se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas. Los valores de CBR que se utilizan son: (Us, 2007).

- pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras.
- pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,5000 libras.

Método y procedimiento de diseño para pavimento rígido. “La fórmula general a la que llego la A.A.S.H.T.O para el diseño de pavimentos rígidos basada en los resultados obtenidos de la prueba AASHTO es la siguiente de 1986-93 ecuaciones de diseño de pavimentos rígidos”. (Ordoñez, 2006).

Figura. Fórmula general a la que llegó la A.A.S.H.T.O para el diseño de pavimentos rígidos

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

“El objetivo principal de las variables que intervienen en el diseño de los pavimentos constituyen en realidad la base del diseño del pavimento por lo que es importante conocer las consideraciones más importantes que tienen que ver con cada una de ellas para sí poder realizar diseños confiables y óptimos al mismo tiempo”. (Ordoñez, 2006).

“El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los ejes equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple el

equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado de problema, en caso de no haber equilibrio en la ecuación se deberán seguir haciéndose tanteos, tomándose como valor el resultado del tanteo anterior”. (Ordoñez, 2006).

“La convergencia del método es muy rápida. Las variables de diseño de pavimentos rígidos es Espesor, ser viabilidad, trafico, transferencia de carga, propiedades de concreto, resistencia de la sub-rasante, drenaje, confiabilidad, en el diseño de pavimentos rígidos existen dos maneras de calcula una de ellas es la que usa el método AASHTO 1993 mencionada anteriormente, o sea con fórmulas empíricas, desarrolladas a partir de pruebas en pavimentos hechos a este fin AASHO Road Test”. (Ordoñez, 2006).

“Otra forma de calcular es a través de métodos mecánicos como el de la Asociación de Cemento Portland (PCA) ha desarrollado dos métodos, para determinar el espesor de las diferentes capas de un pavimento que resista las cargas que ocasionan el tránsito de cual se menciona”. (Ordoñez, 2006).

“El método de capacidad: es el procedimiento de diseño aplicado cuando hay posibilidades de obtener datos de distribución de cargas de tránsito”. (Ordoñez, 2006).

“El método simplificado de diseño: es el procedimiento aplicado cuando no es posible obtener datos de carga por eje”. (Ordoñez, 2006).

Se describen los pasos a realizar en el cálculo del espesor de un pavimento:

- “Estimar el transito promedio diario de camiones en ambas direcciones”.
- “Determinar la categoría de carga por eje según tabla de diseño”.

- “Determinar el espesor de la losa requerida, por medio de las tablas correspondientes”. (Ordoñez, 2006).

“Por lo siguiente sugiere un diseño basado en experiencias generales de comportamientos de pavimento, hechos a escala natural, sujetos a ensayos controlados de tráfico, la acción de juntas y hombros de concreto. Para este diseño se utilizó el dimensionamiento del método simplificado para el espesor del pavimento rígido”. (Ordoñez, 2006).

“**Sub-rasante.** Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad, en que le afecte la carga de diseño que corresponde a la estructura prevista”. (Ordoñez, 2006).

“Los materiales que forman la sub-base deberán cumplir con ciertos requisitos para producir un pavimento de buena calidad, dichos requisitos dependen de las propiedades de los materiales que se determinan por ensayos debidamente normalizados, por la American Society for Testing Materials Astm y por la American Association of State Highways Officials AASHTO”. (Ordoñez, 2006).

“Los siguientes requisitos deben cumplirse en una profundidad de al menos cincuenta centímetros para calles y carreteras”.

Cuadro 2. Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado.

PROPIEDAD	REQUISITO
Tamaño máximo de partícula	7.5 cm.
Límite Líquido	Mayor del 50%
C.B.R.	5% mínimo
Expansión	5% máximo
Compactación	95% mínimo

Fuente: American Society for Testing Materials Astm y por la American Association of State Highways Officials AASHTO.

“Los suelos que nos cumplan con estas condiciones, deberán ser sustituidos por un material adecuado o bien ser estabilizados, aunque lo más importante es que el porcentaje de compactación alcance como mínimo el 95 %”. (Us, 2007).

Escarificación, homogenización y compactación. “Materiales Inadecuados para sub-rasante. Son materiales inadecuados para la construcción de la sub-rasante, los siguientes:” (Us, 2007).

- a) “Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas”. (Us, 2007).

“Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad”. (Us, 2007).

“Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además, basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación del pavimento (Us, 2007).

- b) “Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa de suelo de sub-rasante”. (Us, 2007).
- c) “Materiales adecuados para sub-rasante. Son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que esté reacondicionándose y que, además, no sean inadecuados

para sub-rasante de acuerdo a lo indicado en esta Sección”. (Us, 2007).

Operaciones de construcción:

- a) Limpieza. “El Contratista debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la sub-rasante a reacondicionar”. (Ruano, 2006).
- b) Delimitación de Tramos a Reacondicionar. “El Delegado Residente debe delimitar los tramos que el Contratista tiene que reacondicionar, indicándose claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo”. (Ruano, 2006).
- c) Reemplazo de Material Inadecuado. “Cuando en la sub-rasante aparezcan áreas con material inadecuado, de conformidad con la definición dada en 301.01, el Delegado Residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al Contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado de acuerdo a lo indicado en la Sección 203. Durante estas operaciones el Contratista debe señalar dichas áreas para evitar accidentes”. (Ruano, 2006).

“Según lo ordene el Delegado Residente, las excavaciones deben rellenarse: (1) con material de préstamo que sea apropiado para sub-rasante de acuerdo a la definición para material adecuado dada en 301.01; efectuándose la compactación de acuerdo con 203.10; o (2) con material de sub-base. En todo caso la excavación del vaciado, se debe pagar con cargo a la Sección 203 y el relleno de los vaciados, si es con préstamo, con cargo a la Sección 203 y si es con sub-base con cargo a la sección correspondiente”. (Ruano, 2006).

- d) Escarificación, Tendido y Conformación. “En las áreas que necesiten reacondicionamiento, el Contratista debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 200 milímetros, eliminándose las rocas mayores

de 100 milímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuándose cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros”. (Ruano, 2006).

- e) “El suelo de sub-rasante en toda el área a reacondicionarse debe humedecerse adecuadamente, antes de la compactación. El control de humedad puede efectuarse secándose el material, o por el método con carburo, AASHTO T 217”. (Ruano, 2006).
- f) Cortes mayores de 200 mm. “Si con los cortes y rellenos de 200 milímetros, la superficie reacondicionada no se ajusta a los niveles indicados en los planos, el Delegado Residente podrá ordenar cortes más profundos o completar los rellenos con material de préstamo apropiado, que cumpla con los requisitos de material adecuado indicados en 301.01. En ambos casos, los cortes mayores de 200 milímetros y el préstamo necesario serán pagados con cargo a la Sección 203”. (Ruano, 2006).
- g) Compactación. “La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T 191; con la aprobación escrita del Ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyéndose los no destructivos”. (Ruano, 2006).
- a) “Para el caso de sub-rasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico”. (Ruano, 2006).

- h) Deflexión. “Se establece una deflexión máxima para la capa de sub-rasante reacondicionada de 3.0 milímetros. El Delegado Residente deberá ordenar los vaciados que sean necesarios y su reemplazo con material de préstamo o de sub-base y, en caso necesario, complementar estos trabajos con la construcción de sub-drenaje adecuado”. (Ruano, 2006).

Tolerancias y aceptación:

- a) Tolerancias en Compactación. “Se establece una tolerancia en menos del 2%, respecto al porcentaje de compactación especificado en 301.03 (f) para la sub-rasante reacondicionada. Se deben efectuar ensayos representativos por cada 400 metros cuadrados o fracción de sub-rasante reacondicionada”. (Ruano, 2006).
- b) Tolerancia de Superficie. “Se establece una tolerancia de 20 milímetros, en más o en menos, para los trabajos efectuados por el equipo de construcción, respecto al nivel de conformación de superficie definido en la obra mediante marcas topográficas colocadas de conformidad con las elevaciones indicadas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente”. (Ruano, 2006).
- c) Aceptación. “La sub-rasante reacondicionada se debe aceptar para efectos de pago, hasta que se encuentre debidamente cubierta con material de sub-base o de base, en el ancho total de sub-rasante indicado en las secciones típicas de pavimentación. No se permite que la sub-rasante ya reacondicionada, quede sin recubrir con base o sub-base, en una distancia mayor de 1 kilómetro, debiéndose proporcionar el mantenimiento adecuado de los tramos pendientes de recubrir”. (Ruano, 2006).

Medida: “la medida se debe hacer del número de metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de sub-rasante reacondicionada, debidamente

construida y aceptada de acuerdo a estas Especificaciones Generales, Disposiciones Especiales y los planos correspondientes”. (Ruano, 2006).

“Es la operación que consiste en escarificar, homogenizar, humedecer, conformar y compactar en toda la longitud y todo el ancho de la calle el material seleccionado dentro de la carretera dándole forma y dejándolo listo para la aplicación del balasto. La sub rasante tiene una longitud de 5,025.86 M. L. y 25,129.30 metros cuadrados”. (Ruano, 2006).

Conformación de la sub-base. “Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material de base; el control de laboratorio y operaciones necesarias para construir en una o varias capas, una base del espesor compactado requerido, sobre la sub-rasante previamente aceptada de acuerdo a estas Especificaciones”. (Orantes, 2012).

“Todo de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por el Supervisor, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones Técnicas”. (Orantes, 2012).

Espesor de la base: “la base debe tener un espesor compactado a un 95% AASHTO o según lo que se indique en los planos del proyecto”. (Orantes, 2012).

Requisitos para el material de base: “la capa de base común, debe estar constituida por materiales de tipo selecto en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los requisitos indicados en la sección 303.4 tipo “c” de las Especificaciones Generales Para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos de Noviembre de 2002”. (Orantes, 2012).

Requisitos de construcción: “el Contratista debe usar el material que tenga un mayor valor soporte, menor porcentaje que pase el Tamiz 0.075 mm, menor índice de plasticidad y mayor equivalente de arena”. (Orantes, 2012).

II.5. Colocación y tendido.

- a) Colocación. “El Contratista debe colocar el volumen de material correspondiente al espesor de base requerido por el diseño, sobre la subrasante recibida, previamente preparada y reacondicionada. El material puede ser colocado en pilas por medio de camiones de volteo, formándose camellones o con máquina especial esparcidora”. (Orantes, 2012).

- b) Tendido. “El material de base, debe ser tendido en capas no mayores de 300 milímetros ni menores de 100 milímetros”. (Orantes, 2012).

Mezcla: después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use máquina especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogeneización, mezclándose el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con motoniveladora o por otro método que produzca una mezcla homogénea”. (Orantes, 2012).

“Cuando se use equipo especial que permita tender el material sin segregación, no se debe requerir esta mezcla”. (Orantes, 2012).

Riego de agua: “el material de base debe esparcirse, homogeneizarse y conformarse, agregándole la cantidad de agua necesaria para lograr su compactación, cuya operación puede efectuarse simultáneamente con la mezcla indicada en 4.3.4. Cuando se use máquina especial esparcidora y conformadora, el material puede ser humedecido previamente en la planta de producción del mismo, pudiéndose en este

caso, proceder a su compactación inmediata. La humedad de campo debe determinarse, secándose el material o por el método con carburo, AASHTO T 217”. (Orantes, 2012).

Base: “es la capa, que transmite las cargas provenientes de la capa de rodadura, hacia las capas inferiores. Generalmente está formado por materiales granulares, como piedra triturada, arena, grava o suelos estabilizados. Su espesor varía entre 10 y 30 centímetros”. (Ordoñez, 2006).

“La base evita el ascenso de un suelo fino a la superficie por las juntas, ayuda a evitar los cambios de volumen de las capas inferiores”. (Ordoñez, 2006).

“Para la base de este proyecto se propone colocar una capa de material selecto de buena calidad que en su mayor parte presenta limo arenoso, con una capa de 15 centímetros de espesor bien compactados con vibro compactador”. (Ordoñez, 2006).

Superficie de rodadura: “es la capa superficial de concreto de cemento portland, es decir, la losa en sí, cuyas funciones son:” (Ordoñez, 2006).

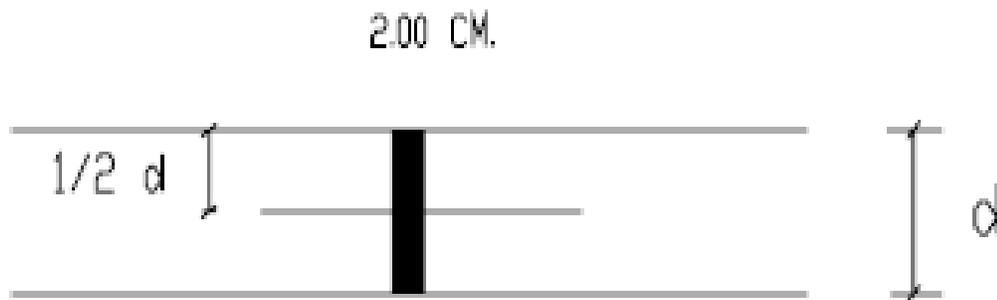
- “Proveer un valor soporte elevado para que resista muy bien las cargas concentradas que provienen de ruedas pesadas trabajándose a flexión, distribuirlo bien en el material existente debajo”.
- “Servir de textura superficial poco resbaladiza, aun cuando se encuentre humedad, salvo que está cubierta con lodo, aceite y otro material deslizante.
- “Proteger la superficie, sobre la cual está construido el pavimento, de los afectos destructivos del tránsito”.

- “Prevenir a la superficie de la penetración del agua”.
- “Proveer buena visibilidad, ya que por su color claro da una mayor seguridad al tráfico nocturno de vehículos”.
- “Ofrecer gran resistencia al desgaste, con poca producción de partículas de polvo”.

Juntas en el pavimento de concreto. “Se forman las juntas en el pavimento de concreto para reducir los efectos de las expansiones y la contracción, para facilitar el colado del concreto y para dejar espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares y a la línea central del pavimento (transversales) y de acuerdo a la función que se les destine longitudinales”. (Ruano, 2006).

Juntas transversales de expansión. “La función principal de una junta de expansión es un pavimento de concreto es permitir el movimiento de la losa debido a cambios en la temperatura. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura, aumenta la longitud de la losa, lo que crea en consecuencia esfuerzos de compresión en el concreto, si no se colocaran juntas de expansión, la losa de acuerdo a su longitud, podría abombarse o reventarse. (Ruano, 2006).

Figura 2. Junta de expansión con o sin barra de transferencia.



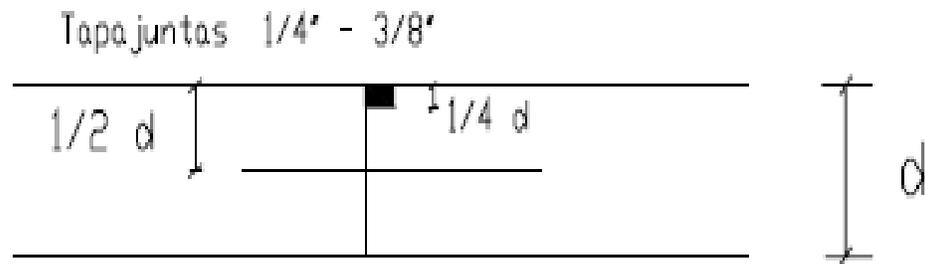
Fuente: Ingenieros consultores de Centro América, 2011.

“En el pavimento de concreto, en general se colocan juntas de expansión cada 40 a 60 pies, a lo largo de la longitud del pavimento. Las juntas, que pueden variar en espesor de $\frac{3}{4}$ ” a 1 pulgada, deben de incorporar dispositivos apropiados de transferencia de carga. En las juntas, se debe colocar relleno, como caucho, betunen o corcho que permita la expansión de la losa y excluya la suciedad”. (Ruano, 2006).

Juntas transversales de contracción. “Se ponen juntas de contracción para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto, causados por una caída en la temperatura”. (Ruano, 2006).

“El objetivo es debilitar la losa, de modo que, si las fuerzas de tensión son suficientemente grandes como para agrietarla, las grietas se formaran en las juntas. En general la profundidad de las juntas de contracción solo es un cuarto de espesor de la losa. No obstante, cuando se diseñan y espacian apropiadamente, también pueden minimizar el agrietamiento de la losa fuera de las juntas”. (Ruano, 2006).

Figura 3. Transversales de contracción.



Fuente: Ingenieros consultores de Centro Amèrica, 2011.

Juntas longitudinales. “Estas se forman paralelas a la línea central de la carretera para facilitar la construcción de los carriles y prevenir la propagación de grietas longitudinales irregulares. Las juntas se pueden acuar, juntar a tope, formar mecánicamente o ranura con sierra”. (Ruano, 2006).

Juntas de construcción. “Cuando se interrumpe el colado del concreto para una losa, resulta conveniente una junta de construcción en la junta fría entre las dos secciones de esa losa como preparación para la interrupción, se forma una cara vertical con un travesaño de madera en el extremo de la losa que está colándose”. (Ruano, 2006).

II.6. Desarrollo del proyecto.

Cálculo de espesor del pavimento. “Previo a la determinación del espesor de la losa, es necesario conocer los esfuerzos necesarios de la sub rasante y de la sub-base, el espesor del pavimento se determina de los siguientes factores de diseño (Ordoñez, 2006):

- “Resistencia a la flexión del concreto módulo de ruptura”.
- “Resistencia de la sub-rasante, o combinación de sub-rasante y sub-base (K)”.
- “Las cargas, frecuencia y tipo de carga por eje del vehículo que soportara el pavimento”.
- “Periodo de diseño, el cual es usualmente de 20 años”.

Tránsito. “El factor más importante en la determinación del diseño de un pavimento, es el número y peso de la carga por eje que pasara sobre él”. (Ordoñez, 2006).

Este es derivado de las estimaciones transito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos, se obtienen de contadores especiales de tránsito o por cual otro modo de conteo. El transito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones puede ser expresado como un porcentaje”.

Módulo de ruptura de concreto. “Debido al paso de vehículos por encima de las losas de concreto, en estas se producen esfuerzos de flexión y compresión”. (Ordoñez, 2006).

“El esfuerzo de compresión es tan mínimo que no influyen en el grosor de la losa, en cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y por eso son usados en estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos”. (Ordoñez, 2006).

“El módulo de ruptura del concreto se estimó con el quince por ciento de la resistencia estimada del concreto ante un esfuerzo de compresión, f'_c de 4,000 PSI (281 kg/cm²) a los 28 días de curado, por lo que el valor estimado del módulo de ruptura es de 600 PSI (0.15x4000 PSI= 600 PSI)”. (Ordoñez, 2006).

Módulo de reacción K de la sub rasante. “El módulo de reacción de la sub rasante es la propiedad de apoyo que ofrece la sub rasante al tráfico. En las tablas No.7 y 8 determina por la PCA siguiéndose las normas ASTM, dicha tabla fue obtenida para base no tratada y para bases de suelo cemento, para diferentes espesores de base”. (Ordoñez, 2006).

Al tener limitaciones de ensayo en campo, el valor k que se utiliza usualmente por correlación de una prueba más simple como es la clasificación del tipo de suelo según el sistema SCU (Sistema Unificado de Clasificaciones suelos, bajo el punto de vista de la ingeniería), el sistema PRA (Public Road Administration) o en función de su número CBR. (Ordoñez, 2006).

Diseño de la mezcla de concreto. “Para el diseño del concreto del pavimento fue utilizado el método del ACI. La teoría de la relación agua-cemento establece que para una combinación dada de materiales mientras se tiene o se obtenga una consistencia

de trabajabilidad, la resistencia del concreto cierta edad depende la relación del peso del agua de la mezcla al peso del cemento”. (Ordoñez, 2006).

“En otras palabras, si la relación de agua-cemento es fija, la resistencia del concreto a una determinada edad también es esencialmente fija, mientras la mezcla sea plástico ay manejable y el agregado sólido, durable y libre de materiales dañinos”. (Ordoñez, 2006).

“Para el proyecto se requiere un concreto con una resistencia a la compresión de f'_c 281 kg/cm² igual a 4000 PSI a los 28 días de curado ver tabla No.11, dicho concreto no incluirá aire en la mezcla”. (Ordoñez, 2006).

“El calor de sobre diseño se estimará en la resiste a la compresión f'_c incrementada en 1200 PSI en la tabla No.11, este valor es de resistencia promedio requerida f'_{cr} = 5200 PSI”. (Ordoñez, 2006).

“El revenimiento para pavimentos es de 7.5 cts. Como máximo según la tabla No.12. El tamaño máximo de agregado puede estimarse en 6 centímetros, pero se usará un agregado grueso más pequeño, con un tamaño nominal de 2.54 centímetros. Para un revenimiento de 7.5 centímetros y tamaño máximo de agregado de 2.54 centímetros. Pasos para el diseño de la mezcla:” (Ordoñez, 2006).

- 1) “Calcular la cantidad de cemento, dividiéndose la cantidad de agua por metro cubico por la relación agua-cemento; considerándose que un litro de agua pesa un kilogramo”.

$$\text{Cemento} = (195 \text{ litros/m}^3) / 0.48 = 406.25\text{kg/m}^3$$

- 2) “Calcular la cantidad de agregado, restándole el peso del agua cemento del peso total en un metro cubico de concreto:”

Peso de agregados = peso total – peso (agua cemento)

Peso de agregados = 2400 – (195+406.25) =1,798.75 kg/m³

- 3) “La cantidad de arena se obtiene al multiplicarse el peso total del agregado por el porcentaje de arena correspondiente”

Contenido de arena 42% 1798.75 kg/m³ = 755.48 Kg/m³

- 4) “La cantidad de pedrín será el agregado total menos la cantidad de arena contenido de pedrín = 1798.75 – 755.48 = 1043.27 kg/m³”.

Se concluye que la proporción final será de:

Cemento: arena: pedrín

406.25/406.25: 755.48/406.25: 1043.27/406.25

1: 1.86: 2.57

“Para la capa de concreto se debe de tomar en cuenta que la proporción está dada en volumen y como una bolsa de cemento tiene un volumen de un pie cubico, entonces por cada bolsa de cemento se utilizara 1.86 pie cubico de arena y 2.57 pie cubico de pedrín”. (Ordoñez, 2006).

Cuadro 3. Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no se dispone de información para establecer una desviación estándar.

Resistencia a compresión Especificada f'c (psi)	Resistencia Promedio a la compresión Requerida f'cr (psi)
Menor de 3000	F'c + 1000
3000 – 5000	F'c + 1200
Mayor de 5000	F'c + 1400

Fuente: Ordoñez, 2006.

Cuadro 4. Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción.

Tipo de construcción	Revenimientos (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	12.5	5.0
Zapatas simples, compuestas y muros de subestructura	10	2.5
Vigas, losas y muros reforzados	15	7.5
Columnas para edificios	15	7.5
Pavimentos	7.5	5.0
Concreto macizo	7.5	2.5

Fuente: Ordoñez, 2006.

Cuadro 5. Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados.

Revenimiento o Asentamiento (cm.)	Litros de agua por m ³				
	3/8 "	1/2"	3/4"	1"	1 1/2 "
3 - 5	205	200	185	180	175
8 - 10	225	215	200	195	180
15 - 18	240	230	210	205	200

Fuente: Ordoñez, 2006.

Requisitos para los materiales. “Los materiales para pavimentos de concreto de cemento hidráulico, deben llenar los requisitos siguientes:” (Ordoñez, 2006).

a) Cementos Hidráulicos. “Estos cementos deben cumplir con una clase de resistencia de 28MPa (4,000 psi, 281kg/cm²) o mayor”. (Ordoñez, 2006).

b) Agregado Fino. “Debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, que llene los requisitos sobre cantidad de finos allí estipuladas, para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial”. (Benítez, 2007).

“El agregado fino debe ser almacenado separadamente del agregado grueso, en pilas independientes para las diversas procedencias, debiéndose controlar sus características y condiciones por medio de ensayos de laboratorio, para hacer los

ajustes en la dosificación, en el momento de la elaboración del concreto”. (Benítez, 2007).

c) Agregado Grueso. “Debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, que llene los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas”. (Benítez, 2007).

d) Agua. “El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero”. (Benítez, 2007).

“El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable puede usarse sin ensayos previos”. (Benítez, 2007).

e) Aditivos. “Los aditivos para concreto se deben emplear con la aprobación previa del Supervisor y de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del concreto de la mezcla básica”. (Benítez, 2007).

“No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado o prees forzado o concretos que contenga elementos galvanizados o de aluminio”. (Benítez, 2007).

“Previa a la autorización del uso de aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo, utilizándose los materiales y equipo a emplear en el proyecto u obra. Si se emplea más de un aditivo, debe cuidarse de que los efectos deseables de cada uno se realicen y no interfieran entre sí. Cuando se empleen aditivos acelerantes

en tiempo caluroso, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar un fraguado del concreto”. (Benítez, 2007).

“Cualquier otra especificación relacionada con aditivos o bien acerca de los aditivos permisibles, se encuentra en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002”. (Benítez, 2007).

Requisitos para la Clase y Resistencia del Concreto.

“El concreto de cemento hidráulico para pavimentos, debe ser como mínimo clase 28 (4,000psi o 245kg/cm²) con una resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39), promedio mínima de 28 MPa (4,000psi o 28kg/cm²)”.(Benítez, 2007).

“Y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 4.2 MPa (600psi o 42.2kg/cm²), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 192) y T 23 (ASTM C 31), ensayados a los 28 días”.

Cuadro 6. Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos.

Relación Agua Cemento Máxima	Temperatura del Concreto	Asentamiento o AASHTO T 119	Contenido de Aire Mínimo ⁽¹⁾	Tamaños agregados AASHTO M 43	Resistencia a la Compresión AASHTO T-22	Resistencia a la Flexión AASHTO T 97
0.49	20 + 10 ° C	40 + 20 mm	4.5 %	551.04 (b) y (c)	28 MPa (4,000 psi)	4.5 MPa (650 psi)

Fuente: Benítez, 2007.

1) “Si se usa agregado de tamaño nominal máximo”, el contenido mínimo de aire es de 5%”. (Benítez, 2007).

2) “Puede utilizarse concreto premezclado de fabricante comercial autorizado que llene los requisitos antes indicados y los estipulados en la sección 551.15 de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002”. (Benítez, 2007).

Requisitos para el acero de refuerzo.

1) “Requisitos para el Refuerzo en las Losas. Cuando las disposiciones especiales o los planos lo requieran expresamente se usarán losas reforzadas. El refuerzo debe consistir en emparrillado de barras corrugadas de acero de refuerzo, AASHTO M 54 (ASTM A184)”. (Benítez, 2007).

“En todo caso el acero de refuerzo debe llenar los requisitos estipulados en la Sección 552 de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002”. (Benítez, 2007).

2) “Barras de Sujeción en las Juntas. Estas deben de consistir en barras corrugadas de acero de lingote grados 300 (40), 400 (60) ó 500 (75), conforme a la sección 552.03 de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002. (a). Las barras de acero grados 400 (60) y 500 (75), no deben usarse como barras de sujeción cuando tengan que ser dobladas o re enderezadas durante la construcción” (Benítez, 2007).

3) “Barras Pasadores o Dovelas. Las dovelas deben ser redondas y lisas de acuerdo a lo indicado en 552.03 (g) de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002”. (Benítez, 2007).

4) “Materiales para Juntas. Deben llenar los requisitos estipulados en la sección 5.8 de estas especificaciones”. (Benítez, 2007).

5) “Materiales para Curado. Los materiales para curado deben ajustarse a lo estipulado en la sección 5.9 de estas especificaciones”. (Benítez, 2007).

Requisitos de construcción para equipo para pavimentación. “El Contratista debe suministrar el equipo adecuado al procedimiento de construcción previsto. El equipo propuesto debe ser inspeccionado y/o ensayado y aprobado previamente por el supervisor”. (COVIAL, 2002).

a) “Procedimiento de Formaleta Deslizante, Debe consistir en pavimentadoras o terminadoras autopropulsadas, capaces de extender, consolidar, enrasar y acabar el concreto fresco colocado frente a ellas, en una sola pasada completa de la máquina, de modo que se requiera un mínimo de acabado manual, para proporcionar un pavimento denso y homogéneo”. (COVIAL, 2002).

b) “Procedimiento de Formaleta Fija, Se debe de realizar según las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

c) “Equipos de Producción y Suministro del Concreto, Los equipos para producción y suministro de concreto a utilizar serán los indicados en la sección 551.14 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

Determinación del procedimiento de construcción. “La determinación del procedimiento de construcción se debe hacer según lo estipulado en la sección 501.05 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

Producción y suministro del concreto. “Las operaciones correspondientes para la producción y suministro del concreto de cemento hidráulico deben llenar los requisitos establecidos en la Sección 551 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002, y lo estipulado en las Disposiciones Especiales”. (COVIAL, 2002).

Colocación y compactación del concreto.

a) “Acondicionamiento de la Superficie. Las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de la sub rasante, sub-base o base, previamente preparadas, de conformidad con las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

b) “Colocación del Concreto utilizándose Formaleta Fija. Debe usarse para áreas irregulares o en áreas inaccesibles al equipo de pavimentación de formaleta deslizante o en casos de tramos cortos donde no sea práctico el empleo de este último”. (COVIAL, 2002).

“Las formaletas deben colocarse en cantidad suficiente y por lo menos 100 metros adelante de las operaciones de colocación del concreto, que deben ser asentadas sobre la superficie, sin dejar espacios vacíos y de acuerdo con los alineamientos y secciones típicas mostradas en los planos, fijándolas a la base o sub-base con pernos de acero, de modo que soporten sin deformación o movimiento, las operaciones de colocación y vibrado del concreto”. (COVIAL, 2002).

“El espaciamiento de los pernos, no debe ser mayor de 1 metro, debiéndose colocar en el extremo de cada pieza, un perno a cada lado de la junta. Las formaletas no deben desviarse respecto al eje de colocación, en cualquier punto y dirección más de 3 mm por cada 3 metros, y deben limpiarse y engrasarse previamente a la colocación del concreto, la descripción completa de esta operación se encuentra detallada en la

sección 501.08 (d) de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

Acabado, texturizado y ranurado del concreto.

a) Acabado Final. El acabado final se debe efectuar y seguir el procedimiento estipulado en la sección 553.17 de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002 utilizándose el equipo indicado en 501.04 de las mismas especificaciones, (a) y (b), según corresponda”. (COVIAL, 2002).

b) “Texturizado y Ranurado utilizándose Pavimentadora de Formaleta Deslizante. Inmediatamente detrás de la alisadora o llana mecánica de la pavimentadora, y una vez el concreto está próximo a perder el brillo se procede al texturizado y ranurado según se describe en las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos”. (COVIAL, 2002).

c) “Texturizado y Ranurado utilizándose Formaletas Fijas. Debe hacerse preferentemente con un carro o marco texturizador o ranurador como los indicados para la pavimentadora deslizante. En zonas pequeñas e irregulares donde esto no sea factible tanto el texturizado fino longitudinal como el texturizado grueso o ranurado transversal pueden hacerse manualmente con ayuda de rastrillos o escobas adecuados, siguiéndose las recomendaciones señaladas en la sección 501.09 de las especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos”. (COVIAL, 2002).

Alisado. “Después del enrasado y nivelado indicados, la superficie debe ser uniformizada, alisándola transversal o longitudinalmente, o en ambos sentidos, por medio de una llana o flotador de tipo adecuado. De preferencia, el alisado se debe ejecutar en el sentido longitudinal, excepto en los lugares en los que esta forma no sea

factible. El alisado puede ser efectuado manualmente o por máquinas alisadoras que produzcan resultados equivalentes”. (COVIAL, 2002).

a) Alisado longitudinal: “la llana o flotador de tipo longitudinal, operado desde un andamio, debe ser aplicado con un movimiento de aserrado, conservándolo en posición paralela al eje de la vía y desplazándolo gradualmente de un lado al otro del pavimento. La llana o flotador debe moverse hacia adelante, la mitad de su longitud y la operación se repite hacia atrás” (COVIAL, 2002).

b) Alisado transversal: “la llana o flotador transversal debe ser operado a lo ancho del pavimento, principiándose en uno de sus bordes, moviéndolo gradualmente hasta el centro y regresándolo de nuevo al borde”.

“El flotador se debe mover luego hacia adelante y a la mitad de su longitud y la operación se debe repetir. Se debe poner cuidado especial en no re-modificar la sección transversal del pavimento”. (COVIAL, 2002).

Construcción de juntas. Deben construirse conforme se indica en los planos, estas especificaciones y en la sección 501.11 de las especificaciones técnicas para construcción de carreteras y puentes de la dirección general de caminos, noviembre 2002”. (COVIAL, 2002).

“Los compuestos líquidos deben ser bien mezclados antes de usarlos y agitados continuamente durante su aplicación, para prevenir el asentamiento de los sólidos en suspensión”. (COVIAL, 2002).

“La membrana debe ser uniformemente aplicada con equipo de rociado o regado, a la velocidad y cobertura recomendadas por el fabricante, pero en todo caso, no menor de 0.15 Lt./m² de superficie de concreto. La aplicación se debe hacer en dos capas,

aplicándose la segunda dentro de los 30 minutos en ángulo recto con respecto a la primera”. (COVIAL, 2002).

“Cuando llueva sobre una capa recién aplicada, antes de que la película haya secado lo suficiente para resistir el daño, o cuando la película sea dañada por cualquiera otra causa, se debe aplicar a las partes afectadas una nueva capa de compuesto líquido para curado, o mantener un curado con agua durante el resto del período de curado requerido”. (COVIAL, 2002).

“En tiempo caluroso, las superficies de concreto se deben conservar húmedas -por curado continuo con agua, posterior al acabado de las mismas- durante un período no menor de 24 horas. Transcurrido este período, se puede aplicar el compuesto líquido de curado, preferiblemente con pigmento blanco, o continuar el curado con agua; cuando se registre temperaturas ambientales de 32° C o mayores y vientos secos, es recomendable suspender el uso del compuesto líquido de curado y aplicar el curado con esterillas de algodón o brines mojados complementados con rociado de agua finamente pulverizada, previa aprobación del Supervisor” (Valenzuela, 2007).

Remoción de las formaletas. “Las formaletas deben ser removidas cuando el concreto haya alcanzado una resistencia suficiente para resistir daños, pero no antes de las 24 horas después de haber colocado el concreto. Cuando se permita el uso de aditivos acelerantes del fraguado, las formaletas podrán retirarse a las 12 horas de la colocación del concreto. Los lados de las losas recién expuestas deben ser protegidas de inmediato con un método de curado igual al aplicado a la superficie del pavimento. Debe asimismo protegerse contra la erosión, la sub-rasante, sub-base o base bajo la losa del pavimento hasta que se construyan los hombros”. (Valenzuela, 2007).

Relleno y sellado de juntas. “Se debe hacer conforme a lo indicado en los planos del proyecto y estas especificaciones”. (COVIAL, 2002).

“Esta Especificación se refiere al lavado, limpieza, secado y sellado de las Juntas Transversales, Longitudinales y de Expansión para los Pavimentos en Concreto Hidráulico que se han construido y/o repuesto en desarrollo de un Proyecto”. (COVIAL, 2002).

“En forma general y salvo instrucción en contrario de los Diseños o de la Interventoría, se puede establecer que las Juntas Longitudinales y Transversales tendrán un espesor aproximado de 5.0 mm y que las de expansión podrán tener un espesor variable entre 10.0 y 15.0 mm.” (COVIAL, 2002).

“El Material sellante de las Juntas deberá ser elástico, resistente a los efectos de los combustibles y lubricantes, con propiedades de adherencia al Concreto Hidráulico de Pavimentos, y deberá permitir, sin agrietarse o desprenderse, las dilataciones y contracciones que presenten las Losas de los Pavimentos”. (COVIAL, 2002).

“Los materiales idóneos para este tipo de solicitudes y aplicaciones son productos elastoméricos tales como siliconas, poliuretanos u otros similares, que además tengan la capacidad para ser autonivelantes, para solidificarse a la temperatura ambiente, para formar un sello efectivo contra la infiltración del agua o contra la incrustación de materiales incompresibles y perjudiciales, y la de no requerir la adición de un catalizador para su adecuado curado después de instalado”. (COVIAL, 2002).

“Los Sellos Elastoméricos que proponga el CONTRATISTA, deberán cumplir con las especificaciones incluidas en las siguientes Normas Técnicas ASTM: C-603/639/661/679/719/793 y D-412/792/1640”. (COVIAL, 2002).

“Una vez terminado el tiempo de curado de las Losas del Pavimento y antes de darlas al servicio, se procederá con el Sellado de sus Juntas, cuya secuencia de ejecución se

podrá realizar de la siguiente forma o con las modificaciones que defina la Interventoría, así:”. (COVIAL, 2002).

- “Lavado con Bomba de alta presión y bajo consumo de agua, barrido y limpieza de cada una de las Juntas del Pavimento construido en Concreto Hidráulico”. (COVIAL, 2002).

- “Secado con Compresor de Aire seco, barrido y limpieza de cada una de las Juntas del Pavimento construido en Concreto Hidráulico”. (COVIAL, 2002).

“Es imprescindible que el contratista implemente las acciones necesarias y suficientes que garanticen que el espacio de las Juntas a sellar esté totalmente seco y limpio antes de proceder con la instalación de la Tirilla de respaldo y del Sellante elastomérico de la Junta”. (COVIAL, 2002).

- “Selección e instalación de las Tirillas de respaldo para cada uno de los tipos de Juntas a sellar”. (COVIAL, 2002).

“Es importante tener en cuenta que éstas son espumas de polietileno que le sirven de apoyo al sello elastomérico pero sin adherirse a él; que estas tirillas deberán impedir que el Sello Elastomérico se adhiera a la superficie inferior de la Junta y que deberán tener las dimensiones requeridas para cada tipo de Junta según definición incluida en los Diseños, Planos, especificaciones Particulares o por la Interventoría”. (COVIAL, 2002).

- “Selección e instalación, en seco, del Sellante Elastomérico autorizado por la Interventoría, en cada una de las Juntas de los Pavimentos construidos en Concreto Hidráulico”. (COVIAL, 2002).

“Es importante tener en cuenta que la relación ancho/profundidad del Sellante Elastomérico deberá ser como mínimo de 1:1 y como máximo de 2:1, y que la superficie del Sellante deberá quedar 3.0 m.m. por debajo del nivel superior de la Losa de Pavimento”. (COVIAL, 2002).

“Durante la instalación del Sellante Elastomérico, el contratista deberá cumplir con todas las recomendaciones del Fabricante del Producto”. (COVIAL, 2002).

“Medio de pago; La unidad de medida será el Metro Lineal (ml), con aproximación a un decimal, de las Juntas con Sellante Elastomérico del tipo y espesor que definan los Diseños, Planos, Especificaciones Particulares o la Interventoría, que hayan sido adecuadamente construidas y debidamente aprobadas por la Interventoría”. (COVIAL, 2002).

“El pago se hará al costo unitario más establecidos en el Contrato para el Sellado de Juntas según el tipo y espesor especificado, que incluye los costos de: Equipos, herramientas y materiales requeridos para el lavado, barrido, limpieza y secado de las Juntas transversales, longitudinales y de Expansión; Equipos, herramientas y materiales requeridos para el corte e instalación de la Tirilla de respaldo”. (COVIAL, 2002).

“Equipos, herramientas y materiales requeridos para la instalación del Sellante Elastomérico; Suministro en Obra con desperdicios, de las Tirillas de respaldo y de los Sellantes Elastoméricos autorizados; Materiales y accesorios para iluminación; Mano de Obra del lavado, barrido, limpieza y secado de las Juntas del Pavimento; Mano de Obra de la instalación de la Tirilla de respaldo y del Sellante Elastomérico; todas ellas con sus prestaciones Sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento”. (COVIAL, 2002).

“No habrá pagos adicionales al contratista en razón de la ubicación, longitud y/o espesor de las Juntas a sellar. Tampoco los habrá por las eventuales interferencias con Estructuras o Redes de otros Servicios Públicos ni por las horas nocturnas, extras o festivas de la Mano de Obra que se requieran para la correcta y oportuna ejecución de este sellado de Juntas”. (COVIAL, 2002).

Control de calidad, tolerancias y aceptación. “Se deberán hacer según lo estipulado en la sección 501.16 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos”. (COVIAL, 2002).

Transversales. “El drenaje en carreteras, es el conjunto de obras que están destinadas a recolectar, encauzar, y evacuar las aguas pluviales, tanto superficiales como subterráneas, para garantizar la estabilidad e integridad de la misma, y se puede clasificar en tres tipos:” (Benítez, 2007).

1. Drenaje transversal.
2. Drenaje longitudinal.
3. Sub-drenaje.

“En proyectos de rehabilitación y mejoramiento de carreteras, el trabajo consiste en la construcción o limpieza, reacondicionamiento o remoción de las estructuras de drenaje existentes”. (Us, 2007).

“Generalmente cuando las carreteras cruzan cauces naturales o las condiciones específicas no permiten construir canales de desfogue para evacuar las aguas superficiales o profundas, es obligada la construcción de obras adecuadas que permitan el paso de las aguas por debajo de la sub rasante”. (Us, 2007).

“Estas obras que deben funcionar hidráulica y estructuralmente bien, que encauzan y conducen las aguas de un lado de la carretera hacia el otro por debajo de la sub-rasante para desfogarlas hasta un lugar adecuado, constituyen lo que se conoce como drenaje transversal”. (Us, 2007).

a) Alcantarillas (transversales). El sistema más utilizado es el de alcantarillas donde el tipo de tubería puede ser de concreto reforzado, de metal corrugado o de material plástico. (Us, 2007).

“La ubicación de las mismas se encuentra en el cuadro de localización de drenaje transversal, que debe indicar el tipo de tubería, diámetro y estación referida a los planos de planta y perfil donde se debe construir”. (Us, 2007).

“Los tubos deben ser de los diámetros y clases requeridas y colocarse sobre un lecho de cimentación adecuadamente preparado, de acuerdo con los planos, especificaciones generales y disposiciones especiales.”. (Us, 2007).

“Este renglón implica labores de excavación y relleno estructural no sólo para anidar las alcantarillas, sino que también para los cabezales de entrada y salida y las cajas reunidoras de caudales”. (Us, 2007).

“Las juntas de los tubos de concreto deben ser calafateadas y llenadas con mortero o lechada espesa de cemento hidráulico. Antes de hacer la unión con mortero deben mojarse las juntas completamente”. (Us, 2007).

“El mortero debe ser en proporción volumétrica de una parte de cemento y tres partes de arena de río. Se utiliza mortero con suficiente espesor para permitir que la superficie interior entre dos tubos quede al mismo nivel”. (Us, 2007).

“Luego de colocada la sección, se llena el resto de la junta formándose un anillo exterior a su alrededor el cual debe ser protegido del sol y del aire después del fraguado inicial cubriéndolo con tierra saturada de agua. Se limpia y alisa el interior de la junta. El relleno se efectúa hasta que el mortero haya endurecido lo suficiente para no dañarlo”. (Us, 2007).

“Las alcantarillas de metal corrugado están formadas con secciones semicirculares provistas de pestañas salientes con agujeros para colocar los pernos de armado. Cuando se procede al armado de las mismas, las uniones transversales de las secciones semicirculares de la parte superior e inferior de la alcantarilla anidable deben ser alternas por lo que al adquirir el material también se incluyen medias secciones”. (Us, 2007).

“Es importante tomar en cuenta las instrucciones del fabricante acerca del armado, procedimiento para realizar el relleno, el espesor mínimo de relleno sobre la alcantarilla, recomendaciones para la colocación en zanja, en terraplén, en cimentación blanda en cimentación rocosa, etc.” (Us, 2007).

Drenaje menor

“Vados o badenes: Cuando la carretera cruza un río o un arroyo seco o con escurrimiento insignificante durante el verano, pero que durante la época lluviosa posee una lámina de agua sólo durante algunos días del año, la obra apropiada es un vado, siempre y cuando las interrupciones del tránsito por las avenidas extraordinarias no sean excesivas”. (Us, 2007).

“Su construcción es sencilla y económica, en comparación con la de un puente. Se construyen suficientemente tendidos, acondicionándose su acceso a curvas verticales muy suaves, proyectándose de tal manera que la orilla de la corona aguas arriba

coincida en lo posible con el nivel superior del material de arrastre en el fondo del cauce”. (Us, 2007).

“Para evitar socavación, se les protege con dientes, tanto aguas arriba como aguas abajo. Se proyectan de manera que el tirante durante el escurrimiento normal, no sea mayor de 30 centímetros. La superficie de rodamiento del vado consiste en un zampeado de piedra ligada con mortero o de concreto”. (Us, 2007).

“Cuando un vado haga interrupciones del tránsito por largo tiempo, debido a tirantes mayores de 30 centímetros, se puede seleccionar un tipo de vado elevado sobre el cauce, el cual permita alojar tubos o una losa. Si esta solución aún no es suficiente, se puede construir un puente vado, que permite el paso del agua arriba de la corona durante las crecidas máximas extraordinarias, con lo que las interrupciones quedan reducidas a períodos aceptables”. (Us, 2007).

Drenaje mayor.

“Puentes: Son estructuras cuya finalidad primordial es la de unir o comunicar 2 puntos separados por algún tipo de accidente topográfico (ríos, barrancos, zanjones, etc.) que daña las áreas inmiscuidas una vía de comunicación tanto económica como social y geográfica, facilitándose el paso o acceso para personas y vehículos, y lo que éstos transportan. Se deben construir cuando el régimen del escurrimiento no permita la construcción de vados o puentes vados, cumpliéndose con lo indicado en los planos, especificaciones técnicas y normas de los fabricantes de ciertos productos” (Us, 2007).

“Los puentes se dividen de acuerdo a su forma o tipo de estructura en colgantes, de hamaca, de alcantarilla, bóvedas o túneles, puentes en arco, etc. Por su finalidad o uso pueden ser peatonales, ferroviarios, levadizos, vehiculares, etc.” (Us, 2007).

“Los componentes estructurales de un puente son la superestructura y la subestructura. La superestructura es la parte que sirve de paso al tránsito de vehículos y se divide en: sistema de vigas, sistema de pisos o de pista y encintado o capa de rodadura. La subestructura es la parte que transmite todas las cargas del puente hacia el suelo y se divide en: apoyos extremos o estribos y apoyos intermedios o pilas. Además, cuentan con obras accesorias como barandales, aceras y drenaje de aguas pluviales”. (Us, 2007).

“Para el diseño y construcción de puentes deben considerarse: la cota de rasante, condicionada por los niveles de crecidas máximas y gálibo mínimo a librar; la cota de cimentación, que depende de la capacidad soporte del suelo, y son la mínima de 1.20 metros; las crecidas, que pueden ser normales, máximas y extraordinarias, y las velocidades de corriente”. (Us, 2007).

“Generalmente, se toma la creciente máxima para el diseño, y como protección se deja una altura de 2.00 metros mínimo entre el nivel de la misma y la parte inferior de la estructura”. (Us, 2007).

“Las cargas que actúan sobre un puente y que definen su diseño son las siguientes: Carga viva, carga muerta, carga de camión, impacto, fuerza de frenado, fuerza de sismo, y empuje de tierras”. (Us, 2007).

“De lo anterior se deduce que es muy importante que a la hora de la ejecución de la obra, se sigan los planos y especificaciones al pie de la letra. Se necesita de una topografía especial para poder realizar el mejor alineamiento posible del puente”. (Us, 2007).

“La cota de cimentación, indicada en los planos, depende del estudio de suelos que debe realizarse previamente, durante la fase del estudio de pre inversión. Algunas

recomendaciones que deben tomarse en cuenta para la construcción de puentes son los siguientes:” (Us, 2007)

- a) “Cota mínima de cimentación por debajo del nivel de la corriente: 1.219 Mts. (recomendación AASHTO). Los cimientos no expuestos a corriente, se deberán profundizar hasta suelo firme”.
- b) “Hacer una excavación extra atrás del estribo para tener suficiente área de trabajo”.
- c) “Para aletones de gaviones, la piedra a usarse debe ser de preferencia de bordes quebradizos para lograr un mayor coeficiente de fricción piedra-piedra, gavión-gavión y gavión-suelo”.
- d) “Fundir la losa del piso monolíticamente con la losa de aceras y bordillos”.
- e) “Para fundir pilas en lechos de ríos, cuando éstos no son muy grandes, se debe desviar temporalmente el río, haciéndose un nuevo cauce paralelo al original por medio de un dique de piedra o madera”.
- f) “Cuando el río es muy displayado, se podrá angostar el lecho del mismo, temporalmente, para la construcción de pilas o estribos”.
- g) “Cuando el río es muy grande y deben fundirse una o varias pilas dentro de él, se deben construir diques individuales que aislará el área donde se va a trabajar”.
- h) “Las juntas en vigas y en pisos deben tener una distancia de 5 centímetros, según la D.G.C., pudiéndose proteger con sello asfáltico, neopreno o lámina

galvanizada”.

- i) “En caso de que la estructura sea de acero, se debe proveer de pintura anticorrosiva a todos los elementos, debiéndose dar mantenimiento, por lo menos cada año”.
- j) “Como en toda obra, los materiales deberán estar bajo techo y no tener contacto con el suelo, para lograr una buena preservación de los mismos”. (Us, 2007).

“Se construirán 6.00 transversales con tubería de concreto reforzado con anillo y base de concreto dentro de una zanja preparada para la colocación del transversal; cada transversal llevará dos cabezales, uno con cabezal y caja recibidora de aguas pluviales y el otro cabezal de desfogue sin caja” (Us, 2007).

“Los transversales se construirán entre E-10 y E-11, entre E-14 y E-15, entre E-21 y E-22, entre E-25 y E-26, entre E-34 y E-35, entre E-42 y E-43”. (Us, 2007)

II.7. Base legal.

“Reglamento sobre el derecho de vía de los caminos públicos y su relación con los predios que atraviesa. Fue emitido por el presidente de la República de Guatemala, Jorge Ubico Castañeda el 5 de junio de 1942, a través de un Acuerdo Gubernativo.

Este es considerado actualmente una ley ordinaria específica en dicha materia; sin embargo, el ordenamiento jurídico vigente establece que para que exista un Reglamento debe existir una ley creada mediante los procedimientos establecidos previamente, en virtud de que los reglamentos desarrollan la competencia de la ley y

establecen los procedimientos a seguir para la aplicación de la norma ordinaria”. (Tipografía Nacional, 2000).

“Fue creado con el objeto de regular todo lo concerniente a los caminos y carreteras del país, indicándose las clases de caminos, las dimensiones que debían tener según su categoría y el espacio físico que debía de considerarse como el área de terreno paralela a la carretera a favor del Estado”. (Tipografía Nacional, 2000).

Decreto número 1000 del Congreso de la República de Guatemala.

“Fue creado en 1953. En éste se declara de urgencia nacional el mantenimiento, la ampliación de los caminos y carreteras ya existentes y la construcción de nuevos caminos y carreteras y de utilidad y necesidad pública la expropiación de bienes para ampliar y construir dichas carreteras”. (Tipografía Nacional, 2000).

“Esta ley faculta al Organismo Ejecutivo para ocupar en forma inmediata los bienes inmuebles que considere necesarios para la construcción de nuevas carreteras”. (Tipografía Nacional, 2000).

“El Congreso de la República de Guatemala al crear este Decreto, consideró, que la apertura de nuevas carreteras aumentaría el valor de los terrenos por donde estas atravesaran, creándose manifiesta plusvalía de esas tierras”. (Tipografía Nacional, 2000).

“Sin embargo desde el principio se encuentra con el rechazo de los propietarios de las fincas afectadas y el excesivo precio que éstos ponían a las fracciones de terreno que iban a ser expropiados, lo que causó que grandes proyectos carreteros que hubieran sido de gran beneficio para la nación, quedaran en el abandono, llevándose a cabo únicamente los estudios técnicos y las mediciones pero sin que se llegara a ejecutar

alguno, debido al excesivo costo que en tiempo y en dinero implicaba para el Estado”. (Tipografía Nacional, 2000).

“Decreto Ley número 110. Fue emitido por el jefe de Gobierno de la República de Guatemala, Enrique Peralta Azurdia, el 19 de septiembre de 1963 y publicado en el Diario Oficial de Centroamérica en Recopilación de Leyes de la República”. (Tipografía Nacional, 2000).

“En este decreto se establecen ciertas reformas al Decreto número 1000 del Congreso de la República, asimismo instituye el procedimiento para la expropiación de bienes inmuebles que debe llevarse a cabo por el ente encargado para el efecto, y la forma en que se indemnizará a las personas propietarias que sean afectadas por el proyecto y la construcción de vías de comunicación terrestre, a través de la intervención estatal”. (Tipografía Nacional, 2000).

“Surge a raíz de la demora que se observa en la obtención del derecho de vía de las carreteras y el retraso en su construcción, debido al uso y aplicación del reglamento de derecho de vía, retraso éste que eleva considerablemente el costo de la construcción de las mismas, lo cual, aunado a la falta de una norma específica que trate por completo los temas relacionados con caminos y carreteras, constituye un obstáculo para la obtención del área ya mencionada, del financiamiento respectivo y ocasiona pérdidas muy grandes a la economía nacional con perjuicio de la colectividad”. (Tipografía Nacional, 2000).

III. COMPROBACION DE LA HIPOTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido.”, se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (Directivos del COCODE de cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica del censo por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La segunda población de estudio (personeros de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal.) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 10 directivos; para responder causa, se identificaron a 6 personas de la municipalidad.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

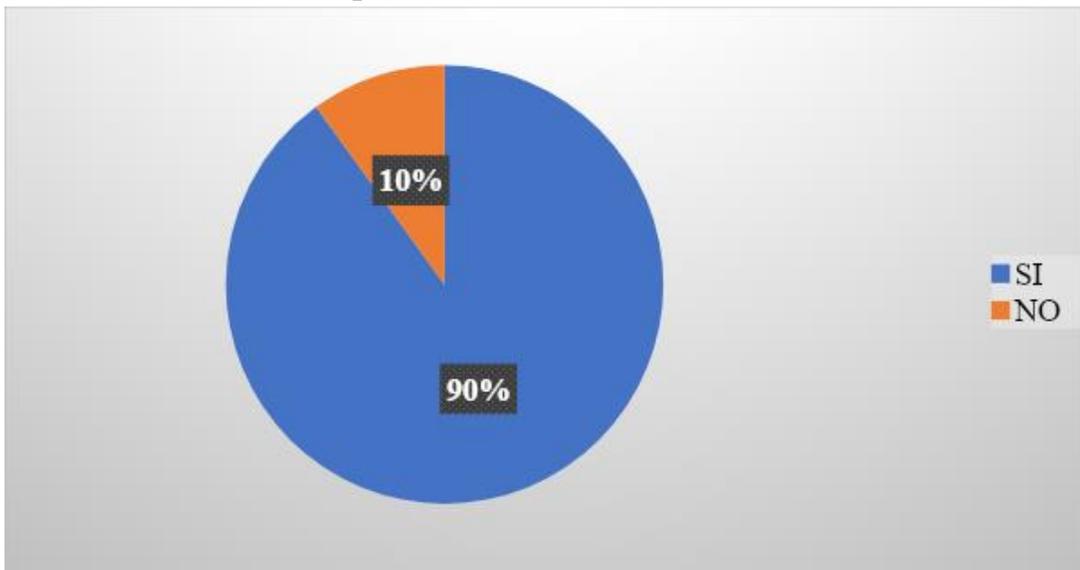
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 7. Personas que consideran que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	90
No	1	10
Totales	10	100

Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Grafica 1. Personas que consideran que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Análisis:

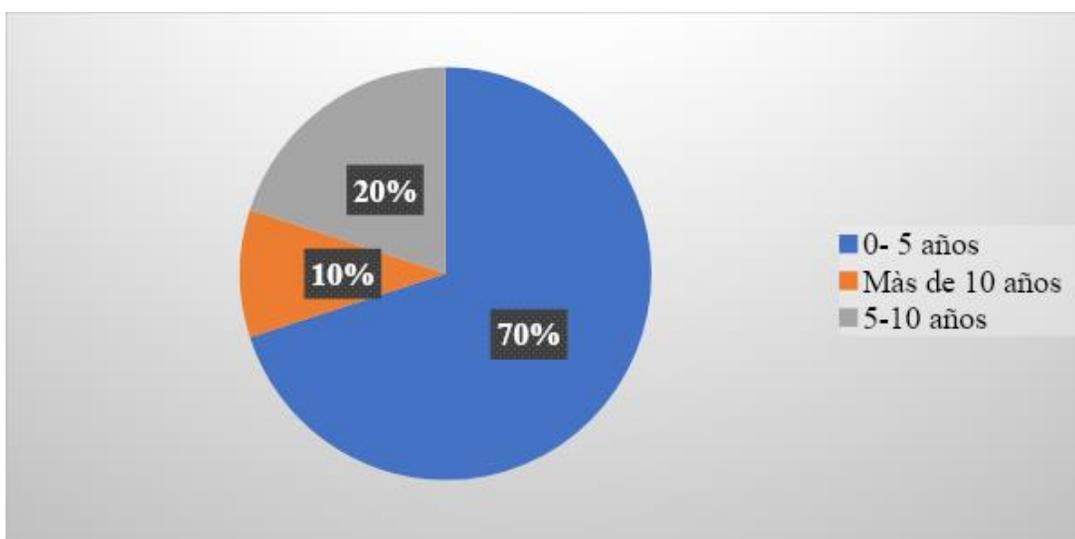
El efecto se confirma mediante la opinión de nueve décimas partes de los encuestados al indicar que si existe aumento de accidentes vehiculares, en el área de estudio; mientras que solamente una décima parte de ellos, argumenta la situación contraria.

Cuadro 8. Tiempo presentándose incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-5 años	7	70
5-10 años	2	20
Más de 10 años	1	10
Totales	10	100

Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Grafica 2. Tiempo presentándose incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020

Análisis:

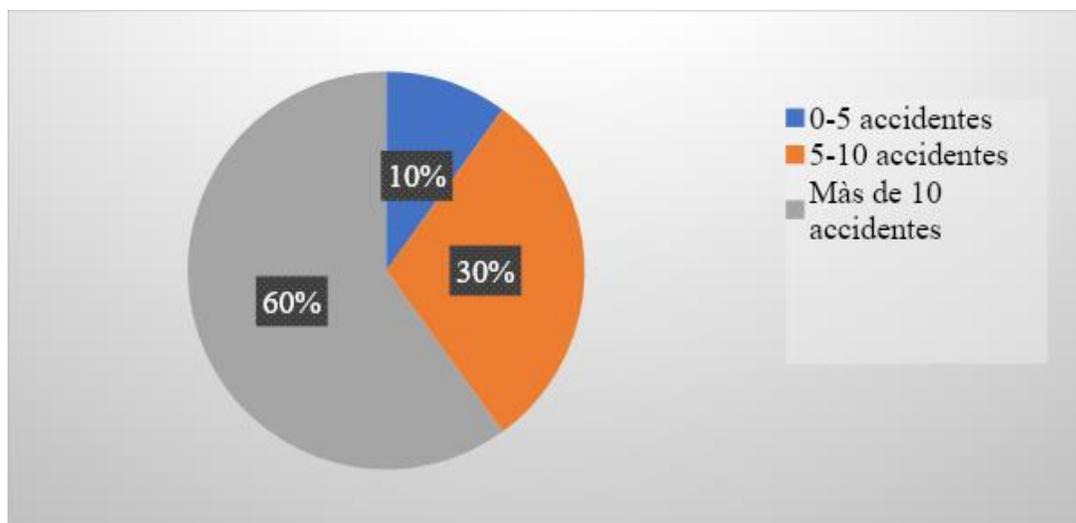
Siete décimas partes de los encuestados indican que el incremento de accidentes vehiculares, en el área de estudio se ha presentado en los últimos cinco años; mientras que dos décimas argumentan que existen el incremento desde hace 5 a10 años, por último, una décima considera que es desde más de 10 años; esta información valida el efecto.

Cuadro 9. Cantidad de incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-5 accidentes	1	10
5-10 accidentes	3	30
Más de 10 accidentes	6	60
Totales	10	100

Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Grafica 3. Cantidad de incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año.



Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020

Análisis:

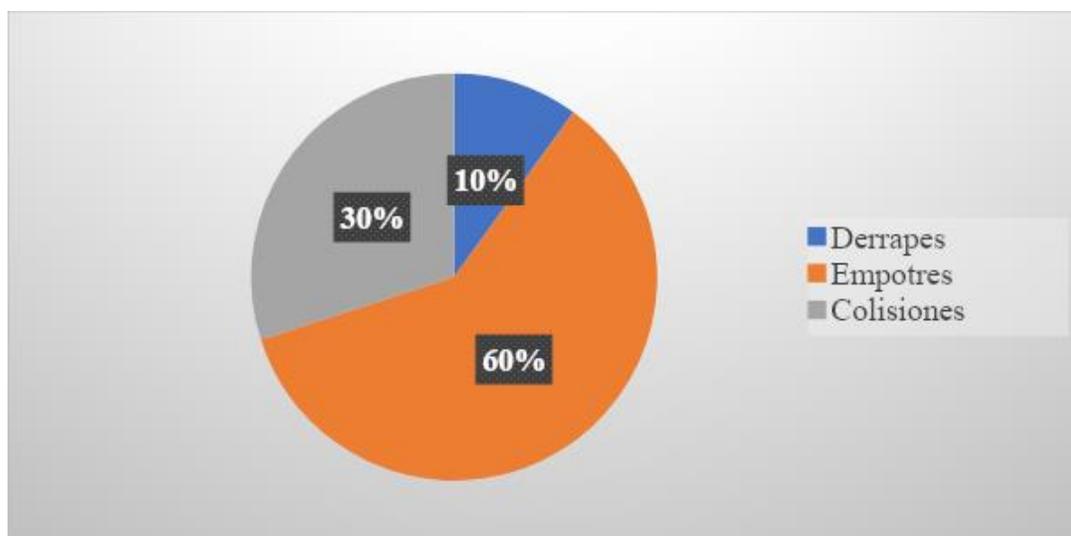
Seis décimas partes de los encuestados indican que los accidentes vehiculares en el tramo carretero de estudio se han incrementado en más de 10 incidentes en el último año, tres décimas partes señalan que es un incremento entre 5 y 10, por su parte, una décima parte restante considera que la cantidad de incidentes en el último año no supera los 5; con estos datos se comprueba el efecto.

Cuadro 10. Tipos de accidentes vehiculares que han ocurrido en el camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en los últimos cinco años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Colisiones	3	30
Derrapes	1	10
Empotres	6	60
Totales	10	100

Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Grafica 4. Tipos de accidentes vehiculares que han ocurrido en el camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en los últimos cinco años.



Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020

Análisis:

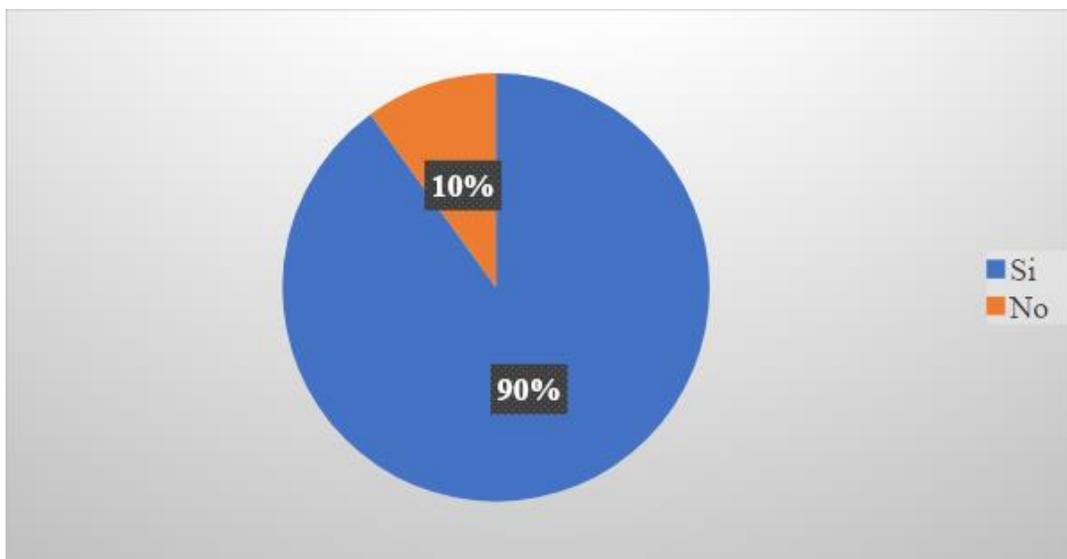
Seis décimas partes de los encuestados clasifican la mayoría de accidentes vehiculares ocurridos en el área de estudio como empotres, tres décimas partes en colisiones, y una décima parte en derrapes, la mayoría derivados del mal estado de la carretera; con estas información se da validez al efecto.

Cuadro 11. Disminución de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande por ejecución de un proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	90
No	1	10
Totales	10	100

Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Grafica 5. Disminución de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande por ejecución de un proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido.



Fuente: Directivos del COCODES encuestados, julio 2020.

Análisis:

Nueve décimas partes de los encuestados aseguran que al realizar el proyecto de pavimentación disminuirá los accidentes vehiculares en el área de estudio; mientras que solamente una décima parte de ellos, argumenta la situación no mejorará con esta solución; con esta información se valida el efecto planteado.

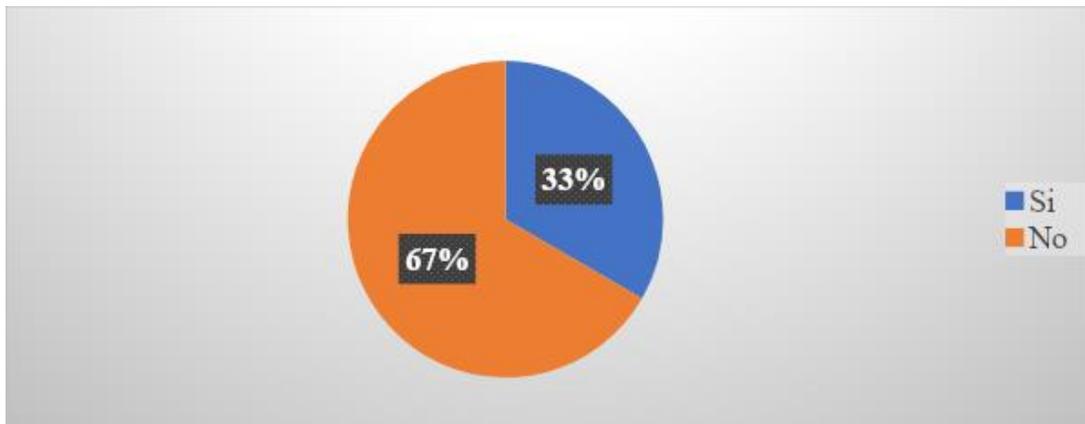
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 12. Existencia de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	2	33
No	4	67
Totales	6	100

Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020.

Grafica 6. Existencia de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020

Análisis:

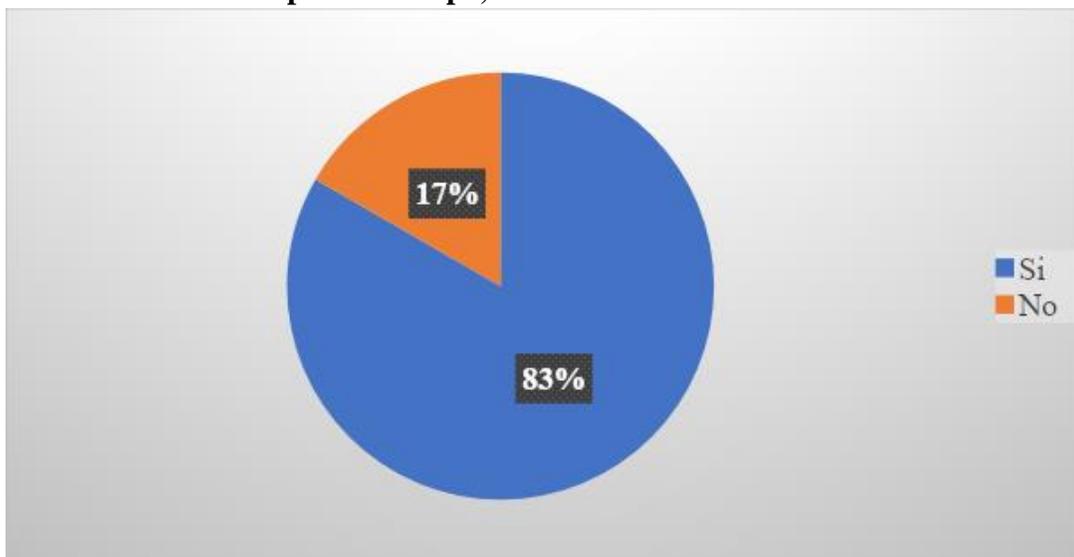
La causa se confirma directamente mediante la opinión de dos tercios de los encuestados al indicar, que no conocen la existencia del proyecto de pavimentación, en el área de estudio; mientras que solamente un tercio de estos, argumenta la situación contraria.

Cuadro 13. Necesidad de implementar el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	83
No	1	17
Totales	6	100

Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020.

Grafica 7. Necesidad de implementar el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020

Análisis:

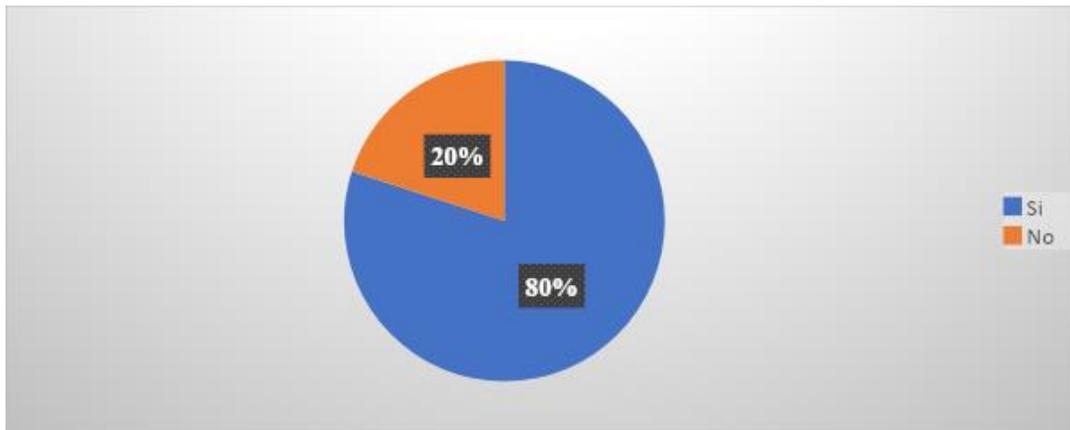
La mayoría de los encuestados aseguran que implementar el proyecto de pavimentación en el tramo carretero de estudio es absolutamente necesario, una menor parte de estos no considera que esta sea una solución tan factible; con esta información se da validez a la causa.

Cuadro 14. Calidad de vida de pobladores del área, perjudicada por falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	2	20
Totales	6	100

Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020.

Grafica 8. Calidad de vida de pobladores del área, perjudicada por falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020

Análisis:

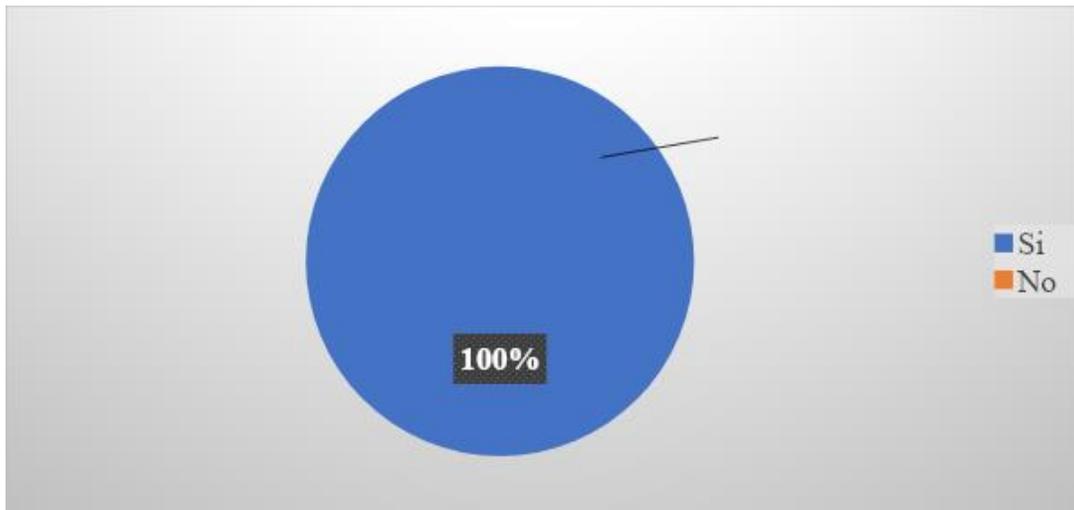
La causa se valida mediante la opinión de ocho décimas partes de los encuestados al indicar que la falta del proyecto para pavimentación para evitar accidentes perjudica la calidad de vida de los habitantes del área de estudio; mientras que solamente dos décimas partes de estos no consideran que esto perjudique demasiado; con esta información se valida la causa planteada.

Cuadro 15. Vulnerabilidad de la población por falta de proyecto de implementación para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	100
No	0	0
Totales	6	100

Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020.

Grafica 9. Vulnerabilidad de la población por falta de proyecto de implementación para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.



Fuente: Integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) encuestados, julio 2020

Análisis:

La causa se confirma mediante la totalidad de los encuestados al indicar que el desarrollo de la población del área de estudio es vulnerable debido a la falta de proyecto de implementación para pavimentación, con esta información se comprueba la causa nuevamente.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones.

La investigación se realizó en cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, con 10 directivos del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y seis la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal; fue orientada para confirmar la hipótesis. Al considerar los resultados obtenidos en la tabulación presentada en el capítulo anterior sobre la investigación, se enlistan las siguientes conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis planteada: “el incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error tanto para la variable efecto como la variable causa.
2. Los gastos accidentes vehiculares en el tramo carretero de estudio no han disminuido.
3. El incremento de accidentes vehiculares en el área de estudio se ha percibido desde hace cinco años.
4. Se ha registrado un promedio de aumento de accidentes vehiculares en el área de más de 10 percances en el último año.
5. Los empotes son el tipo de accidentes más común en el tramo carretero de estudio.
6. Los accidentes no disminuyen debido a que el camino no se encuentra en buen estado.

7. No se cuenta con proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden del área.
8. La implementación de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden en el área de estudio es de carácter urgente.
9. La calidad de vida de los habitantes del área de estudio no es óptima por falta de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden.
10. No se cuentan con altas expectativas de desarrollo por falta de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden.

IV.2 Recomendaciones.

Los datos obtenidos a través de la investigación en cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden por mal estado del camino, provocado por mal estado de camino, como consecuencia de faltar proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido, por tanto, que se recomienda emplear las sugerencias descritas a continuación.

1. Implementar el Proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.
2. Detener el aumento de accidentes vehiculares en el tramo carretero de estudio.
3. Revertir la tendencia de aumento incremento de accidentes vehiculares de los últimos cinco años.
4. Reducir el promedio anual de percances vehiculares registrados en el área de estudio.
5. Propiciar las condiciones viales necesaria para prevenir el empotramiento de vehículos.
6. Impulsar proyectos de mejoramiento y mantenimiento de tramo carretero en estudio.
7. Invertir en el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden del área.
8. Agilizar los procesos de gestión que permita la ejecución inmediata del proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden del área.

9. Mejorar el índice de calidad de vida de los habitantes del caserío mediante la optimización de la infraestructura vial.

10. Promover las condiciones adecuadas para el desarrollo económico y social de la comunidad mediante el proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden.

Bibliografía.

Asociación de Gerentes de Guatemala, A. (2017). Cultura Vial, normas obsoletas que muy pocos respetan. Guatemala: AGS.

Banco Mundial. (2014). Evaluación Ambiental (Volumen I; II y III). G Inebra, Suiza: BM.

Bembibre, C. (febrero de 2013). Definición ABC. Obtenido de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/general/accidente-de-trafico.php>

Benítez, E. R. (2007). ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PAVIMENTO DE UN TRAMO CARRETERO, "SAN VICENTE PACAYA A EL PATROCINIO", ESCUINTLA. Guatemala: Usac.

COVIAL. (2002). Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. Guatemala: COVIAL.

EcuRed. (22 de Junio de 2011). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/index.php/V%C3%ADa_P%C3%BAblica

Federal Highway Administration. (2008). Warm Mix Asphalt Technologies and Research. Londres, Reino Unido: FHA.

Garcia, I. (1984). Topografía, Principios Básicos y Planimetría. Guatemala: Usac. .

Gardey, J. P. (2012). Obtenido de: (<https://definicion.de/accidente/>)

Génesis. (febrero de 2012). Génesis. Obtenido de Génesis:
<https://blog.genesis.es/tipos-de-accidente-de-trafico/>.

Grisales, J. C. (2005). Las carreteras. Lima: Libox.

Ingenieros consultores de Centro América, S. (2011). Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. En S. Ingenieros consultores de Centro América, Pavimento de concreto de cemento hidráulico. (pág. 339). República de Guatemala.

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimento. En J. C. Iturbide, Capítulo 5 Elementos de la estructura de pavimento (pág. 28).

Iturbide, J. C. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Definiciones (pág. 18).

Iturbide, J. C. (2002). Manual centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Capítulo 5 Elementos de la estructura de pavimento (pág. 29).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. En o. C. Iturbide, Capítulo 5 Elementos de la estructura de pavimento (pág. 27).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Capítulo 5 Elementos de la estructura de pavimento (pág. 29).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Consideraciones para el diseño (pág. 1).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Consideraciones para el diseño (pág. 2).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Consideraciones para el diseño (pág. 3).

Iturbide, J. C. (2002). Manual centroamericano para el diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Manual centroamericano para el diseño de pavimentos (pág. 1).

Iturbide, J. C. (2002). Manual centroamericano para el diseño de pavimentos. En J. C. Iturbide, Elementos de la estructura de pavimento (pág. 119).

Iturbide, J. C. (2002). Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos. Mexico: Chiguagua.

Mendez, A. (9 de marzo de 2012). Seguridad Publica. Mexico: Xolux S.A. Obtenido de Seguridad Publica: <https://www.seguridadpublica.es/2012/03/tipos-de-accidentes-de-trafico/>

Moquillaza, R. O. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima: LiBox.

Moquillaza, R. O. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Lima: Libox.

MotorGiga. (5 de Agosto de 2020). MotorGiga. Obtenido de MotorGiga.

Orantes, M. E. (2012). Diseño del pavimento rígido para el tramo carretero de aldea Loma Larga a aldea Laguna Seca, municipio de Amatitlan, Departamento de Guatemala. Guatemala: usac.

Ordoñez, C. G. (2006). DISEÑO DE: AMPLIACION DE 1.45 KM. DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL SECTOR 2 DE LA ALDEA FRA Y BARTOLOME DE LAS CASAS EL CERINAL Y ESCUELA DE PARVULOS DE DOS NIVELES DEL CANTON UTZUMAZATE DEL MUNICIPIO DE BARBERENA, SANA ROSA. Guatemala: Usac.

Pacheco Mazariegos, A. (1995). Proyecto de Pavimentos de un sector de la zona 12 y compactación de suelos. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de PAVIMENTOS.

Pérez, J., & Gardey, A. (12 de Marzo de 2015). Definicion.De. Obtenido de Definición de Acceso: <https://definicion.de/acceso/>

RAE, R. (12 de Octubre de 2019). RAE. Obtenido de Diccionario de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/pavimento>

Ruano, R. F. (2006). DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA ALDEA LAS JOUAS-CRUCES LA ESPERANZA Y; DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA MIRIAM1, SANA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA. Guatemala: Usac.

Sosa, C. (febrero de 2008). Principio de identidad criminalística. Argentina: Laxion. Obtenido de Principio de identidad criminalística, Accidentologia Vial: <http://principiodeidentidad/2008/introducción>

Tipografía Nacional. (2000). Recopilación de Leyes de la República. Guatemala, Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.

Us, V. V. (2007). DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DEL TRAMO CARRETERO DEL CASERIO EL HATO HASTA LA ALDEA EL CERRITO Y DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD VALLE SAN ARTURO, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA. Guatemala: Usac.

Valenzuela, J. R. (2007). DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ALDEA EL ROSARIO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA. Guatemala: Usac.

Vásquez, P. (noviembre de 2016). Vásquez y Asociados. Bolivia: Erux S.A.
Obtenido de Vásquez y Asociados: <https://piedadvasquez.com> › clases-accidentes-transito

ANEXOS.

Anexo 1. Formato dominó.

Modelo de investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y UNIVERSIDAD Rural de Guatemala)

Elaborado por: Donai Lemus Corado Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 09/04/2022.

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Disminuir accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general. Indicadores: Finalizado el cuarto año se reducen los accidentes en un 34% comparados con el tercer año.
2) Problema central Mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	5) Objetivo específico Mejorar estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	Verificadores: Registros semestrales de la Unidad Ejecutora; encuestas a conductores. Supuestos: El Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) adopta el programa de asistencia vial permanente a conductores que transitan por el área en estudio. Cooperantes: Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y Dirección

		Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa.
3) Causa principal o variable independiente Ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	6) Nombre Proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al finalizar los 5 años de la propuesta, se ha implementado el 95% de las actividades del plan.
7) Hipótesis El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido.	12) Resultados o productos * Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora. * Se elabora anteproyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.	Verificadores: Informes semestrales de la unidad ejecutora; del Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa; encuestas a pobladores. Supuestos: Se tiene un sistema de mantenimiento permanente a las nuevas áreas de acceso remozadas. Cooperantes: Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y Ministerio de Infraestructura y Vivienda

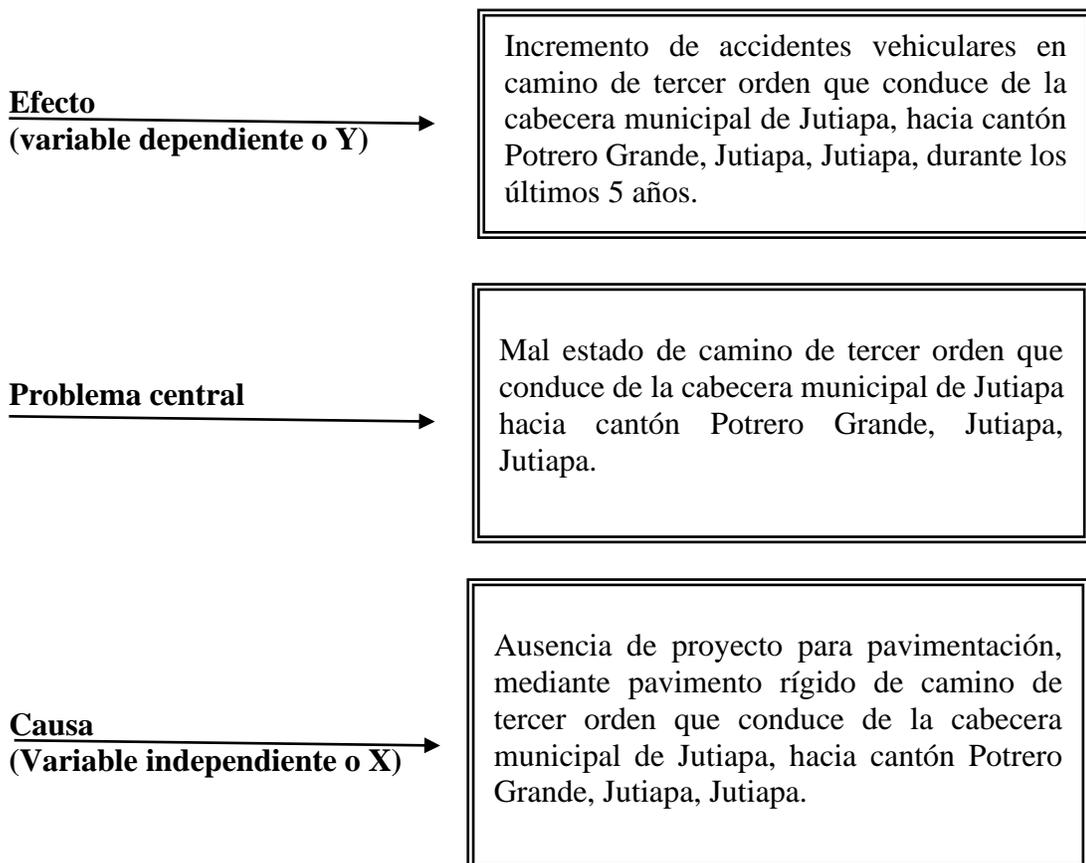
		(MICIVI) y Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa.
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande? Si _____ No_____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande? 0-5 años___5-10 años___ Más de 10 años___</p> <p>c) ¿En cuánto se han incrementado los accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año? 1-5___ 5-10___ Más de 10_____</p> <p>Dirigidas a Directivos del COCODE de cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.</p> <p>Boletas 10, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>	

<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande? Si___ No___</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande? Si___ No___</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, afecta la calidad de vida de los habitantes? Si___ No___</p> <p>Dirigidas a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal.</p> <p>Boletas 6, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Accidentes b) Accidentes vehiculares. c) Indicios de accidentes vehiculares. d) Accidentes vehiculares en áreas rurales. e) Accesos. f) Vías de accesos. 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.</p> <p>A1</p> <p>An</p>

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas.

Tópico: Mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande.



Hipótesis causal:

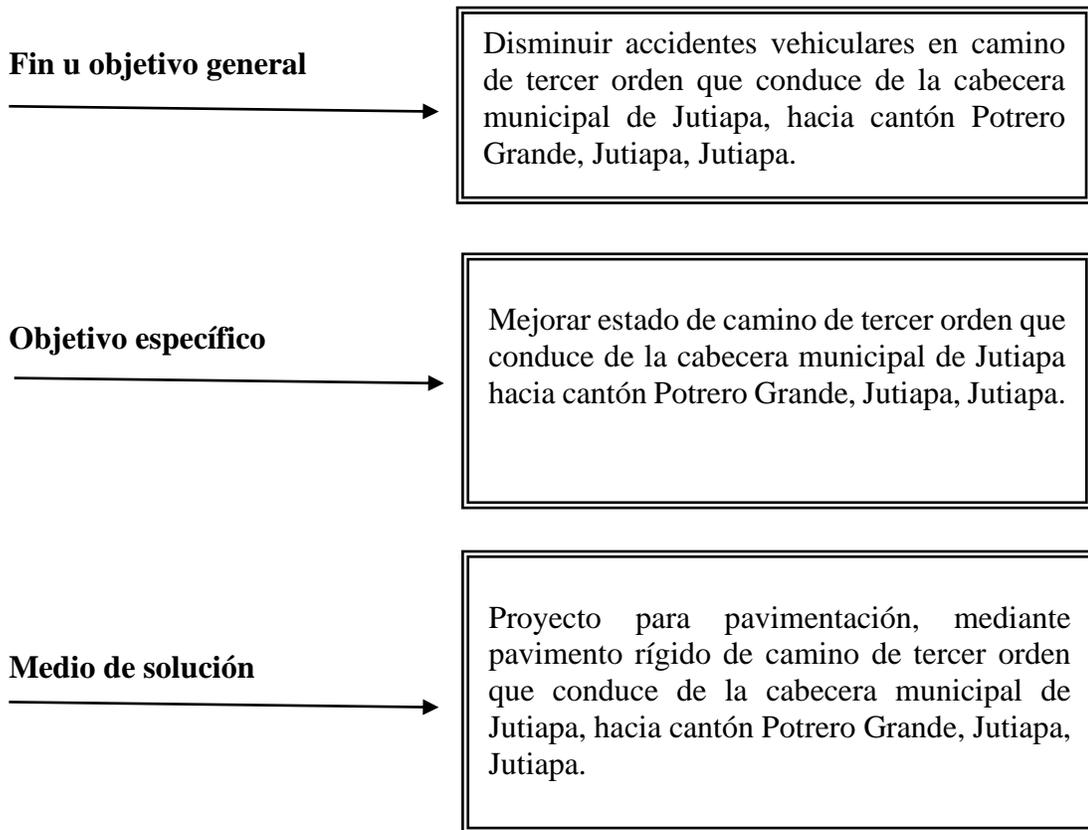
“El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, la causante del incremento de accidentes vehiculares durante los últimos 5 años?

Árbol de objetivos.

En función de dar solución a la problemática planteada, se describen los siguientes objetivos.

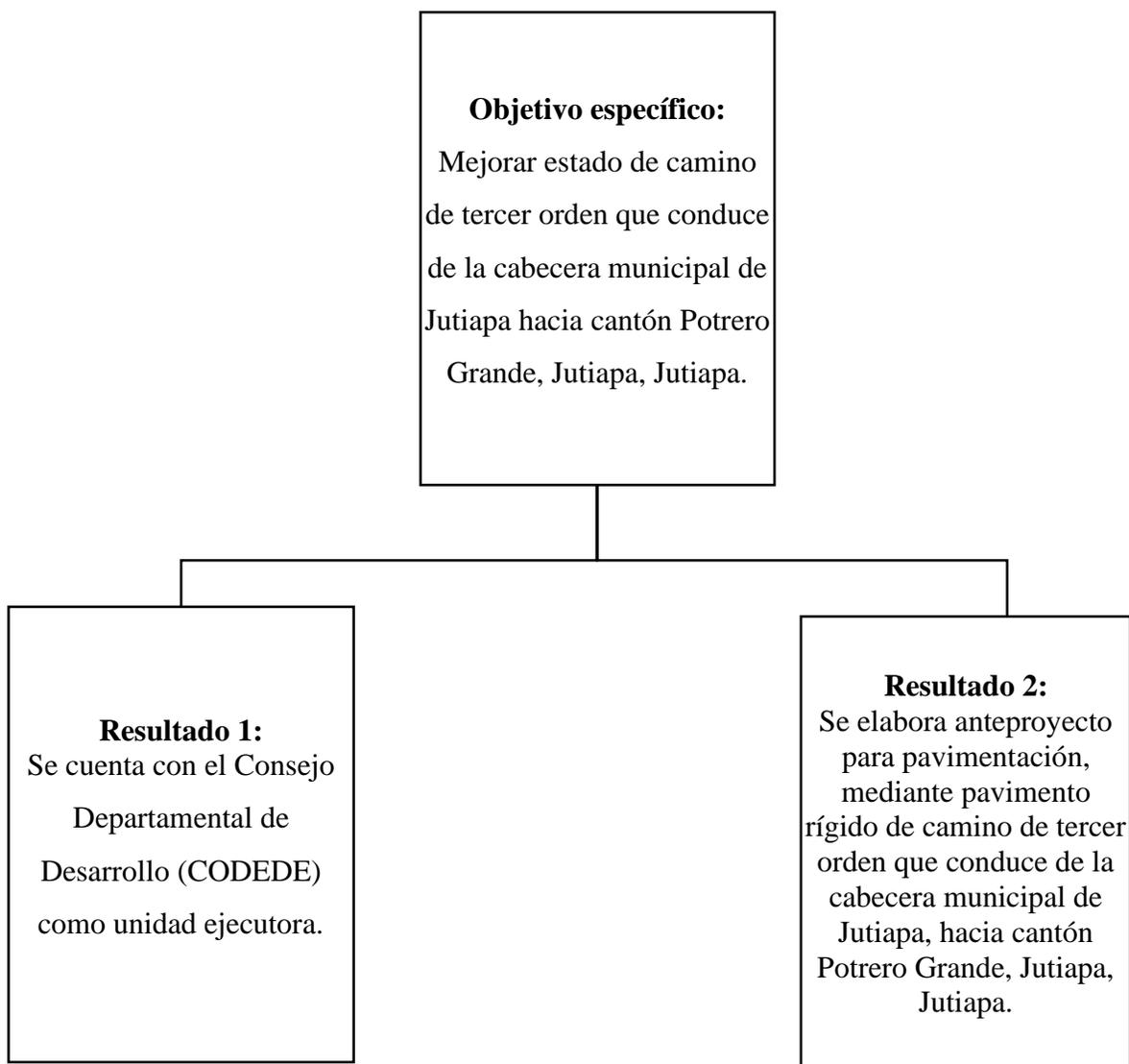


Título de tesis.

Proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.

Con la finalidad de proporcionar una solución que reduzca los accidentes vehiculares en camino que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática identificada:



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar o no la variable dependiente siguiente: **“Incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años”**.

Esta boleta está dirigida a Directivos del COCODE de cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa; con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque con una X su respuesta.

1. ¿Considera usted que existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande?

Sí_____ No_____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande?

2.1. 0 – 5 años_____

2.2. 5 – 10 años_____

2.3. Más de 10 años_____

3. ¿En cuánto se han incrementado los accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en el último año?

3.1. 0 – 5 años_____

3.2. 5 – 10 años_____

Más de 10 años_____

4. ¿Qué tipos de accidentes vehiculares han ocurrido en el camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande en los últimos cinco años?

4.1. Derrape_____

4.2. Colisión_____

4.3. Empotramiento_____

5. ¿ Considera que la ejecución de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido, disminuirá los accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande?

Sí_____ **No**_____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar o no la variable independiente siguiente: **“Ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa”.**

Esta boleta está dirigida a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal; con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque con una X su respuesta.

1. ¿Conoce si existe proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande?

Sí_____ **No**_____

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande?

Sí_____ **No**_____

3. ¿Cree usted que la falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido, en camino que conduce de aldea Estancia Grande, hacia caserío San Francisco Las Lomas, afecta la calidad de vida de los habitantes?

Sí _____ **No** _____

4. ¿Cree usted que la falta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, hace vulnerable el desarrollo de población?

Sí _____ **No** _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población efecto y causa, respectivamente, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 10 Directivos del COCODE de cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa y 6 personeros de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal, para población causa.

Anexo 7. Cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a los accidentes vehiculares registrados en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Accidentes Vehiculares	XY	X ²	Y ²
2016	1	60	60.00	1	3600.00
2017	2	65	130.00	4	4225.00
2018	3	80	240.00	9	6400.00
2019	4	90	360.00	16	8100.00
2020	5	100	500.00	25	10000.00
Totales	15	395	1290.00	55	32325.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1290
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	32325.00
$\sum Y=$	395
$n\sum XY=$	6450
$\sum X*\sum Y=$	5925
Numerador=	525

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	161625.00
$(\sum Y)^2=$	156025.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	5600
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)$	280000.00
Denominador:	529.1502622
r=	0.992156742

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.992$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8. Proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$y = a + bx$

Año	X (años)	Accidentes Vehiculados	XY	X ²	Y ²
2016	1	60	60	1	3600.00
2017	2	65	130	4	4225.00
2018	3	80	240	9	6400.00
2019	4	90	360	16	8100.00
2020	5	100	500	25	10000.00
Totales	15	395	1290	55	32325.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	1290
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	32325.00
$\sum Y =$	395
$n \sum XY =$	6450
$\sum X * \sum Y =$	5925
Numerador de b	525
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	10.5
Numerador de a:	
$\sum Y =$	395
$b * \sum X =$	157.5
Numerador de a:	
a:	237.5
a=	47.5

Fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Cálculos por año.

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2021)=	a	+	(b * X)	
Y(2021)=	47.5	+	10.5	X
Y(2021)=	47.5	+	10.5	6
Y(2021)=	110.5			
Y(2021)=	110.50	Accidentes Vehiculares		

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b * X)	
Y(2022)=	47.5	+	10.5	X
Y(2022)=	47.5	+	10.5	7
Y(2022)=	121			
Y(2022)=	121.00	Accidentes Vehiculares		

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b * X)	
Y(2023)=	47.5	+	10.5	X
Y(2023)=	47.5	+	10.5	8
Y(2023)=	131.5			
Y(2023)=	131.50	Accidentes Vehiculares		

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b * X)	
Y(2024)=	47.5	+	10.5	X
Y(2024)=	47.5	+	10.5	9
Y(2024)=	142			
Y(2024)=	142.00	Accidentes Vehiculares		

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b * X)	
Y(2025)=	47.5	+	10.5	X
Y(2025)=	47.5	+	10.5	10
Y(2025)=	152.5			
Y(2025)=	152.50	Accidentes Vehiculares		

Proyección con proyecto.

Esto se realiza para identificar el comportamiento de la problemática si se ejecutara la presente propuesta.

Fórmula:

$Y(2020) = \text{Año anterior} \times \text{Porcentaje de resolución propuesto.}$

Cálculos por año.

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2021)	=	Y(2020)	-	11%	=
Y (2021)	=	100.00	-	11.00	89.00
Y (2021)	=	89.00	Accidente Vehiculares		

Y (2022)	=	Y(2021)	-	14%	=
Y (2022)	=	89.00	-	12.46	76.54
Y (2022)	=	76.54	Accidente Vehiculares		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	76.54	-	13.01	63.53
Y (2023)	=	63.53	Accidente Vehiculares		

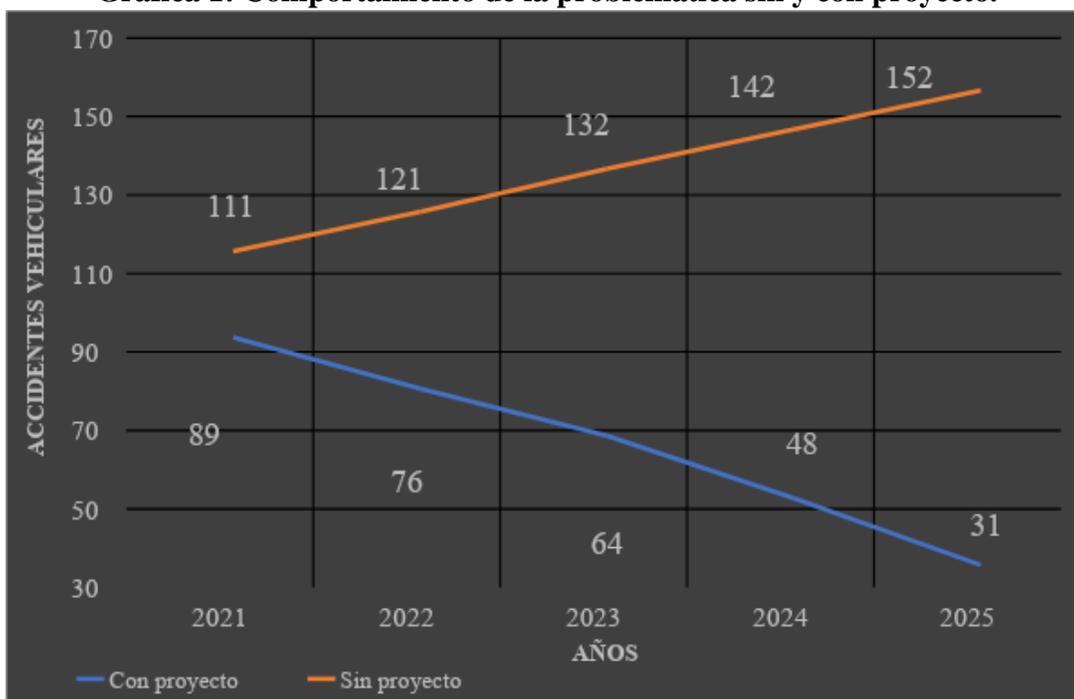
Y (2024)	=	Y(2023)	-	24%	=
Y (2024)	=	63.53	-	15.25	48.28
Y (2024)	=	48.28	Accidente Vehiculares		

Y (2025)	=	Y(2024)	-	34%	=
Y (2025)	=	48.28	-	16.90	31.38
Y (2025)	=	31.38	Accidente Vehiculares		

Cuadro 1: Comparativo sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2021	111 accidentes	89 accidentes
2022	121 accidentes	76 accidentes
2023	132 accidentes	64 accidentes
2024	142 accidentes	48 accidentes
2025	152 accidentes	31 accidentes

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis:

Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de implementar el proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, y así solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Donai Lemus Corado

TOMO II

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022.

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Donai Lemus Corado

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE
CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA,
JUTIAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2022.

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Civil con
énfasis en Construcciones Rurales.

Prologo.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se plantea el “Proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa”.

El informe contiene los resultados de la investigación realizada previo a optar al título de Ingeniera Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciatura de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo con los lineamientos técnicos de la Universidad Rural de Guatemala.

El presente informe es resultado del trabajo de investigación sobre la necesidad de mejorar la infraestructura vial del camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

El interés en realizar una investigación sobre este tema es contribuir para reducir en el gasto que la cantidad de accidentes vehiculares, ya que año tras año estos incrementan y repercute en el bienestar de usuarios de transporte en general, esto por mal estado del camino de acceso a la comunidad, por lo cual es absolutamente necesario que se implemente un proyecto para la aplicación de pavimento rígido en el todo el tramo carretero.

Presentación.

La investigación se enfoca en el tópico sobre el mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, este estudio tiene como finalidad determinar el aumento en los registros de accidentes vehiculares que se percibe desde hace cinco años, lo cual amerita realizar una investigación para que los habitantes del área obtengan una solución.

El objetivo de la investigación es optimizar el estado actual de la infraestructura vial que conecta la cabecera municipal de Jutiapa con el cantón Potrero Grande.

Como medio para solucionar la problemática se propone implementar proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido, esta propuesta está dirigida a los profesionales departamentales del Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE).

La investigación realizada es el punto de partida, puesto que permite la detección y diagnóstico del problema basado en metodología y técnicas de estudio, lo cual sugiere la veracidad de dicho problema y que su resolución no es un esfuerzo absurdo.

INDICE GENERAL:

No.	Contenido.	Página.
I.	RESUMEN ¡Error! Marcador no definido.	
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
II.1.	Conclusiones.....	11
II.2.	Recomendaciones.	11

I. RESUMEN.

En el presente trabajo es de una investigación que se desarrolló en el lugar que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa. Previo a obtener el título universitario de Ingeniería Civil en el grado académico de Licenciado. Universidad Rural de Guatemala y la facultad de ingeniería.

De acuerdo a la investigación a través de encuestas y en la investigación de campo se propuso la propuesta nombrado: “Propuesta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa”, en el cual se propone un proceso de planificación y técnicas para resolver el problema central: falta de proyecto para la construcción Mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, que afecta a los pobladores actualmente.

Se procede con el diseño del pavimento rígido se utiliza también dos metodologías; la de la american association of state Highway and transportation officials (AASHTO) y la de la portland cement association (PCA).

La motivación al desarrollo de la presente tesis pasa por conocer la verdadera diferencia económica existente entre la alternativa de un pavimento rígido y de un pavimento flexible y saber así si la diferencia económica es la causa principal por la cual actualmente en Perú los pavimentos rígidos son construidos en un muy bajo volumen.

En el diseño del pavimento rígido, por medio de un levantamiento topográfico se llegó a determinar una longitud de 5+025.86 kilómetros., ya que es una carretera de tercer orden se definió un ancho de 6 mts. Con cunetas en el total, seguidamente se procedió a sacar muestras de suelo del lugar para ensayarlas en el laboratorio de suelos, donde

se determinó las propiedades de la sub rasante. Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer una estabilización de la sub-base de 10 cm. de material selecto granular, un espesor de losa de 15 cm. Hecha de concreto de 4,000 psi., bordillos integrando con el pavimento. y un bombeo pluvial de 2%.

I.1 Planteamiento del problema.

Al efectuar la presente investigación se ha detectado la inaccesibilidad vehicular en el camino de tercer orden, que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa. Debido a la inexistencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

Como consecuencia del crecimiento poblacional del cantón potrero Grande Jutiapa, Jutiapa, la localización de terrenos agrícolas para las actividades económicas, ya que se dedican principalmente a la producción de café, maíz, frijol y banano entre otros. Los habitantes deben trasladar las mercancías agrícolas con mucha dificultad en tiempos de invierno al pasar el invierno por falta de mantenimiento de la carretera que es de terracería llega el tiempo del verano y pierden su material selecto que lo conforma y da el resultado a la inaccesibilidad vehicular y falta de proyecto para pavimentación mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

Las vías de comunicación terrestre son medios indispensables en la interacción social del ser humano, tanto en el ámbito social, cultural, comercial y económico. Al carecer de una propuesta tenemos mal estado del camino de tercer orden, que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, ha provocado el incremento de accidentes vehiculares, en los últimos 5 años. en cantón

La problemática se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, de parte de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa. Por lo cual en la presente se propone una solución factible a la problemática existente.

Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis del problema como parte del trabajo de investigación en cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Hipótesis causal. “El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”.

Hipótesis interrogativa. ¿Será la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, la causante del incremento de accidentes vehiculares durante los últimos 5 años?

Objetivos.

A continuación, se presentan los objetivos, generales y específicos a través los cuales se pretende contribuir en la solución del problema encontrado, los accidentes vehiculares.

Objetivo general.

Disminuir accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Objetivo específico.

Mejorar estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Justificación.

El mal estado de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, ha provocado el aumento de accidentes vehiculares de los usuarios, que transitan por el camino en mención.

Las vías de comunicación terrestre son medios indispensables en la interacción social del ser humano, tanto en el ámbito social, cultural, comercial y económico. Al carecer de una propuesta por parte de la municipalidad del departamento de Jutiapa que proponga la pavimentación del camino en mención, continuará el aumento de accidentes vehiculares de los usuarios que transitan en dicho camino.

Por tal razón es importante elaborar una propuesta para la pavimentación del camino, siendo la iniciativa por parte de las autoridades municipales, para la ejecución de la propuesta que permita la solución a la problemática.

El medio de solución a la problemática actual es a través de la propuesta de pavimentación mediante pavimento rígido, el cual servirá para disminuir los accidentes vehiculares de los usuarios, consecuencia del mal estado del camino.

La infraestructura vial, se relaciona estrechamente con el desarrollo social y económico de una comunidad. Debido a los productos, insumos y materiales que son necesarios para toda la población. Los proyectos para pavimentación mediante pavimento rígido, son un elemento importante en la comunidad, debido a que contribuyen a mejorar las condiciones de vida de los habitantes que transportan mercancías, productos, insumos y materiales que son necesarios para toda población.

El medio de solución a la problemática actual, es por medio de la propuesta de construcción de un proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.

Metodología.

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

Métodos.

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis. Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en el camino de tercer orden, a cuyo efecto, se observó el mal estado del camino, la falta de pavimentación de concreto rígido, la vulnerabilidad del camino en mención, ante accidentes vehiculares, entre otros.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la municipalidad citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseyendo una visión más clara sobre la problemática del área de tesorería de la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en al anexo 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por

mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”. El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis. Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 6 personas que laboraban en el área de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la municipalidad citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

Técnicas.

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo. Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Resumen de resultados.

Resultado 1: Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.

- Actividad 1. Espacio físico.
- Actividad 2: Material y equipo.
- Actividad 3: Personal técnico.
- Actividad 4: Gestión de recursos financieros.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

- Actividad 1: Permisos legales.
- Actividad 2: Estudios.
- Actividad 3. Reacondicionamiento de Sub rasante.
- Actividad 4. Conformación de la sub-base.
- Actividad 5. Transversales.
- Actividad 6. Losa de concreto.
- Actividad 7. Corte y sello elastómero.
- Actividad 8. Bordillos.
- Actividad 9. Rotulo de identificación.
- Actividad 10. Limpieza final.

Para evaluar se consideran los siguientes indicadores y verificadores en dos secciones:

Sección 1.

Indicadores; Finalizado el cuarto año se reducen los accidentes en un 34% comparados con el tercer año.

Medios de Verificación; Registros semestrales de la Unidad Ejecutora; encuestas a conductores.

Sección 2.

Indicadores; Al finalizar los 5 años de la propuesta, se ha implementado el 95% de las actividades del plan.

Medios de Verificación; Informes semestrales de la unidad ejecutora; del Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa; encuestas a pobladores.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

II.1. Conclusiones.

Se comprueba la hipótesis “el incremento de accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa, durante los últimos 5 años, por mal estado de camino, se debe a la ausencia de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido”, con el 100 % de confianza y 0 % de error para ambas variables X y Y (causa y efecto).

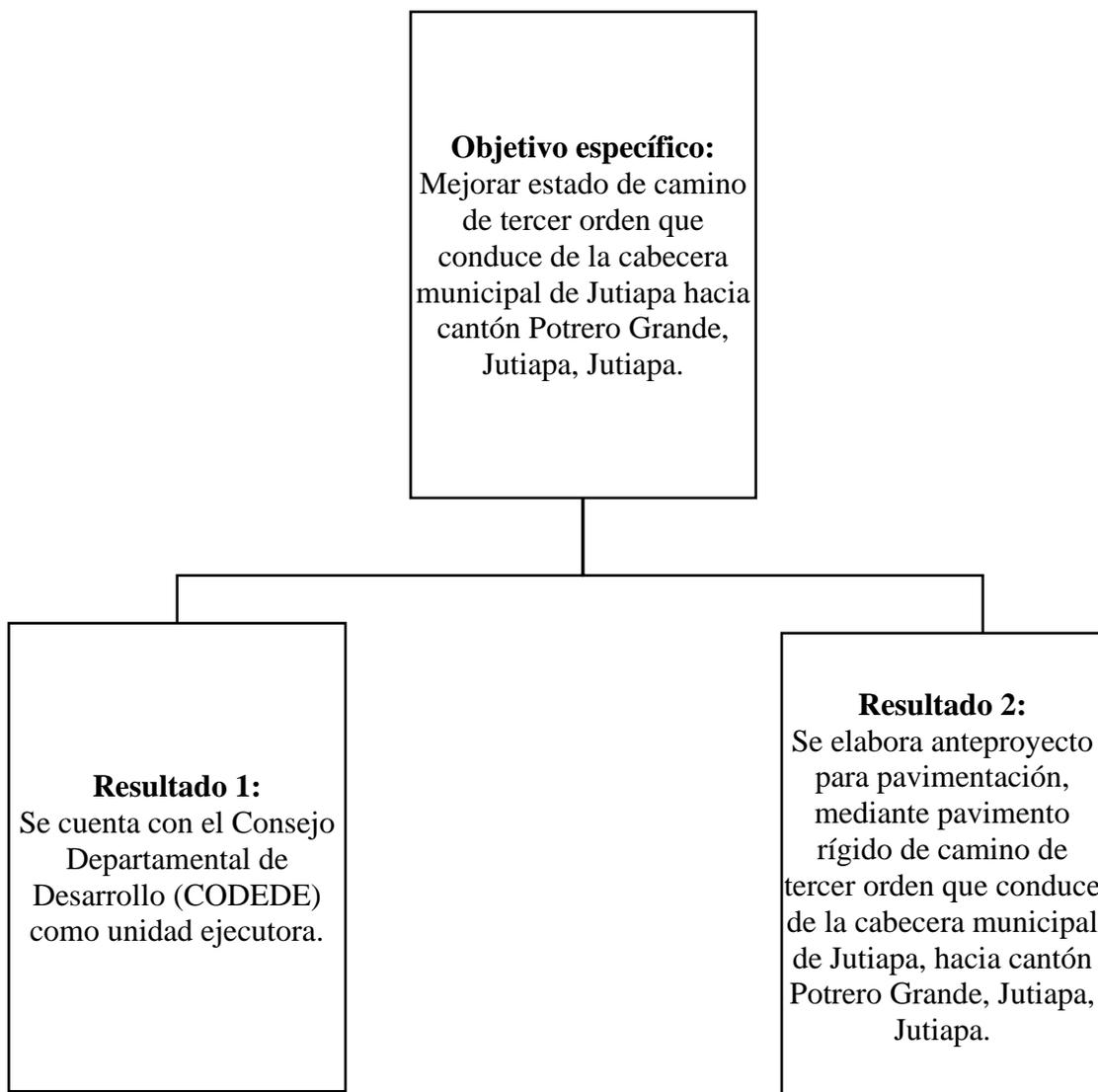
II.2. Recomendaciones.

Por lo anterior se recomienda operativizar la propuesta solución del proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande.

ANEXOS.

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Con la finalidad de proporcionar una solución que reduzca los accidentes vehiculares en camino que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática identificada:



Resultado 1: Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.

Actividad 1. Espacio físico. Se cuenta con el espacio donde se encuentra establecida la oficina del Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), del departamento de Jutiapa. A este se le dará mantenimiento una vez por semestre.

Actividad 2: Material y equipo. La oficina cuenta con escritorios para computadora, hay 3 computadoras para hacer el trabajo técnico de infraestructura y planificación de los proyectos, también hay 2 impresoras y además se cuenta con un plotter para la impresión de planos en todos los tamaños establecidos por la SIECA. Se actualizarán los sistemas cada dos años.

Actividad 3: Personal técnico. 1. Director de Planificación, 2. Supervisor de Obras, 3. Asistente Técnico de Planificación, 4. Asistente Administrativo de Planificación y 5. Asistente Operativo de Planificación. Cada uno debe contar con experiencia en el ramo de ingeniería, arquitectura, y procesos de obra civil.

Actividad 4: Gestión de recursos financieros. La gestión de los recursos financieros será, por medio de un presupuesto fijado por las autoridades departamentales.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.

Actividad 1: Permisos legales.

Acción 1. Licencia municipal: esta se obtendrá a través de la gestión directa con la municipalidad de Jutiapa.

Acción 2. Aval del COCODE: por medio de acercamientos con las autoridades de la comunidad Potrero Grande, solicitando una asamblea general, donde se hará conocimiento del Comité.

Acción 3. Estudio de Impacto Ambiental (EIA): se contratará a un consultor ambiental quien estará a cargo de realizar el estudio de impacto ambiental correspondiente.

Acción 4. Permisos de Dirección General de Caminos o MICIVI: se deberá tramitar los permisos correspondientes y encargarse de que el proyecto cumpla con lo establecidos por la Dirección General de Caminos.

Actividad 2: Estudios.

Acción 1. Topografía: consiste en un levantamiento topográfico en el lugar donde se va a realizar el pavimentado, donde se verificará las dimensiones del proyecto.

Acción 2. Suelos: consistirá en la toma de muestras del suelo cada 0.00 + 0.100 m, los estudios de suelo que se realizaron son: PROCTOR, CBR, LIMITES DE ATTERBERG, SPT, COMPACTACION.

Acción 3. Granulometría: se debe determinar los tamaños de las partículas de una cantidad en las muestras de suelo.

Acción 4. Hidrológico y drenaje: con este se obtendrán los caudales pico de interés.

Acción 5. Estudio de tránsito: Los datos de conteo vehicular del proyecto en mención se obtuvieron del aforo realizado los cuales fueron realizados el mes de enero del presente año en períodos de 24 horas.

El grupo vehicular obtenido par ese tipo y los factores equivalentes de carga (LEF) según tipo de vehículo, utilizados posteriormente para el cálculo de los ejes simples de carga equivalente a 18,000 libras (ESAL.).

Actividad 3. Reacondicionamiento de Sub rasante.

Acción 1. Limpieza: son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente como ramas sobre los caminos, maleza dentro el área de trabajo o aledañas al mismo.

El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

Acción 2. Reacondicionamiento corte de cajuela: a la cajuela se le dará solo un reacondicionamiento de material ya existente en el área, y solo se aplicará material de relleno en lugares que la lluvia halla erosionado el mismo, el total de material a aplicar es de 550.00 metros cúbicos y se tomará de las áreas aledañas al proyecto.

El constructor deberá efectuar las operaciones necesarias para excavar, remover, retirar las piedras mayores de 1/3 del espesor de la capa, mezclar, humedecer, homogenizar, conformar y efectuar rellenos. Se conforma el terreno natural hasta que se logre el bombeo adecuado hacia el lado que el terreno predomine dándole su bombeo u peralte al terreno natural.

Acción 3. Conformación y compactación de sub rasante: Se debe lograr el 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T-180.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191.

Acción 4. Control de calidad, tolerancias y aceptación: Se debe llenar los requisitos estipulados en la sección 303.11 de las Especificaciones Generales Para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos de Noviembre de 2002.

Acción 5. Medida: la medida se debe hacer del número de metros cúbicos de capa de base, con aproximación de dos decimales, medidos y compactados, en su posición final y satisfactoriamente construidos de acuerdo con estas Especificaciones.

Actividad 4. Conformación de la sub-base.

Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material de sub base.

Espesor de la base: la base debe tener un espesor compactado a un 95% AASHTO o según lo que se indique en los planos del proyecto.

Actividad 5. Transversales.

Acción 1. Drenaje transversal: el drenaje en carreteras, es el conjunto de obras que están destinadas a recolectar, encauzar, y evacuar las aguas pluviales, tanto superficiales como subterráneas, para garantizar la estabilidad e integridad de la misma.

Actividad 6. Losa de concreto.

Este trabajo consiste en la construcción sobre sub rasante, y base preparada y aceptada previamente, de la losa de pavimento de concreto, de acuerdo con los planos,

En el diseño del pavimento rígido, por medio de un levantamiento topográfico se llegó a determinar una longitud de 5025.86 mts., ya que es una carretera de tercer orden se definió un ancho de 6 mts. Con cunetas en el total, seguidamente se procedió a sacar

muestras de suelo del lugar para ensayarlas en el laboratorio de suelos, donde se determinó las propiedades de la sub-rasante.

Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer una estabilización de la sub-base de 10 cm. de material selecto granular, un espesor de losa de 15 cm. hecha de concreto de 4,000 psi., bordillos integrando con el pavimento. y un bombeo pluvial de 2%.

Actividad 7. Corte y sello elastómero.

Esta Especificación Técnica se refiere al Corte mecanizado, oportuno y adecuado, de Juntas Transversales y Longitudinales para Pavimentos, contempladas en el Libro Azul de CAMINOS.

El CONTRATISTA será el único responsable de verificar el momento oportuno y preciso en que el Concreto vaciado ha adquirido la resistencia necesaria para soportar sin daño las varias cargas generadas por la operación del Equipo de Corte y para soportar el corte mismo sin que se causen desbordes.

El CONTRATISTA gestionará lo pertinente para que esta Actividad se realice de manera oportuna y adecuada, independientemente de la hora o de las condiciones ambientales existentes al momento oportuno de su ejecución.

Este corte se deberá realizar con Equipos autopropulsados o propulsados manualmente que estén en buen estado de funcionamiento y que cuenten con un disco abrasivo (Corte en seco) o diamantado (Corte enfriado con agua) de la calidad, diámetro y espesor necesarios para obtener las siguientes profundidades mínimas de corte:

- Para demolición de Pavimento de Concreto Hidráulico: Mínimo 0.10 m.
- Para Juntas de Pavimento de Concreto Hidráulico: 1/3 del espesor de la Losa.
- Para demolición de Andén de Concreto Hidráulico: Mínimo 0.05 m.
- Para Juntas de Andén de Concreto Hidráulico: 1/3 del espesor del Andén.
- Para demolición de Sardinell en Concreto Hidráulico: Mínimo 0.03 m.
- Para Juntas de Sardinell en Concreto Hidráulico: Mínimo 0.01 m.

Actividad 8. Bordillos.

Son las estructuras de concreto simples, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera para el encauzamiento de las aguas.

Acción 1. Materiales: el bordillo debe ser de concreto clase 17.5 MPa (2,500 psi) y debe cumplir, en lo aplicable, con los requisitos de la Sección 551.

Acción 2. Requisitos de construcción: las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de los bordillos, deben ser los indicados en los planos. La elaboración, colocación y curado del concreto, la construcción, colocación y remoción de la formaleta, debe cumplir en lo aplicable, con los requisitos de las Secciones 551 y 553. Los bordillos se pueden construir por medios manuales o por medio de equipo fabricado especialmente para esta clase de trabajo.

Actividad 9. Rotulo de identificación.

Este renglón consiste el suministro e instalación de Rótulos para identificar el proyecto, en los extremos de la carretera donde se construirán las carrileras. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y colocación del rótulo. Este trabajo también incluye la excavación, relleno y fundición de concreto para la colocación la cimentación de los tubos de soporte del rótulo.

Actividad 10. Limpieza final.

Una vez terminados los trabajos y antes de la recepción provisional, el Contratista está obligado a retirar del ámbito de la obra todos los sobrantes y desechos de materiales, cualquiera sea su especie.

Todos los gastos que demande el cumplimiento de las presentes disposiciones serán por cuenta exclusiva del Contratista.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.

Componentes	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Disminuir accidentes vehiculares en camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia Cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>Finalizado el cuarto año se reducen los accidentes en un 34% comparados con el tercer año.</p>	<p>Registros semestrales de la Unidad Ejecutora; encuestas a conductores.</p>	<p>El Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) adopta el programa de asistencia vial permanente a conductores que transitan por el área en estudio.</p>
<p>Objetivo específico: Mejorar estado de camino de tercer que conduce de la cabecera municipal Jutiapa hacia Cantón potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>Al finalizar los 5 años de la propuesta, se ha implementad o el 95% de las actividades del plan.</p>	<p>Informes semestrales de la unidad ejecutora; del Ministerio de Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Jutiapa; encuestas a pobladores.</p>	<p>Se tiene un sistema de mantenimiento permanente a las nuevas áreas de acceso remozadas.</p>
<p>Resultado 1: Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.</p>			
<p>Resultado 2: Se elabora anteproyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera</p>			

municipal de Jutiapa, hacia cantón Potrero Grande, Jutiapa, Jutiapa.			
-------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Fuente: Lemus Corado, D. 2022.

Anexo 3. Ajuste de costo y tiempo.

AJUSTE DE COSTO Y TIEMPO												
No. Activada	ACTIVIDAD DE TRABAJO	COSTO	TIEMPO DE TRABAJO EN (MESES)									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
A.1	Trabajos Preliminares	Q 31,546.82	■									
A.2	Reacondicionamiento Corte de Cajuela.	Q 64,400.00		■	■	■	■	■	■			
A.3	Reacondicionamiento de Subrasante	Q 94,500.00		■	■	■	■	■				
A.4	Conformacion de la sub-base	Q 154,000.00		■	■	■	■	■				
A.5	Transversales.	Q 104,860.00		■	■	■						
A.6	Losa de concreto.	Q 12,036,130.56				■	■	■	■	■	■	■
A.7	Corte y sello Elastomero	Q 1,824,362.61						■	■	■	■	■
A.8	Bordillo	Q 154,791.00				■	■	■	■	■		
A.9	Rótulo de identificación del Proyecto	Q 4,200.00	■									
A.10	Limpieza Final	Q 18,200.00										■
A.11	Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.	Q 39,080.00	■									
	TOTAL	Q 14,526,070.99										

Anexo 4. Plan de trabajo.

CONOGRAMA DE RESULTADO Y ACTIVIDADES										
No. Actividades	Plan de trabajo	RESPONSABLE	TIEMPO DE TRABAJO EN (MESES)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Plan de trabajo .1	Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.									
A.1	Presentar solicitud de audiencia con las actividades municipales.	Estudiante								
A.2	Presentar el análisis de un estudio de diseño de infraestructura y ejecución y propuesta al concejo municipal de Jutiapa, departamento de Jutiapa el cual se denomina "proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa".	Estudiante								
A.3	Verifica la aprobación con una visita de campo con el coordinador de la dirección DPM	Estudiante								
A.4	Hacer entrega a la Dirección municipal de Planificación (DMP) de Jalapa la siguiente documentación: planificación, diseño y el cronograma físico y financiero	Estudiante								

Anexo 5. Presupuesto general.

PRESUPUESTO INTEGRADO POR RESULTADOS		
Plan de trabajo	Descripción	Total (Q)
R.1	Se cuenta con el Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) como unidad ejecutora.	Q 39,080.00
R.2	Propuesta de proyecto para pavimentación, mediante pavimento rígido de camino de tercer orden que conduce de la cabecera municipal de Jutiapa, hacia cantón potrero grande, Jutiapa, Jutiapa.	Q 14,486,990.99
COSTO TOTAL		Q 14,526,070.99

Anexo. 6. Memoria de cálculo

Cálculo del pavimento.

ESTACION: C-1
 RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASHTO)
 PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.
 K+ 1 UBICACION: 0

Sent	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMIRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
E	20	75	45	7	10	2	25	10	2	2	1		3					38	50.6%	
S	20	75	35	3	12	2	26	13	2	1	1		3					373	49.4%	
TOTAL	400	150	80	10	22	4	51	23	4	3	2		6					755		
%	52.98%	19.87%	10.60%	1.32%	2.91%	0.53%	6.75%	3.05%	0.53%	0.40%	0.26%		0.79%					100.0%		
IMD	57.1429	21.4286	11.4286	1.42857	3.14286	0.57143	7.28571	3.28571	0.57143	0.4285714	0.28571		0.8571429					107.857		
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1							
IMD	57.1429	21.4286	11.4286	1.42857	3.14286	0.57143	7.28571	3.28571	0.57143	0.4285714	0.28571		0.8571429					107.857		
IMD	57	21	11	1	7	2	7	4	1	0	0		1					112		

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-1
 PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

DATOS:

1) PERIODO DE DISEÑO

T = 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2) ESPESOR DE PAVIMENTO

esp = 150 mm asumido

3) INDICES DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

ΔPSI = P_o - P_t = 2.5

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
P _o = 4.5 para pavimentos rígidos
P _o = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
P _t = 2.5 o más para caminos muy importantes
P _t = 2.0 para caminos de tránsito menor

4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 50%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

ESTACION: C-1
 PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDIENE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.
 UBICACIÓN: 0

DATOS:
 T = 20 años
 esp = 200 mm
 P = 2
 D = 0.5
 L = 1
 W₁₀ = 4.5
 W₁₈ = 4.5
 Fec = -
 FORMULA DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO
 $Log \frac{W_{18}}{W_{10}} = 4.62 \cdot Log(10+1) - 4.62 \cdot Log(L_1 - L_2) + 3.20 \cdot Log(L_1) + \frac{C_1}{F_1} - \frac{C_2}{F_2} - \frac{C_3}{F_3} - \frac{C_4}{F_4}$
 $C_1 = Log \frac{4.5 - P_1}{4.5 - 1.5}$
 $C_2 = Log \frac{4.5 - P_2}{4.5 - 1.5}$
 $C_3 = Log \frac{4.5 - P_3}{4.5 - 1.5}$
 $C_4 = Log \frac{4.5 - P_4}{4.5 - 1.5}$
 Ch. Dowe.
 W₁₀ = # Aplicaciones de carga (equivalente al final del tiempo t)
 W₁₈ = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

ESAL = 01 = (no) (G) (U) (365) (Y)

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIBEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER										
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	Z	E	Z	E	Z	E	281R2	283	381R2	>=832						
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	2	3	7	11	7	18	7	11	18	7	18	7	18	7	18	25
Lx (R/DS)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	4.4118	6.6177	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	24.265	15.441	35.294	15.441	35.294
no	57	57	21	11	11	11	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
r%	0.045	0.045	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
Lz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BLB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(WtX/Wt)	3.5704	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771	2.9771
G = Wt/WtX	0.0003	0.0005	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
G Y	31.371	31.371	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870
ESAL	87.765	44.289	55.683	120.311	156.864	162.98	14.816	71.899	175.94	128063	5027.5	2276.9	175.94	128063	5027.5	2276.9	175.94	128063	5027.5	2276.9
PARCIAL																				45031.90516
TOTAL																				486441.5681

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

ESTACION: C-1

PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = **80** %

2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	{ ZR }	{ So }
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = **-0.841**

3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	{ So }
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = **0.4**

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRAZANTE

ESTACION: C-1

PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO

DATOS DE LA SUBBASE: CBR = **20.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 17380.013 \quad \text{psi} = 119.92 \quad \text{Mpa}$$

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)

$$MR = 1910 (CBR)^{0.68}$$

$$MR = 14646.497 \quad \text{psi} = 101.06 \quad \text{Mpa}$$

(regresión polinómica 2°) Solo para CBR < 55 %

$$MR = -7.5 CBR^2 + 800 CBR + 1820$$

$$MR = 15220 \quad \text{psi} = 105.02 \quad \text{Mpa}$$

Mínimo: ME = 101.06 Mpa

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **5.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 7157.0114 \quad \text{psi} = 49.38 \quad \text{Mpa}$$

Ecuación de Aftter Van Til et al

(regresión exponencial)

$$MR = 5490 (CBR)^{0.30}$$

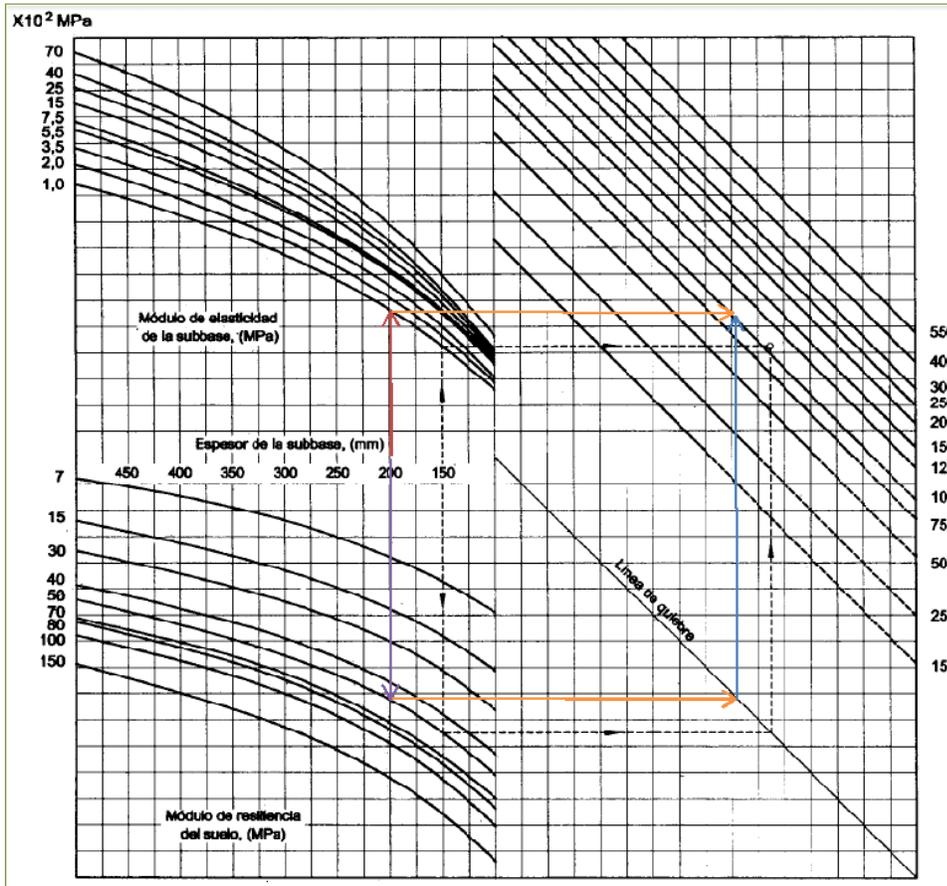
$$MR = 8897.4047 \quad \text{psi} = 61.39 \quad \text{Mpa}$$

Mínimo: MR = 49.38 Mpa

En el monograma

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MODULO DE REACION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE UNA PROFUNDIDAD INFINITA



MODULO DE REACION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = **100.00** Mpa/m

2) METODO AASHTO

DATOS DE LASUB BASE: CBR = **20.00** % Espesor: **20.00** cm

Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 74.45 Mpa/m

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **5.00** %

Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 39.25 Mpa/m

MODULO DE REACION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = **46.84** Mpa/m

DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

ESTACION: C-1

PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

2) DRENAJE

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 0.90

3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = 3.00

4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 285.00$ kg/cm²
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$
 $E_c = 3629063$ psi = 25040.5 Mpa

5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 285.00$ kg/cm²
 $S_c = 8 - 10 (f_c)^{0.5}$
 $S_c = 636.7$ psi = 4.39 Mpa

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO

ESTACION: C-1

PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

Para el método de diseño AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\log_{10} W_{32} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- W₀₂ = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del periodo de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_i = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

DATOS:

K =	46.84	Mpa/m	So =	0.4	
Ec =	25041	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	4.39	Mpa	Pt =	2	
J =	3.00		ΔPSI =	2.5	
Cd =	0.90		W80 =	0.50 × 10 ⁶	
			D =	??? mm	por tanteo
			D =	150.00 mm	

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro						
5.70	=	-0.3364	+	6.103617479	+	-0.034494912	+	0.037106302
5.70	=	5.770						

OK

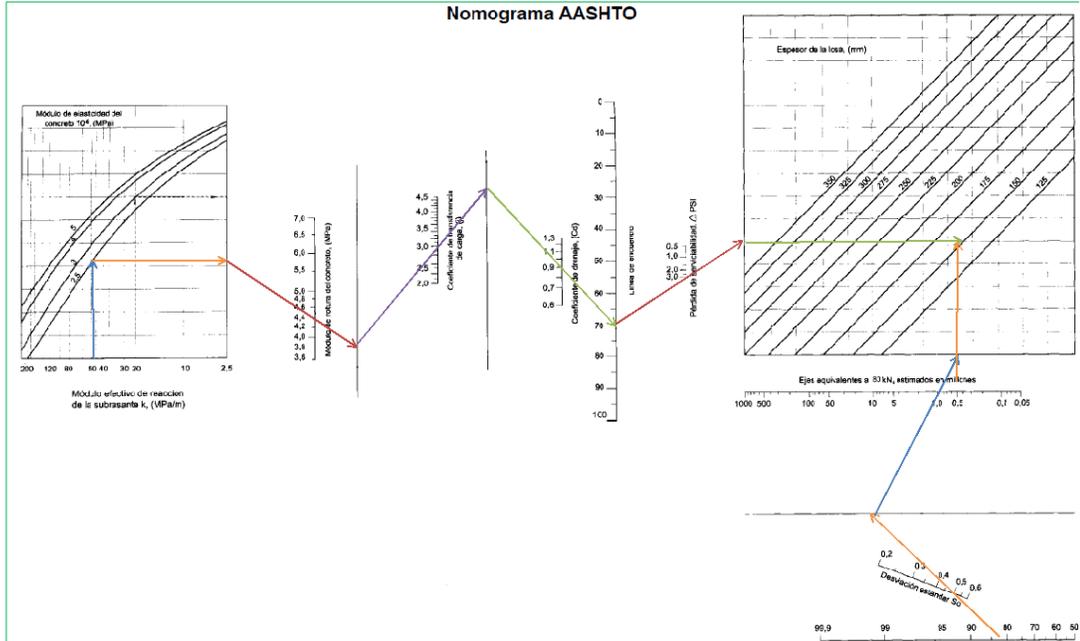
DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO

ESTADON: C-1

PROYECTO: PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN, MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.

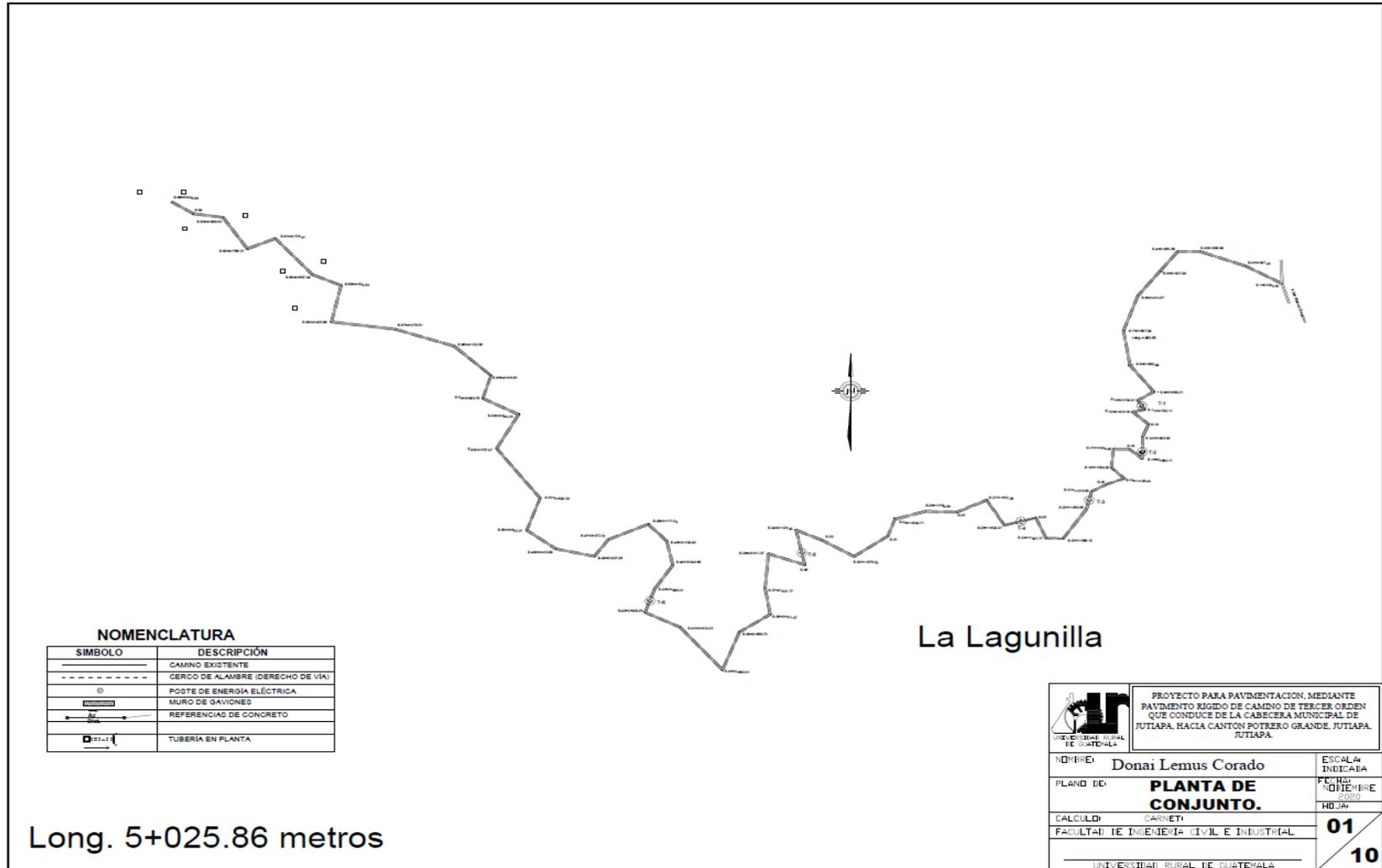
DATOS:	K =	46.84	Mpa/m	So =	0.4	
	Ec =	25041	Mpa	R =	80% ⇒ ZR =	-0.841
	S'c =	4.39	Mpa	ΔPSI =	2.5	
	J =	3.00		W80 =	7.44×10^{-6}	
	Cd =	0.90		D =	150 mm	

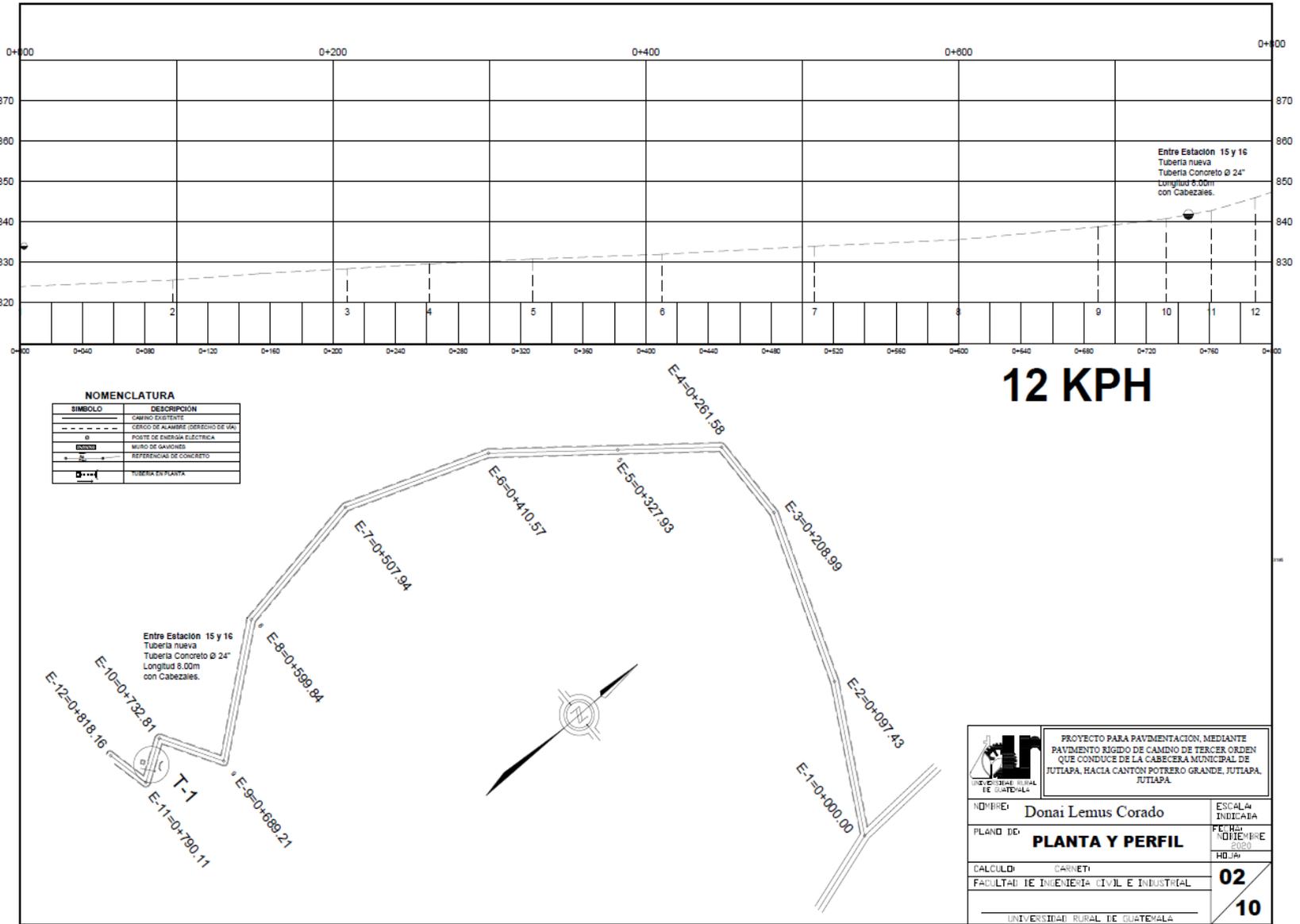
Nomograma AASHTO

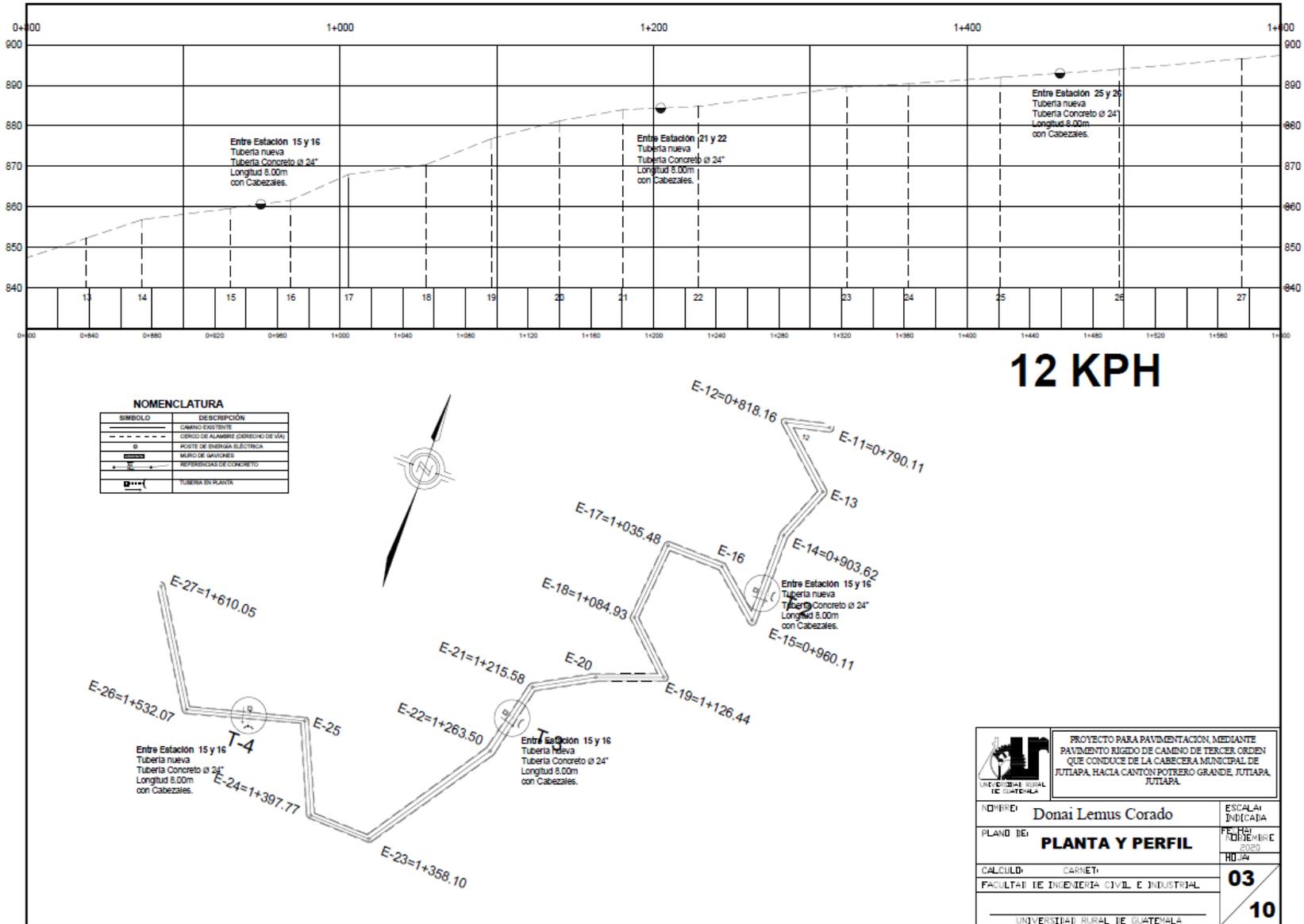


Anexo 8. Diseño del proyecto

Anexo 8.1 Planos.



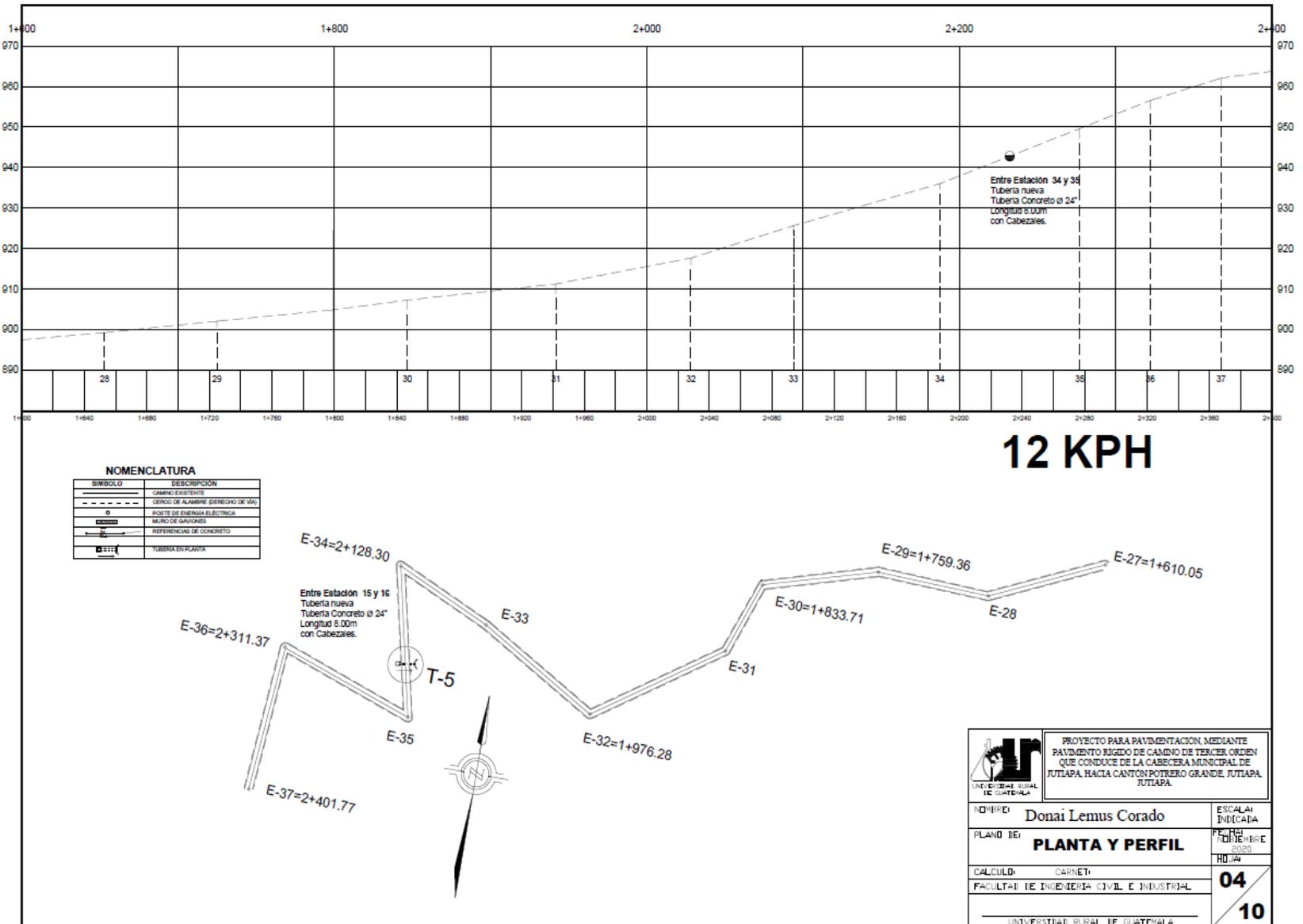


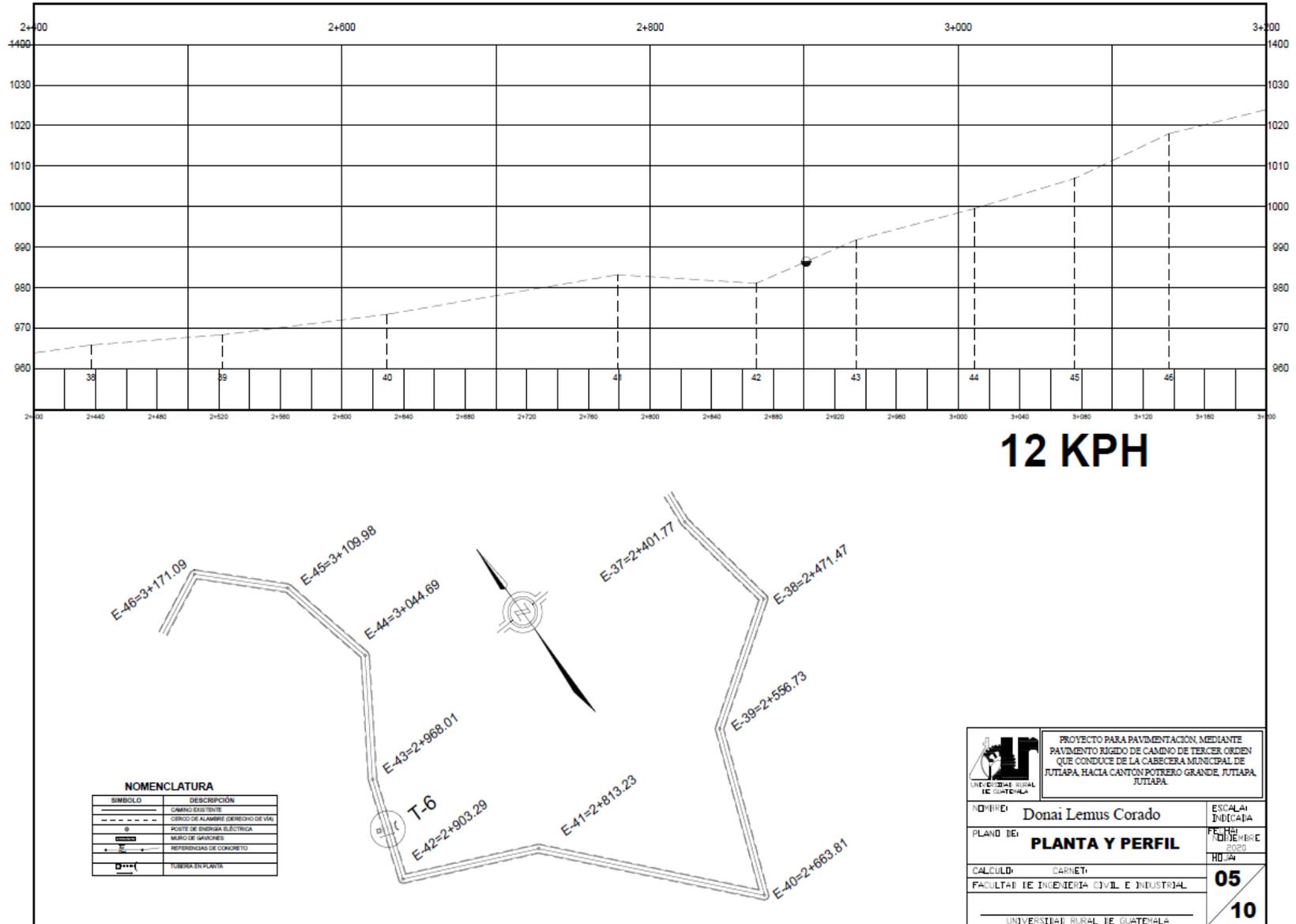


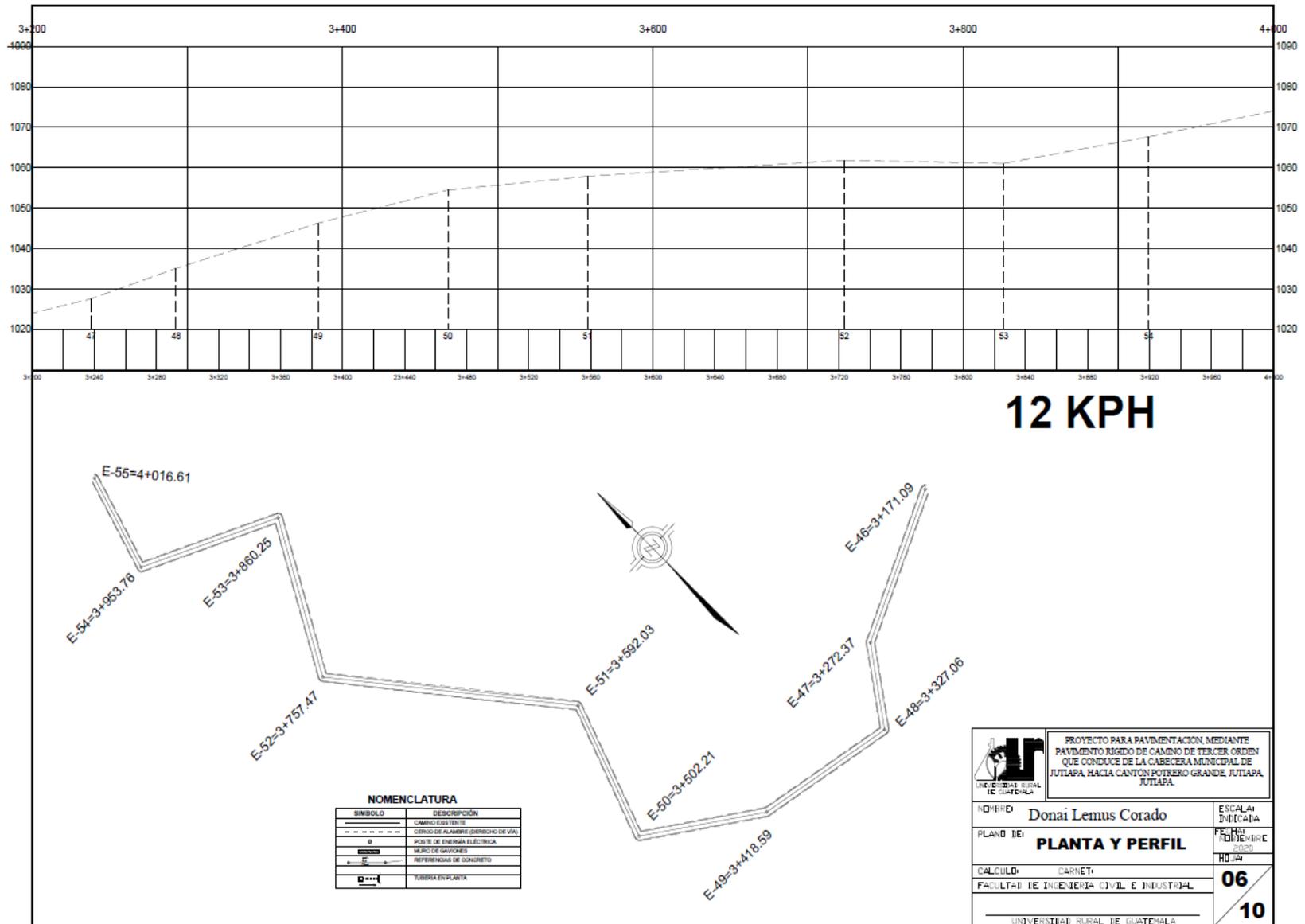
NOMENCLATURA

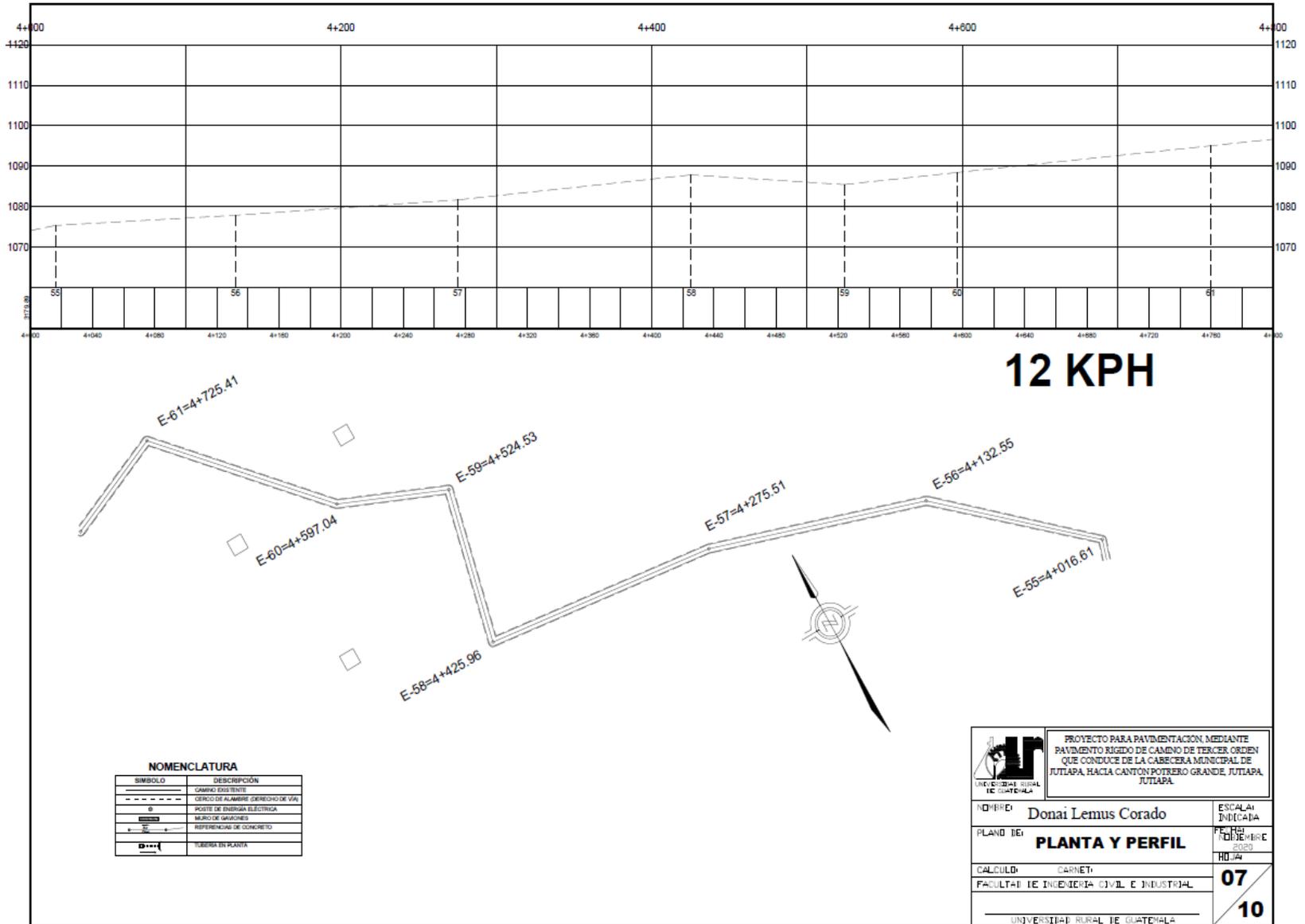
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	CAMINO EXISTENTE
- - - -	CERCO DE ALAMBRE (DIRECCIÓN DE VÍA)
⊕	POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA
⊙	MURO DE MANTENIMIENTO
⊕	REFERENCIAL DE CONCRETO
⊕	TUBERIA EN PLANTA

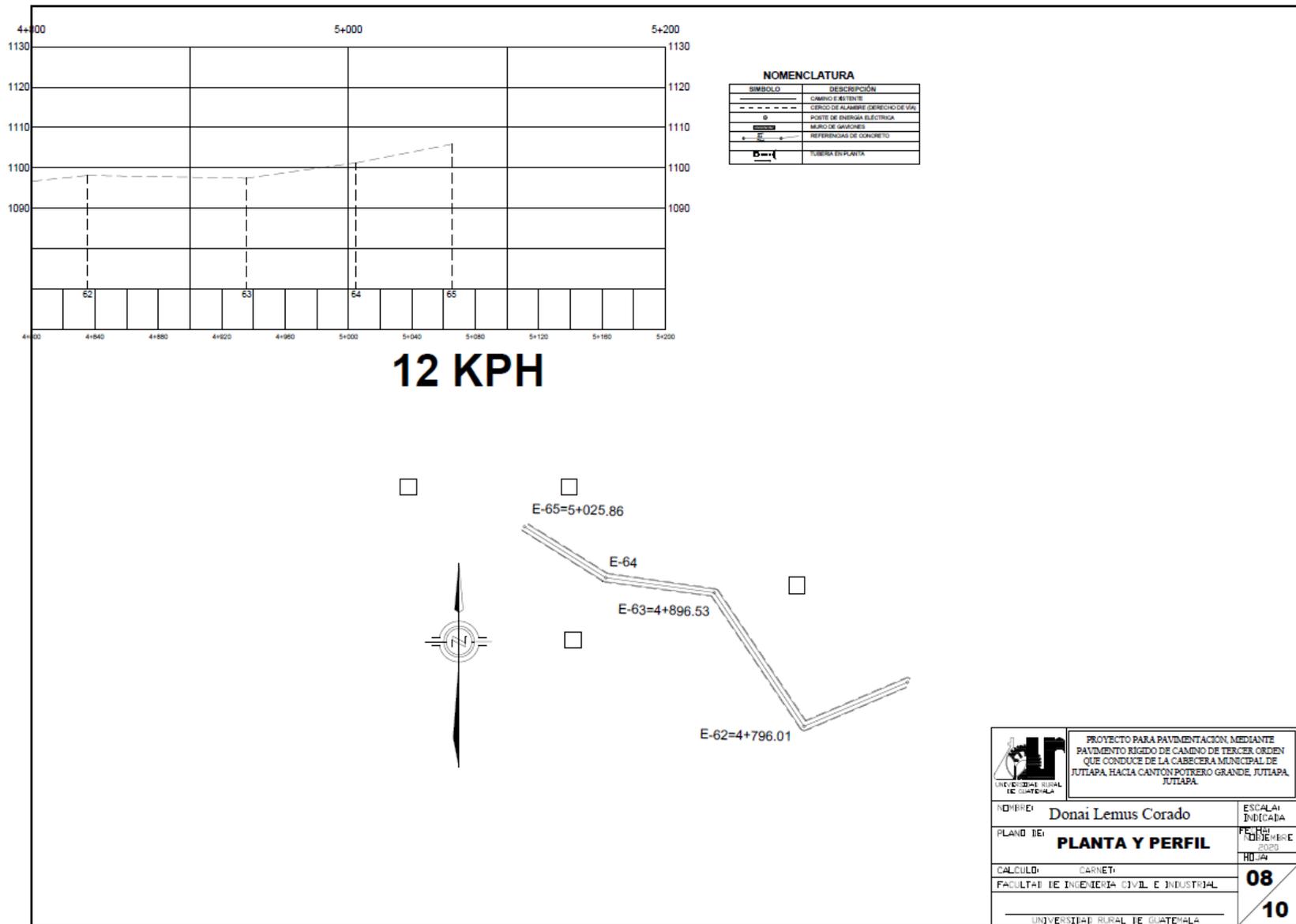
		PROYECTO PARA PAVIMENTACIÓN MEDIANTE PAVIMENTO RÍGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA HACIA CANTÓN POTRERO GRANDE JUTIAPA, JUTIAPA.	
NOMBRE:	Donai Lemus Corado	ESCALA:	INDICADA
PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	NOVIEMBRE 2020
CALCULO:	CARNET:	RD/PA:	03
FACULTAD:	DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL		10
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA			





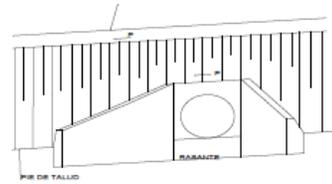






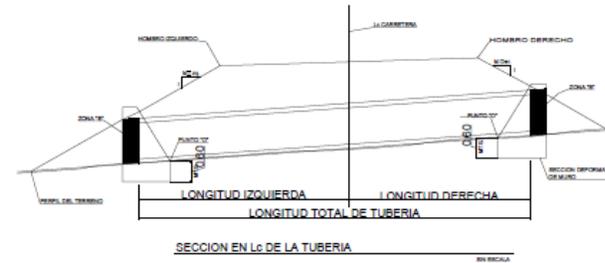
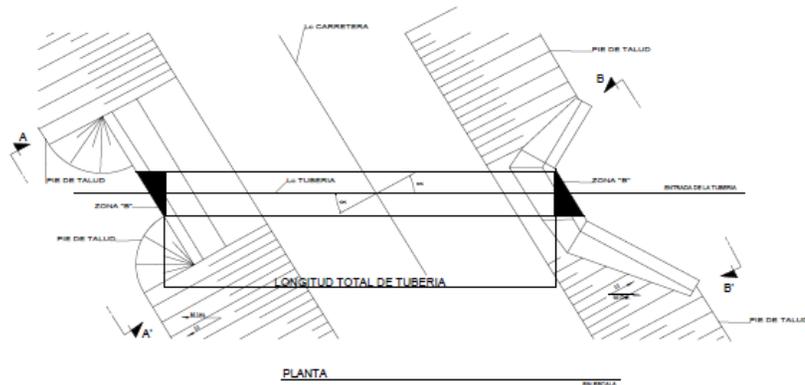
NOTAS GENERALES:

- 1- Supondremos que la cota de encuentro a la carretera en una tangente bajo un relleno y que la tubería tendrá cabezales de entrada y salida.
- 2- Se usará cabezales de muro recto en la salida y en la entrada cabezales con alas.
- 3- Se Senen como datos la sección típica, la pendiente de la carretera, el ángulo de eviaje de la tubería (α) y el numero de líneas de tubería.
- 4- Además los siguientes datos, diámetro y calidad de los tubos que se emplearán (ver planos estándar para tubos de concreto reforzado).
- 5- Con los datos de las notas 3 y 4 podemos dibujar la sección deformada de la carretera, según la Lc de la tubería, obteniendo de ella, la pendiente de la tubería y la longitud entre pisa de talud, la línea que los une es la línea inferior externa de la tubería. El talud deformado si lo podemos calcular con la siguiente formula: $t = \frac{Lc \cdot P}{\sin \alpha}$, siendo t el talud de la sección típica de la carretera, P la pendiente de la misma y α el eviaje.
- 6- En una hoja de papel transparente dibujamos a escala la sección deformada del muro, según la Lc de la tubería, con el talud deformado.
- 7- Con este dibujo se determina su posición haciendo coincidir el talud del dibujo con el talud de la sección deformada (Nota No. 5) y el punto "O" con la línea inferior externa de la tubería. Esto deberá aplicarse tanto al muro de entrada como al de salida.
- 8- La longitud máxima de la tubería será la que determine el máximo numero de tubos, sin tener que demorar algún sector sobranste de uno de ellos.
- 9- La parte sombreada indicada como "zona B" puede formarse así: a) Recortando un tubo o b) Haciendo formateo interior.

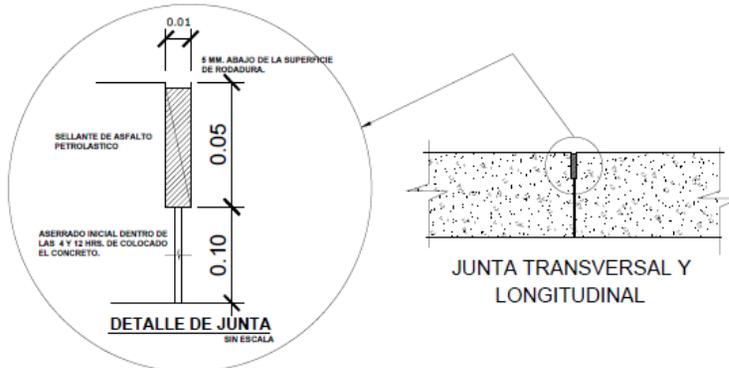


DETALLE DE APLICACION DE CORRIMIENTOS

FIGURA 1



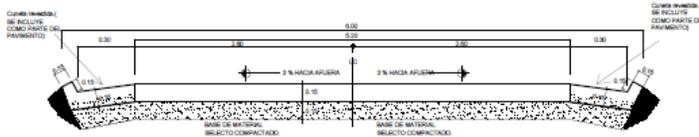
		PROYECTO PARA PAVIMENTACION MEDIANTE PAVIMENTO RIGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA HACIA CANTON POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.	
NOMBRE:	Donai Lemus Corado	ESCALA:	INDICADA
PLANO (E):	DETALLE TRANSVERSAL	FECHA:	05 DE DICIEMBRE 2020
CALCULO:	CARNET	HOJA:	09
FACULTAD:	DE INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL		10
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA			



ESPECIFICACIÓN DE JUNTAS
JUNTAS LONGITUDINALES:
 SON JUNTAS PARALELAS AL EJE LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO, ESTAS JUNTAS SE COLOCARÁN PARA PREVENIR LA FORMACIÓN DE GRIETAS LONGITUDINALES, LAS CUALES SE REALIZARÁN DE FORMA MECÁNICA. LA PROFUNDIDAD DE LA RANURA SUPERIOR DE ESTA JUNTA, NO DEBE SER INFERIOR DE UN CUARTO DE ESPESOR DE LA LOSA.

JUNTAS DE CONTRACCIÓN: (TRANSVERSALES)
 ESTAS JUNTAS CONTROLAN LA GRIETAS CAUSADAS POR LA RETRACCIÓN DEL FRAGUADO DEL CONCRETO. LA RANURA DE LA JUNTA, DEBE POR LO MENOS TENER UNA PROFUNDIDAD DE UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA LOSA.

DETALLE DE JUNTA DE DILATACIÓN
 SIN ESCALA



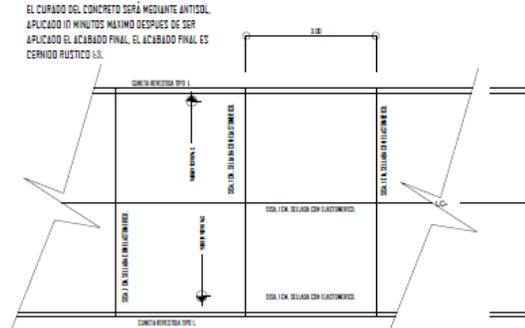
CORTE TÍPICO DEL PAVIMENTO CON BORDILLO.
 ESCALA 1:20

EL PAVIMENTO ESTA DISEÑADO PARA UN FLUIDO DE TRAFICO H20. SE TIENE QUE TENER CUIDADO EN LA CONSTRUCCION DE LA BASE, DE TAL FORMA DE QUE EL AGUA PLUVIAL NO CAUSE DAÑOS QUE PUEBAN AFECTAR LA RESISTENCIA DE LA MISMA.

LA PROPORCION DEL CONCRETO SERA DE 1:2:2, DE TAL FORMA DE QUE ALCANZE UNA RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4000 PSI, SE PUEDE USAR CEMENTO TIPO 5000, Y SE PUEDE DOSIFICAR A LA MEZCLA FIBRA PLASTICA QUE AYUDE A SOPORTAR LOS EFECTOS DE LOS CAMBIO DE TEMPERATURA, SE DEBERA UTILIZAR MEZCLADORAS DE CONCRETO, MINIMO DE 2 SACOS. LA SUPERFICIE DEL CONCRETO TENDRA QUE QUEDAR CURADA CON ANTISOL, APLICADO 15 MINUTOS DESPUES DE SER HECHADO EL CERNIDO DE LAS PLANCHAS, SE UTILIZA BOMBA DE ASPERSION U OTRO METODO QUE HAGA QUE EL LIQUIDO IMPRESIONE CON PRESION EN EL CONCRETO FRESCO, SE DEBERA DEJAR DURANTE UN TIEMPO DE 28 DIAS, SIN UTILIZARLO, PARA LO CUAL SE PONDRAN TOPES QUE EVITEN QUE LOS VEHICULOS O RUEDAS CIRCULEN MIENTRAS EL CONCRETO COMPLETA SU CICLO DE CURADO.

TODAS LAS MEDIDAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO. LA COTA MANCA SOBRE EL DIBUJO.

EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION 1:2:2, FUNDIDO POR PLANCHAS NO MAYORES A 3.00 METROS DE LARGO POR L/2 DE ANCHO, SIENDO L EL ANCHO DE LA CALLE EN CUALQUIER PUNTO, L/2 SE MIDE DESDE EL CENTRO A LAS ORILLAS DE LA CALLE.



PLANTA TÍPICA
 ESCALA 1:50

CAPA DE BASE: EL ESPESOR PROMEDIO PERMITIDO SERA DE 15 CM COMPACTADO, PARA MEDICIONES SE PERMITE UN MINIMO DE 10 CM Y UN MAXIMO DE 25 CM. EL BALASTO DEBE DE LLENAR LOS REQUISITOS SIGUIENTES:

1. PESO UNITARIO SUELTO, NO MENOR A 1470 KG/M3, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 19.
2. EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DEL BALASTO, NO DEBE DE EXCEDER DE $\frac{2}{3}$ DEL ESPESOR DE LA CAPA Y EN NINGUN CASO DEBE SER MAYOR DE 10 CM.
3. LA PORCION DE MATERIAL SELECTO RETENIDA EN EL TAMIZ NO 4, DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE EL 60 % Y EL 40 % EN PESO Y DEBE TENER UN PORCENTAJE DE ABRASION NO MAYOR A 80, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 96. LA PORCION QUE PASA EL TAMIZ NO 40 DEBE TENER UN LIMITE LIQUIDO NO MAYOR DE 35, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 89 Y UN INDICE DE PLASTICIDAD ENTRE 5 Y 11, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 90. LA PORCION QUE PASA EL TAMIZ NO 200, NO DEBE EXCEDER DEL 15 % EN PESO, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 11.
4. EL MATERIAL DEBE TENER UN CBR, AASHTO T 193, MINIMO DE 30, EFECTUADO SOBRE UNA MUESTRA SATURADA A 95 % DE COMPACTACION POR EL METODO AASHTO T 180.
5. LA COLOCACION SE DEBE LLEVAR A CABO CONFORME SE VAYA FUNDIENDO, Y CONSTRUYENDO LA SUBRASANTE, NO SE DEBE DEJAR SIN CUBRIR LA SUBRASANTE EN UNA LONGITUD MAYOR A 100 METROS, EL ESPESOR DE LA CAPA DE BASE NO DEBE SER MENOR DE 10 CM NI MAYOR A 25 CM.
6. LA CAPA DE LA BASE SE DEBE COMPACTAR COMO MINIMO AL 95 % DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 180.

		PROYECTO PARA PAVIMENTACION MEDIANTE PAVIMENTO RIGIDO DE CAMINO DE TERCER ORDEN QUE CONDUCE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JUTIAPA, HACIA CANTON POTRERO GRANDE, JUTIAPA, JUTIAPA.	
NOMBRE: Donai Lemus Corado	ESCALA INDICADA: 10	PLANO NO: DETALLE DE PAVIMENTO	FOLIO NO: 10
CALCULO: CABINET	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA	