

Fredy Brayan Bámaca Miranda

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Asesor General Metodológico:

Ing. Amb. Jorge Arturo Gordillo Reyes

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2,022

Informe final de graduación

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Fredy Brayan Bámaca Miranda.

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, diciembre de 2,022

Informe final de graduación

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2,022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario en Licenciado en Ingeniería Civil con Énfasis en construcciones rurales.

Prólogo

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala y previo a optar al título Universitario de Ingeniero Civil, en el grado académico de licenciado, se llevó a cabo el presente estudio denominado: **“Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos”**, que presenta posibles soluciones a la problemática (Mantenimiento inadecuado del tramo del camino) que afecta a los agricultores en época de lluvia.

Esta investigación se basa en la metodología de marco lógico, para ello se elabora principalmente la lluvia de ideas respecto al problema, después se grafica en árbol de problemas y objetivos, de lo cual se obtiene la hipótesis de trabajo, misma que durante el proceso se pretende comprobar o rechazar, a través de métodos y técnicas para obtener fundamentos estadísticos e investigación documental.

El objetivo principal de la presente propuesta está orientado a disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, al implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, y Unidad Ejecutora fortalecida para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino.

Al ejecutar el Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. Se busca disminuir las pérdidas económicas que tienen los agricultores en la época de lluvia, así como contribuir con la mejora de vida de las personas del lugar.

Dicho proyecto involucra la participación de los agricultores de la aldea Escupijá, donde los mismos brinden mano de obra no calificada. La ejecución del mencionado proyecto será de beneficio en toda época del año, así como será de beneficio para la población general de la aldea.

Presentación

Esta tesis de investigación contiene el trabajo denominado **Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos**, como requerimiento para obtener el título Universitario de Ingeniero Civil con énfasis en construcciones rurales en el grado académico de licenciado, conforme a los reglamentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala.

En base al programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala, se lleva la presente investigación de carácter metodológico y científico para optar al título Universitario de Ingeniero Civil, en el grado académico de licenciado. Donde se identifica como problema central (Mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos).

A lo cual la solución a la problemática será la ejecución de un proyecto de pavimentación rígida.

La presente investigación tiene como finalidad ofrecer una propuesta para resolver el problema central que es el mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, debido a que actualmente se han identificado pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de dicha aldea, lo que evidencia la necesidad de implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, lo cual contribuya a aumentar las ganancias económicas y calidad de vida de los agricultores y población en general de la aldea.

No está demás aclarar que además de la extracción de sus cosechas, se resolverá el ingreso y salida; principalmente ante cualquier emergencia, es decir será de beneficio para todos los pobladores de la aldea y agricultores de otro tipo de cultivos que son extraídos en época de verano. En síntesis el proyecto será de beneficio general.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del problema	3
1.2.	Hipótesis	4
1.3.	Objetivos.....	4
1.3.1.	Objetivo general.....	4
1.3.2.	Objetivos específico	4
1.4.	Justificación	5
1.5.	Metodología.....	6
1.5.1.	Métodos	6
1.5.1.1.	Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis.....	6
1.5.2.	Técnicas	8
1.5.2.1.	Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis.....	8
1.5.2.2.	Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.....	9
II.	MARCO TEÓRICO.....	11
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	86
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
IV.1	Conclusiones:.....	97
IV.2	Recomendaciones.	98
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS.

No.	Contenido	Página
1.	Pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años	87
2:	Pérdidas económicas en época de lluvia seguirán al no realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino	88
3:	No realizar gestiones para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas.	89
4:	Mantenimiento adecuado y continuo del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapaa, San Marcos.....	90
5:	Pérdidas económicas en época de lluvia, es por la falta de un proyecto de pavimentación rígida.	91
6:	Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	92
7:	Acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.....	93
8:	Fortalecimiento a la municipalidad para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida.	94
9:	Propuesta de consientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida.....	95
10:	Apoyo en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida.	96

ÍNDICE DE GRAFICAS.

No.	Contenido	Página
1.	Pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años	87
2:	Pérdidas económicas en época de lluvia seguirán al no realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino	88
3:	No realizar gestiones para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas.	89
4:	Mantenimiento adecuado y continuo del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapaa, San Marcos.....	90
5:	Pérdidas económicas en época de lluvia, es por la falta de un proyecto de pavimentación rígida.	91
6:	Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	92
7:	Acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.....	93
8:	Fortalecimiento a la municipalidad para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida.	94
9:	Propuesta de consientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida.....	95
10:	Apoyo en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida.	96

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
1:	Ángulos y distancia.....	14
2:	Giniometro.....	17
3:	Uso de estación total en levantamiento topografico municipio de San Miguel Ixtahucan, San Marcos.....	21
4:	Uso de teodolito Universidad Rural de Guatemala.....	22
5:	Poligonal Abierta.....	24
6:	Poligonal cerrada.....	25
7:	Etapas previa a la ejecución de la estabilización de un camino rural.....	28
8:	Valores de k para las longitudes mínimas de curvas verticales.....	38
9:	Diseño en carretera de pavimento asfaltico.....	42
10:	Diseño en carretera de pavimento de concreto hidráulico.....	44
11:	Pavimento rígido en proceso de construcción, San Jose Ojetenam, San Marcos.....	45
12:	Fundición de carrileras de concreto, San Lorenzo, San Marcos.....	47
13:	Carretera asfáltica, aldea La Montañita, Malacatán, San Marcos.....	51
14:	Esquema sobre evaluación económica de un proyecto de infraestructura vial.....	59
15:	Inauguración de adoquinado que beneficia la comunidad en aldea La Montañita, Malacatán, San Marcos.....	65
16:	Mejoramiento de camino rural, empedrado, Comitancillo, San Marcos.....	71
17:	Elementos de una carretera.....	72
18:	Tráfico vehicular ciudad de Guatemala.....	73

19: Camino de baja densidad de tráfico, San José Ojetenam, San Marcos.....	74
20: Compactación previa a elaboración de pavimento rígido de concreto, San Miguel, San Marcos.	75
21: Ecuaciones de diseño de pavimento rígido	76
22: Ecuaciones de diseño de sub-base rígida.	79
23: Diseño y dibujo de carpeta de rodadura, de mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, aldea Chininguitz, San Miguel Ixtahuacan, San Marcos.	80
24: Mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, San Lorenzo, San Marcos	81
25: Especificaciones técnicas de proyecto de mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, de acuerdo a las normas AASHTO.....	85

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolló bajo requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala y de la Facultad de ingeniería, se elaboró una propuesta de **Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos**. Previo a obtener el título de Ingeniero Civil con énfasis en construcciones rurales en el grado académico de licenciado.

El presente trabajo de investigación se realizó debido a que se observaron distintos problemas, principalmente las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa.

Por tal motivo se planteó la siguiente hipótesis: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”. Actualmente existe un mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá,

Lo cual se refleja en pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, actualmente no se han tomado las acciones necesarias para el control de lo indicado. Luego de considerar la problemática, se comprobó que la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, aportaría a las pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores.

Por tal motivo, se hace necesario plantear y desarrollar la presente propuesta de realización de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, el cual resolverá la problemática que viven los agricultores y el acceso a la aldea ante cualquier situación.

Tomo I: Este incluye de manera descriptiva el proceso a realizar divididos en IV títulos:

El trabajo de investigación se describe de la siguiente forma: título I, presenta: introducción que a su vez contempla planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, general y específico, justificación, metodología, el título II, contiene: marco teórico, título III, hace referencia a: la comprobación de la hipótesis, el título IV, contiene las conclusiones y recomendaciones, posterior a ello existe un acápite de bibliografía y anexos estos: árbol de problemas hipótesis y árbol de objetivos, diagrama del medio de solución de la problemática, boleta de investigación para la comprobación del efecto general, boleta de investigación para la comprobación de la causa principal,

Boleta de diagnóstico de la problemática, anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra, anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación, anexo metodológico de la proyección y diagnóstico de la problemática.

Tomo II: En esta sección se presenta la propuesta de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. El cuál es el resultado de los estudios realizados que incluye, desde la determinación de la situación actual, hasta la formulación de programas que son necesarios establecer para disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá.

Así mismo se plantean tres resultados para la solución de la problemática los cuales son los siguientes.

Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida, resultado 2: Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, resultado 3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

I.1 Planteamiento del problema

La producción agrícola es una de las fuentes de mayor ingreso para la población rural en Guatemala, esta producción va asociada a la con el acompañamiento de las instituciones públicas y entidades privadas que proveen de asesoría a los agricultores con el objetivo de tecnificar el campo y llevar otros proyectos de la mano que van en beneficio de los mismos. Sin embargo otro factor importante es el acceso (carreteras) para extraer la producción de las comunidades, esto es responsabilidad del estado ya sea a través de las municipalidades o por gestión de las mismas ante el gobierno central. La mayor dificultad se presenta en la época de invierno aunado a esta época se suma el terreno accidentado en la mayor parte del País.

Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, es una situación que se ha desencadenado negativamente para los agricultores y que de alguna manera puede ser solucionado si se aplican los procesos y las acciones necesarias para poder implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, lo cual que garantizaría una mejor condición de vida y poder reducir las pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de la aldea.

Sin embargo, el mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, no es nuevo debido que el agricultor siempre ha sufrido dificultades en la época de lluvia lo cual les ha generado pérdidas económicas, se considera necesario que se ejecute este proyecto de pavimentación para mejorar los ingresos económicos de los mismos.

Parte del problema es la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, esto debido al mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea , lo que ha traído como consecuencia pérdidas económicas en época de lluvia.

I.2. Hipótesis

Derivado de la investigación realizada sobre mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos y con la ayuda del método deductivo y del marco lógico, se plantea la siguiente hipótesis: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado; **es debido a:** la falta de un proyecto de pavimentación rígida.”

¿Sera la falta de un proyecto de pavimentación dirigirá, la causa de las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado?

I.3. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos de la presente investigación relativa a la problemática sobre mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

I.3.1. General

Disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

I.3.2. Específico

Realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

I.4. Justificación

La aldea Escupijá, se encuentra en el municipio de Sipacapa, del departamento de San Marcos, para la aldea su mayor fuente de ingreso consiste en la comercialización de diferentes cosechas producidas por los agricultores de dicha comunidad, cosechas que por lo general se necesitan sean extraídas en la época de invierno.

La situación actual y que causa una problemática permanente en época de lluvia es que el camino se encuentra anegado. Lo cual a llevado a formular un proyecto que solviente integralmente la necesidad de la pavimentación del tramo carretero que da acceso a dicha aldea.

En Guatemala no hay leyes o normas prácticas que den los lineamientos precisos para el diseño de caminos, regularmente son reglamentos adaptados al sistema vial del país, pero la tarea inherente del estudiante de ingeniería o del ingeniero es intervenir profesionalmente en esos aspectos si haya carencias y necesidades.

Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años. Es consecuencia del mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea, es por a la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Por lo que como medio de solución a la problemática se propone una: **“Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos”**.

Con la implementación del proyecto, se pretende fortalecer a los agricultores para que estos puedan extraer sus productos en época de lluvia. De lo contrario si el proyecto de pavimentación rígida en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos no se implementa las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, seguirán al alza. Sumado a esto se estará activando la economía con el acceso en toda época.

I.5. Metodología

Para realizar la presente investigación se basó en el método científico, a partir de lo deductivo a lo inductivo a partir del marco lógico para la formulación de la hipótesis, estadística, análisis y síntesis para la comprobación de esta. Las técnicas que se utilizaron para comprobar la causa y efecto, se realizó encuestas a partir de la población a los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos y la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, la información obtenida se tabuló y graficó para luego ser analizada y llegar a las conclusiones y recomendaciones respectivas.

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 analítico y 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:

1.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis.

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área donde se ubica la problemática; a través de distintas técnicas las cuales serán descritas, posteriormente se procedió a la formulación de la hipótesis.

Método analítico

A través del método analítico se pudo observar e interpretar los datos obtenidos antes de la formulación de la hipótesis, por medio del cual se estudiaron las causas que generan las Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Modelo de investigación dominó

Ya con una visión más clara sobre la problemática, se procedió a la formulación de la hipótesis para el efecto el 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. Permitted también encontrar el objetivo general y específico de la investigación.

I.5.1.2. Métodos utilizados en la comprobación de la hipótesis

Método inductivo

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

Método estadístico

Este permitió determinar por medio de las encuestas parámetros, los cuales facilitaron a la comprobación de la hipótesis, así mismo de determino que la:

“Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”.

Método Analítico

Con relación a este método consiste en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que obtuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de síntesis.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación; el que sirvió además para poder realizar la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación técnica de campo efectuada en la aldea.

I.5.2. Técnicas

Estas fueron utilizadas tanto para el proceso de formulación y comprobación de la hipótesis de trabajo

Para la realización de la presente investigación, y para la formulación de la respectiva hipótesis se utilizó varias técnicas entre las que se resalta la lluvia de ideas, investigación documental, observación directa y la entrevista.

I.5.2.1. Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis se especifican a continuación:

Lluvia de ideas

La utilización de esta técnica consistió en la recopilación de diversas ideas, que permitieron establecer cuáles eran los problemas más grandes que se presentaban dentro de la comunidad.

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el área topográfica, a cuyo efecto, se observó las limitaciones que tenía la población en poder tener un espacio adecuado de reunión, y así concretar lo observado en el recorrido.

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 obtener un historial que

permitiera justificar el estudio mediante una proyección y correlación acerca de la problemática.

Entrevista

Formada una idea general del problema, se procedió a entrevistar a miembros de la población de la comunidad, a efectos de obtener información más precisa sobre la problemática identificada.

Las entrevistas se realizaron de manera participativa en reunión comunal.

Encuesta

Se utilizaron encuestas en la investigación para comprobar las variables dependientes e independientes, las cuales fueron llenadas con la información que proporcionó la población de la aldea Escupijá, Sipacapa y Municipalidad.

1.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis se especifican a continuación:

Determinación de la población a investigar.

El cálculo de la muestra se realizó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita variable cualitativa. Dicha muestra a través del método descrito, donde se encuesta a los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos y a personal de la municipalidad de dicho municipio.

Encuesta

Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boleta de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y hacer que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada a la

población objetivo la cual consta de los agricultores de la comunidad Escupijá y a técnicos de la municipalidad de Sipacapa quien será la unidad ejecutora de la propuesta para solucionar la problemática identificada.

Técnica de análisis:

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.

Censo

Esta técnica se utilizó con los técnicos profesionales de la municipalidad de Sipacapa, San Marcos, mediante el uso de las boletas para obtener información de la variable independiente.

Coefficiente de correlación:

El coeficiente de correlación consiste en un índice estadístico el cual ayuda a conocer que tan relacionadas está la variable dependiente e independiente, en base al porcentaje de correlación se determinó la comprobación o el rechazo de la hipótesis. Para el caso de la presente investigación se determinó que se tiene una correlación de 0.8855, lo que se considera una correlación entre las variables sujetas de estudio alta.

Proyección de la línea recta

Se utilizó esta técnica para determinar en los 5 años futuros, el comportamiento y el escenario que se tendrá el Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, así también se utilizó para establecer los beneficios al implementar esta propuesta, con lo que se prevé disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores, Escupijá, Sipacapa, San Marcos, por medio de la formula siguiente: $Y = a + bx$

II. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación se basa en los conceptos, definiciones y principios relacionados con el diseño y planificación de pavimentos en el área de ingeniería civil. Con el objetivo de desarrollar el marco teórico se citarán libros de autores nacionales y extranjeros, todo ello permite mejorar la veracidad de los conceptos descritos en este apartado y así mejorar la comprensión sobre el tema en general.

Topografía.

La topografía es una herramienta de estudio que ayuda a través de equipo de precisión poder representar gráficamente un área de interés a través del levantamiento topográfico.

La topografía es la ciencia y el arte de efectuar las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de los puntos, ya sea arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra, o para establecer tales puntos. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

Levantamiento topográfico.

Consiste en la parte práctica y aplicación de la topografía, la cual se realiza con equipo de precisión y dicha información es levantada por un profesional con licencia catastral.

Es el estudio técnico del terreno, evalúa la superficie en la cual se tienen en cuenta las características superficiales, geográficas y geológicas de la superficie del terreno, pero también sus cambios y alteraciones, se denomina a este conjunto de datos o plano que refleja al detalle y sirve como guía de planificación para edificaciones y construcciones. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

Tipos de levantamiento topográficos.

a) Levantamientos topográficos urbanos: Los levantamientos topográficos urbanos, se realizan domicilios pertenecientes a municipios, requerida una mayor exactitud en

la medición. Suelen requerirse por un ingeniero para conocer las medidas exactas de una vivienda o edificación. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

b) Levantamientos topográficos catastrales: son regularmente de carácter cerrado; establecen limitaciones y cantones de los domicilios. El término catastral se reserva en la actualidad regularmente para levantamientos de terrenos públicos. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

c) Levantamientos topográficos de construcción: Se realizan durante esta la construcción en proceso, para verificar elevaciones, puntos horizontales, dimensiones y configuración. Tales levantamientos se realizan para obtener datos importantes para calcular el pago de obra realizada. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

e) Levantamientos topográficos hidrográficos: Consiste de una serie de actividades llevadas a cabo con el fin de describir la composición de aquellas partes de la superficie de la tierra que sobresalen del agua. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

f) Levantamientos topográficos forestales: Son usados para realizar estudios del bosque de madera, ubicación de siembras con el objetivo de recabar información sobre este recurso para explotarlo. Desde el punto de vista ambiental y ecológico para la conservación tanto de bosques como los nacimientos de agua. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

g) Levantamientos topográficos por satélite: Facilita datos e imágenes que se adquieren, guardan y revisan automáticamente en cinta en coordenadas seleccionadas a cada paso del satélite. (FREDERICK, 1991, pág. 12.1)

Mediciones topográficas.

Es necesario conocer la variedad de levantamientos topográficos que se pueden realizar con el equipo adecuado, y con ello evitar una seria de errores de malos cálculos, los cuales consisten en:

En ciertos trabajos puede ser suficiente medir sólo ángulos, o sólo distancias, pero, en general, suele ser necesario medir ambas magnitudes. En algunas operaciones elementales de agrimensura puede bastar con medir ángulos rectos, utilizando las escuadras y las distancias con cintas metálicas. Pero en general, este tipo de mediciones no gozan de la suficiente precisión.

Planimetría

Se ocupa de los procedimientos, que tienen como objetivo conseguir la representación de todos los detalles de interés de la superficie terrestre, marcas de su relieve.

Para la planimetría todos los puntos de la superficie terrestre son medidos y proyectados ortogonalmente sobre el mismo plano horizontal de referencia, es decir, un punto de la superficie terrestre puede ser ubicado sobre el plano horizontal de referencia por medio de coordenadas polares al medir el ángulo horizontal y la distancia. (MONROY, 2014, pág. 7)

Distancia

Las alternativas de instrumentos utilizados para la medición de distancia cambian según la necesidad e importancia y de la exactitud requerida por el tipo de levantamiento; en algunos estudios de reconocimientos, trabajos geológicos, de agronomía o similares, donde la exactitud no es importante, se realizan conteos de pasos; por el contrario, en trabajos donde se requiere mayor exactitud se utilizan cintas de acero. En algunas oportunidades también pueden usarse métodos indirectos para la medición de distancias. (MONROY, 2014, pág. 7)

En topografía la medida de ángulos se hace con instrumentos llamados genéricamente goniómetros y la medida de distancias se hace por métodos indirectos (estadimétricos) o más recientemente por métodos electromagnéticos (distanciómetros electrónicos).

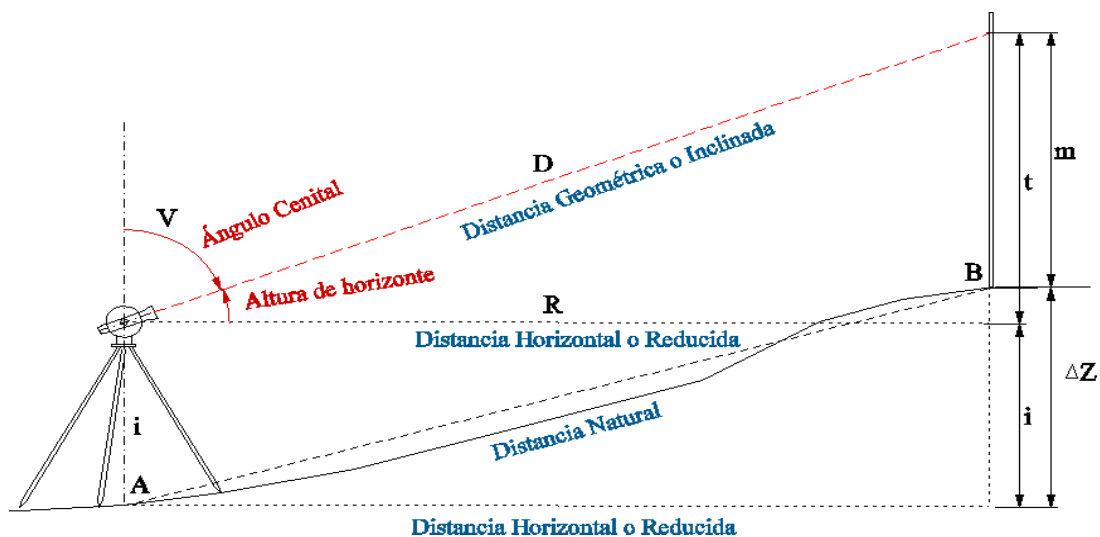
Por ello es importante contar con equipo actualizado que este a la vanguardia.

Los ángulos a medir, pueden ser horizontales (acimutales), los cuales miden el ángulo de barrido horizontal que describe el aparato entre dos visuales consecutivas, o verticales (cenitales), que miden el ángulo de inclinación del anteojo al lanzar una visual a un punto concreto.

Ángulos horizontales

Estos pueden ser medidos de manera directa con instrumentos como: brújula, teodolito, estación total o; también pueden ser determinados indirectamente por medio de funciones trigonométricas como la ley de senos y cosenos. (MONROY, 2014, pág. 7)

Figura 1: Ángulos y distancias.



Fuente: Topografía básica II.

Altimetría

La orientación de elevación de los puntos sobre el plano de relación de la Tierra se llama nivel o cota, y a todo el apartado de operaciones que se utilizan en topografía para poder llegar a determinar estas, se llama altimetría. Consiste generalmente para la determinación de la posición relativa por elevación de los puntos superficiales de la tierra, es decir, la nivelación. (MONROY, 2014, pág. 8)

Si 2 o más referencias de puntos tienen la misma altura de nivel se describe que estos están nivelados y en un caso opuesto se le denomina desnivel. El principal resultado que se debe obtener de la altimetría es especificar una serie de puntos a un mismo plano para tener comparación y lograr definir los desniveles entre ellos. (MONROY, 2014, pág. 8)

Para poder realizar los métodos de nivelación se utilizan instrumentos generalmente como niveles de precisión y estatales, sin embargo, en algunas circunstancias si la precisión que se debe tomar es poca se realiza con un nivel de mano. Regularmente se utilizan de referencia el nivel del mar para el trabajo de nivelación, sin embargo, en otros procesos se acostumbra a tomar un nivel aleatorio si no es necesario utilizar de referencia el nivel el mar. (MONROY, 2014, pág. 8)

El banco de marca (BM) es una referencia natural o artificial en nivelación de puntos, se lleva como referencia para conocer su posición con respecto al nivel del mar, también se puede asignar un nivel arbitral, se utiliza como guía para tener conocimiento de otra serie de puntos, siempre se toma en cuenta en el manejo de cotas positivas únicamente, ya que esto da una manera sencilla para poder llevar a cabo los cálculos matemáticos. (MONROY, 2014, pág. 8)

Todos los trabajos de campo necesarios para llevar a cabo un levantamiento topográfico, consisten en esencia en la medida de ángulos y de distancias.

La medición de nivelación puede ser ejecutada por los siguientes métodos:

Nivelación trigonométrica

Se toma medida de la distancia horizontal y el ángulo vertical entre dos puntos y con el uso de trigonometría se puede obtener la diferencia de los niveles de los puntos (MONROY, 2014, pág. 9)

Nivelación barométrica

Se requiere el uso del barómetro con respecto a la presión atmosférica para encontrar diferencia de niveles entre puntos. Este método es utilizado solamente en investigaciones y reconocimiento de zonas ya que la variación de la presión atmosférica puede tener cambio en la exactitud. (MONROY, 2014, pág. 9)

Nivelación diferencial o geométrica: “Se realiza una medición de manera directa de las distancias verticales, se ubican puntos de control al usar separación de puntos, así se llega a determinar el nivel en un punto específico, al iniciar de un punto conocido. (MONROY, 2014, pág. 9)

El uso del teodolito y estación total en los levantamientos topográficos.

En el campo de taquimetría se requiere esencialmente el uso de instrumentos de medición mecánico-ópticos como niveles tránsitos, teodolitos o tránsitos, equipados en su retícula con hilos estadimétricos, también conocidos como diagrama de estadal, que consiste en hilos paralelos al horizonte del lente, situado encima y el otro por debajo de él, a una misma distancia. (FREDERICK, 1991, pág. 12.6)

Una manera más precisa de levantamiento topográfico es el uso de estación total, ya que es un instrumento que tiene mayor tecnología y su uso es más versátil. (IEMD).

Existe variedad de tipos de estaciones totales, cada una con especificaciones propias, pero todas tienen tres componentes básicos en similitud: un microprocesador, un teodolito electrónico digital y un instrumento electrónico para medición de distancias. (IEMD).

Esquema de un aparato topográfico lanzando una visual a una mira o prisma

Goniómetros

Esquema general de un goniómetro:

a) Una base de sustentación provista de tres tornillos nivelantes, para lograr su horizontalización. (Taboadela, 2007)

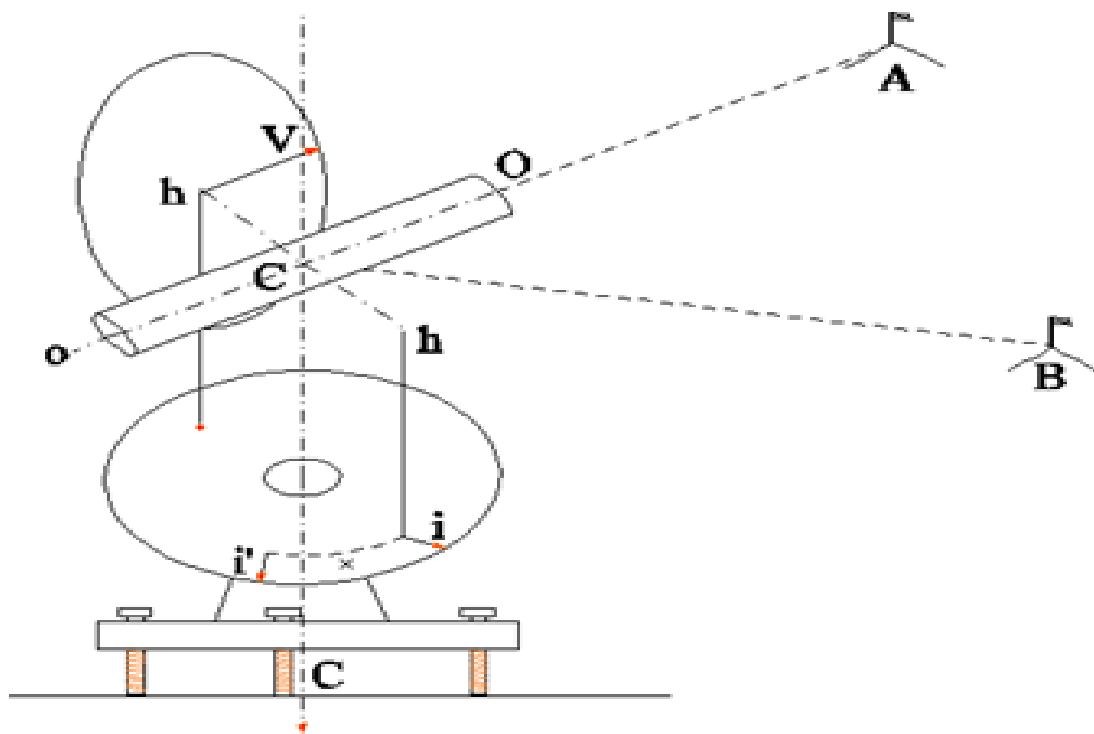
B) Un círculo graduado fijo acimutal, para la medición de ángulos horizontales, provisto de un nivel teórico. (Taboadela, 2007)

c) Alidada o parte móvil, que girando sobre el círculo acimutal, contiene a su vez al círculo cenital, llamado también eclímetro. (Taboadela, 2007)

d) Un anteojo situado en la alidada, móvil dentro de ella en un plano vertical. Así con estos movimientos se puede apuntar o colimar a cualquier punto del espacio. (Taboadela, 2007)

El fundamento de todo goniómetro es el siguiente: si desde un punto C en la vertical de un punto c, señalado en el terreno, se dirigen visuales a dos puntos A y B.

Figura 2: Goniómetro.



Esquema de un GONIÓMETRO

Fuente: Mundo herramienta.

Un goniómetro se compone de un colimador o anteojo oO, que tiene un movimiento de basculación alrededor del eje horizontal hH, arrastrando en su movimiento el índice V solidario del eje y perpendicular a él, que señala sobre un disco graduado

fijo y vertical el ángulo que la visual forma con la horizontal, en unos eclímetros y con la vertical en otros. (Taboadela, 2007)

Todo el conjunto gira a su vez alrededor del eje vertical Cc , desplazando otro índice i sobre un segundo disco graduado fijo y horizontal; de este modo, si dicho índice ocupa la posición i , al dirigir la visual al punto A girará hasta i' al visar a B y el ángulo formado por las dos posiciones del índice será el rectilíneo del diedro $ACcB$. (Taboadela, 2007)

En los goniómetros hay que distinguir tres ejes:

eje principal o vertical (de giro del instrumento o alidada Cc)

eje secundario u horizontal (giro del anteojo o de basculación hh)

eje de colimación o de puntería (coincide con el eje geométrico del anteojo, visual oO)

Cuando el eje principal es vertical, el secundario horizontal, ambos se cortan y, por dicho punto de corte pasa el eje de colimación, el anteojo bascula con centro de rotación en ése punto, el aparato está en condiciones de medir ángulos horizontales y verticales correctamente. Se dice que el aparato está en estación. (Taboadela, 2007)

Se consigue el mismo resultado que con el esquema propuesto si, en vez de moverse los índices, fuesen éstos fijos, y giratorios los discos graduados. (Taboadela, 2007)

En todos los casos se necesita un elemento fijo y otro móvil. Al elemento móvil, se le da el nombre de alidada. (Taboadela, 2007)

A los discos graduados se les denomina limbos.

Ángulos horizontales

Cuando se dirige una visual a un punto, sobre el limbo horizontal del aparato topográfico puede leerse el ángulo de barrido horizontal que existe entre la dirección del cero de dicho limbo y la dirección de la visual. A este valor se le suele denominar

ángulo horizontal de la visual o más técnicamente lectura acimutal (L_{α}). Este valor no debe confundirse con el acimut (α). (Taboadela, 2007)

Si el 0g del aparato ocupa una posición arbitraria, las lecturas horizontales constituyen direcciones, que variarán de 0g a 400 g en el sentido en que se mueven las agujas del reloj (graduación del limbo centesimal y normal) o en sentido inverso (graduación anormal). Interesa medir los ángulos a partir de una posición fija, frecuentemente la de la meridiana astronómica del punto de estación. . (Taboadela, 2007)

La lectura que se obtenga colocando el 0g del aparato en la dirección Sur y medida hacia el Oeste, se llama acimut geodésico. (Taboadela, 2007)

En topografía se llama acimut topográfico al ángulo medido con el 0g en dirección Norte. (Taboadela, 2007)

Cuando el 0g coincide con el Norte magnético, que señala la aguja imantada de una brújula, se obtienen rumbos. (Taboadela, 2007)

El rumbo difiere del acimut topográfico en el ángulo que forma la aguja imantada con la meridiana de origen, siendo éste ángulo y se denomina declinación magnética. (Taboadela, 2007)

Medida de ángulos horizontales

Cualquiera que sea la posición del 0g, si se desea medir el ángulo acimutal ACB, formado por dos visuales, dirigiremos el anteojo al primer punto A que se halle en el sentido en que crezca la graduación y después al segundo B, anotando las lecturas respectivas; la diferencia de éstas nos dará en general el ángulo buscado. (Taboadela, 2007)

Puede ocurrir, que el 0g de la graduación quede entre las dos posiciones del índice, en este caso la lectura a la segunda visual será menor que la primera y hallaremos el ángulo sumando 400g a la del punto más alejado en el sentido en que crece la graduación. (Taboadela, 2007)

Es importante conocer tanto de la teoría como la práctica de la utilización de los diferentes aparatos para uso topográfico. (Taboadela, 2007)

Ángulos verticales

Los ángulos verticales de inclinación del anteojo se miden sobre discos colocados verticalmente en la alidada y existen distintos tipos en función de la posición del 0 g. Los limbos cenitales (o eclímetros) pueden estar graduados. (Taboadela, 2007)

0g en el horizonte, miden la altura de horizonte (+ visual ascendente, - visual descendente)

0g en el cenit, miden la distancia cenital (<100g visual ascendente, >100g visual descendente)

0g en el nadir, distancia nadiral (>100g visual ascendente, <100g visual descendente)
Luego la altura de horizonte es el complemento de la distancia cenital, ambas magnitudes deben sumar siempre 100 g.

El microprocesador de una estación total es más bien lo que en informática se conoce como un sistema embebido, diseñado especialmente para realizar cálculos y funciones específicas de topografía. (MONROY, 2014, pág. 37)

Un teodolito electrónico digital difiere de uno “convencional” en que la lectura de ángulos no se realiza manualmente por medios ópticos, sino que se describen directamente en una pantalla digital. (MONROY, 2014, pág. 37)

Los IEMD determinan la distancia por medio de ondas electromagnéticas, se mide el tiempo que toman para ir y regresar de un punto a otro punto, regularmente con el uso de prismas reflectores. (MONROY, 2014, pág. 38)

Los elementos mencionados se encuentran en un solo instrumento, para formar una de las herramientas más rápidas y eficaces en el campo de la topografía. Es por ello que es importante cada uno de estos y la función que desempeñan en el campo de la construcción, es importante estar constantemente actualizados respecto al avance

tecnológico en cada uno de estos instrumentos; lo cual permitirá una mejor ejecución de los proyectos de obra civil

Uso del GPS en los levantamientos topográficos.

El sistema global de posicionamiento (GPS) utiliza un sistema de 24 satélites de gran altitud colocados en 3 planos orbitales y separados en tal forma que un operador de equipo especial en cual se pueda recibir señales por medio de satélites.(FREDERICK, 1991, pág. 12.2)

Figura 3: Uso de estación total en levantamiento topográfico municipio de San Miguel, departamento de San Marcos



Fuente: Bamaca, F., junio. 2020.

Importancia del levantamiento topográfico en planificación.

Conocer la de importancia del levantamiento topográfico, concientizar a los encargados de la misma, en levantar los datos de forma ordenada y precisa para el posterior análisis e interpretación de estos.

Fundamental para el diseño del plano del terreno, sirve de herramienta con el objetivo en los trabajos de construcción de plasmar la ubicación de las marcas en el terreno que sirven de guía para llevar una buena realización de lo construido. (COLOCHO, 2006, pág. 52)

Figura 4: Uso de teodolito Universidad Rural de Guatemala.



Fuente: Bamaca, F., enero. 2020.

Levantamiento de perfiles topográficos.

Este tipo de levantamiento permite presentar en corte una obra existente, una obra proyectada o el perfil del terreno natural. Esta proyección puede ser de forma longitudinal (perfil longitudinal) o en forma transversal (perfil transversal). Es importante realizar el levantamiento de un perfil correctamente, ya que con la información obtenida de este es posible realizar un diseño con precisión. Por otra parte, permite obtener una representación fiel del terreno, lo que posibilita el cálculo de volúmenes de movimiento de suelos. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

A continuación, se presentan una serie de recomendaciones para el levantamiento de perfiles:

Al realizar el levantamiento de un perfil longitudinal, deberá amarrarse a la poligonal principal del estudio. La distancia entre puntos de perfil será cada 20 metros con un punto de perfil en cada cambio de pendiente. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

Si se realiza el levantamiento con estación total, este deberá cerrar sobre los puntos de referencia existentes, comprobar la cota, con un error aceptado de 0,05 m, por tratarse de una nivelación trigonométrica . (ORTEGA, 2014, pág. 26)

En el caso de que se hiciera uso de GPS, este deberá ser utilizado el sistema WGS-84 GTM y amarrado al sistema del Instituto Geográfico Nacional IGN. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

Para la proyección del perfil transversal para una carretera, la forma más recomendable de obtener la información es mediante el uso de la estación total, ya que permitirá tener automáticamente las coordenadas, lo que evitará tener errores en la lectura, anotación y cálculo. El perfil transversal debe considerarse a partir del perfil longitudinal, cada 20 m y en cada cambio de pendiente. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

Debe determinarse un ancho mínimo para la proyección del perfil transversal, a partir de tener un ancho suficiente como para poder realizar, durante el transcurso del

estudio, cambios en el trazado que deberán plasmarse en la topografía levantada y de igual forma también permita realizar las modificaciones que requiera cada obra que será proyectada. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

Los perfiles transversales normalmente son trazados perpendiculares al eje del perfil longitudinal.

Son recomendables también los levantamientos tipo nube o lluvia de puntos, para obtener mejores representaciones del terreno natural. (ORTEGA, 2014, pág. 26)

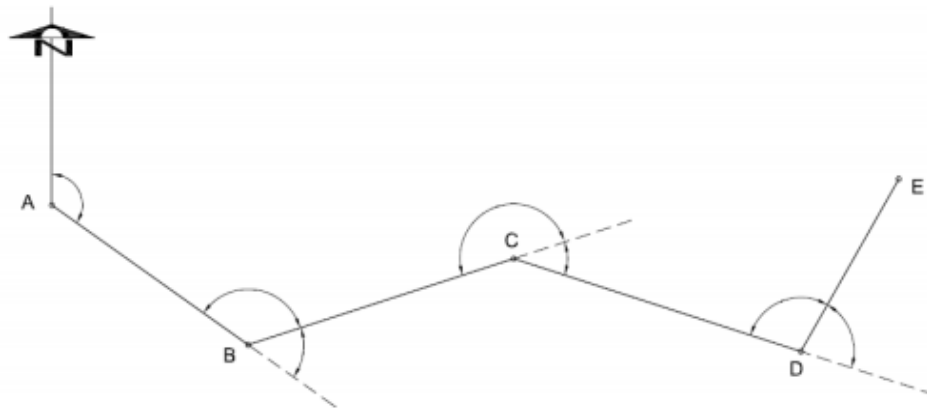
Tipos de poligonales.

Poligonal abierta.

Al momento de emplear una poligonal abierta es importante tomar en cuenta que la mejor forma de hacerlo es por medio de un control de cierre, lo cual hace posible que se realice una comprobación al final de la medición.(ORTEGA, 2014, pág. 38)

Este control de cierre consiste en determinar las coordenadas del punto inicial y final, y a su vez la orientación de la alineación tanto inicial como final, con esta información será posible realizar un control de cierre lineal y angular.(ORTEGA, 2014, pág. 38)

Figura 5: Poligonal abierta.

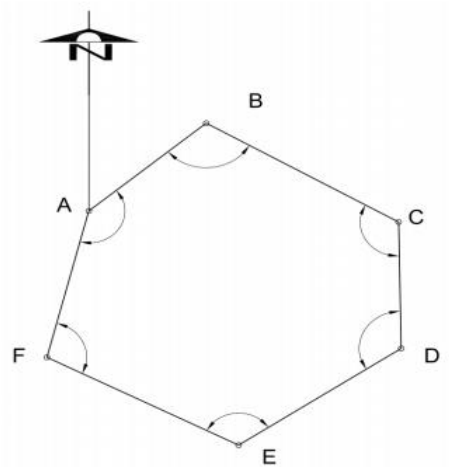


Fuente: Especificaciones para estudios topográficos en Guatemala, tesis USAC, Luis Eduardo Nájera Ortega.

Poligonal cerrada

Una poligonal cerrada es aquella que su punto de inicio coincide con el punto final.(ORTEGA, 2014, pág. 39)

Figura 6: Poligonal cerrada.



Fuente: Especificaciones para estudios topográficos en Guatemala, tesis USAC, Luis Eduardo Nájera Ortega.

Replanteo en obra.

El replanteo es el proceso de trasladar con la mayor exactitud posible los detalles representados en el plano al terreno, es un procedimiento contrario al levantamiento, es decir, a la toma de datos. (ORTEGA, 2014, pág. 77)

Al realizar un replanteo es importante tomar en cuenta tres factores:

Control horizontal

Control vertical

Alineamiento vertical

Mantenimiento de caminos.

El mantenimiento de un camino consiste en prever y solucionar los problemas que se presentan, a causa de su uso, y así brindar al usuario el nivel de servicio para el cual

el camino fue diseñado. La vida de un camino está en función de una adecuada respuesta al mantenimiento. Se definirá mantenimiento vial como aquel trabajo necesario para mantener en condiciones de vialidad a los caminos, se debe mantener vigente la vida útil para la cual fueron diseñados y de ser posible, más allá de dicho período. (Orellana, 2014, pág. 29)

Objetivos del mantenimiento de caminos.

En el mantenimiento de los caminos se definen los siguientes fines principales:

Preservar la inversión efectuada en la construcción y la rehabilitación por medio de los diferentes tipos de mantenimiento necesarios en un camino y así prolongar su vida útil.(Orellana, 2014, pág. 11)

Garantizar la transitabilidad permanente de los usuarios en el camino, al igual que proporcionar comodidad, seguridad y economía, en la circulación de los vehículos que utilizan los caminos.(Orellana, 2014, pág. 11)

Hacer un uso eficiente de los recursos destinados al mantenimiento y mejorar continuamente las técnicas de mantenimiento vial.(Orellana, 2014, pág. 11)

Deterioro y protección en un camino rural

Los caminos rurales, por sus características no son pavimentados y la mayoría son transitables solo en época de verano, lo que equivale a decir que un gran porcentaje de estas poblaciones por carecer de caminos construidos para todo el año, permanecen incomunicados la mayor parte del tiempo. (Orellana, 2014, pág. 29)

Las cargas que actúan sobre el camino lo desgastan lo cual causa daños que deben ser tratados según la severidad de los mismos. 30. El mantenimiento de los caminos rurales, en lo operativo, comprende un conjunto de actividades permanentes que permiten con ello que el camino sea transitable durante las diferentes épocas del año, por cualquier tipo de vehículo terrestre, aportaría de esta manera al desarrollo de

diferentes actividades en beneficio de las comunidades rurales de Guatemala”. (Orellana, 2014, pág. 29)

Una carretera es una inversión de capital importante, de la cual debería esperarse un adecuado retorno. La omisión del mantenimiento adecuado de un camino, conduce a un rápido deterioro, como resultado una costosa reconstrucción. El mantenimiento, es, por lo tanto, una contribución importante y digna de consideración para el bienestar económico del país. (Orellana, 2014, pág. 30)

Uno de los impactos más importantes que conlleva consigo la construcción de los caminos rurales es el relacionado con lograr que estas vías sean transitables. Los habitantes beneficiados con la habilitación del camino, efectúan en un tiempo mucho menor al que invertían anteriormente, para llevar a sus enfermos y sus productos a los poblados en búsqueda de mejor atención y mejor venta para su cosecha. (Orellana, 2014, pág. 30)

Hay varios aspectos a tomar en cuenta para prevenir el deterioro de un camino rural, entre ellos está la protección de la capa de rodadura, y con ello hay que tomar en cuenta su deterioro. (Orellana, 2014, pág. 30)

Tipos de operaciones de mantenimiento necesarias en caminos rurales.

El mantenimiento de un camino comprende los trabajos realizados en diferentes períodos de tiempo, con el propósito de conservar en buenas condiciones, sus diferentes elementos, presta el servicio de una forma eficiente para el cual fue diseñado. (Orellana, 2014, pág. 41)

Si se pospone el mantenimiento ya sea el mantenimiento preventivo o correctivo, puede con ello convertirse en una reparación mucho más grande y hasta puede hacer que el camino sea intransitable. Con el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad, se tendrán mejores perspectivas para lograr servicios urgentes y

necesarios para la población, como la introducción del drenaje, centros de salud, escuelas, agua potable, electricidad y otros. (Orellana, 2014, pág. 42)

Un camino rural no pavimentado necesita un mantenimiento adecuado, de lo contrario se deteriorará rápidamente, este requiere aplanamiento y dar forma de nuevo a la sección transversal, para con ello proveer un desagüe adecuado y mantener una superficie compacta y pareja, con una pendiente adecuada. (Orellana, 2014, pág. 43)

Entre las operaciones de mantenimiento está el alisamiento de la capa de rodadura, para dar nueva forma a la corona, con una motoniveladora en la época de verano, al igual que reajustar la mezcla de agregados tanto finos como gruesos, con el fin de reducir polvoreadas. (Orellana, 2014, pág. 43)

En muchos caminos rurales que se han construido en zonas donde no se dispone de materiales de buena calidad y las condiciones de clima son severas, se tienen problemas continuos con deformaciones de la capa de rodadura, estos problemas deben ser previstos y proceder a evitarlos mediante estabilizaciones, las que consisten principalmente en agregar pequeña cantidad de material cementante, para evitar que el material de revestimiento se desplace o se incruste en las terracerías. (Orellana, 2014, pág. 43)

Figura 7: Etapas previas a la ejecución de la estabilización de un camino rural.

ETAPAS	OBJETIVO	EQUIPO
Clasificación del suelo	Identificación de la naturaleza y características del suelo.	Ensayos de laboratorio: granulometría, plasticidad, humedad óptima y materia orgánica
Elección y estudio de dosificación del conglomerante	Definición del conglomerante y ensayos para definir dosificación.	Estudio de laboratorio: Proctor, CBR y resistencia.

Fuente: Seguridad vial en caminos rurales, por medio de mantenimiento preventivo y correctivo en la república de Guatemala, tesis USAC, Thania Julissa Orellana Orellana.

Período de diseño

El periodo de diseño se considera como el periodo de análisis del tránsito, ya que es difícil hacer la predicción del tránsito con suficiente aproximación para un largo tiempo. Para un pavimento rígido se considera adecuado tomar 20 años como periodo de diseño; por lo que el que se elija incide directamente en los espesores, ya que esto determina cuantos vehículos tendrán que circular sobre el pavimento en ese lapso. El seleccionar el periodo de diseño de un pavimento es función del tipo de carretera, nivel de tránsito, análisis económico y el servicio que preste. Para este proyecto se tomó un periodo de 20 años. (Taboadela, 2007)

Topografía

Lo constituyen la planimetría y altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Su aplicación es determinante para obtener las libretas de campo y planos que reflejen la conformación real del lugar de ejecución de un proyecto.

Planimetría. (Taboadela, 2007)

Este trabajo se realizó para obtener una representación gráfica en planta del terreno, localizando la línea central, secciones transversales y la ubicación de los servicios existentes en la vía principal. Mas adelante se presenta la libreta y sus respectivos cálculos. (Taboadela, 2007)

Altimetría

Como se explicó , esta sirve para conocer las diferentes alturas del terreno, y así poder ubicar pendientes, secciones transversales, donde ubicar drenajes, etc. (Taboadela, 2007)

Ensayos de laboratorio de suelos

El terreno natural de una carretera o calle (rasante natural) no puede soportar las cargas de las ruedas de los vehículos que, constantemente, transitan, sin que sufra una deformación considerable; por tal motivo, no podrá proporcionar una superficie de rodadura adecuada, por ello es necesario construir encima del suelo un pavimento,

con el fin primordial de distribuir uniformemente la carga de las ruedas y proporcionar una superficie de rodamiento cómoda y segura. Es importante también, que este pavimento esté construido de manera que ninguna de sus partes sufra tensiones superiores a las que pueda resistir y que, además, sea duradero. Con un pequeño gasto en el estudio de las condiciones del suelo y la utilización de los métodos de diseño, se reducirán las fallas y el costo de su construcción será menor, pues los espesores sobrantes de las buenas subrasantes, se podrán emplear en reforzar las áreas con mala cimentación y además se estará garantizando una vida útil de por lo menos 20 años. (Taboadela, 2007)

El estudio de suelos para el diseño de la estructura de los pavimentos, comprende una serie de ensayos que a continuación se detallan.

Granulometría

La clasificación de los suelos acostumbra a utilizar algún tipo de análisis granulométrico, constituyendo este ensayo una parte importante de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras. (Taboadela, 2007)

El análisis granulométrico de una masa de suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. Obviamente, para obtener un resultado significativo, la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa del suelo. Como no es posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente de suelo, el ensayo se limita a determinar el grupo de los granos por el rango de tamaño que este grupo posea. (Taboadela, 2007)

Para lograr lo anterior se debe obtener la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con un tamaño de abertura dado, pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene aberturas ligeramente menores a la anterior, se relaciona la cantidad retenida en cada tamiz con el total de la muestra inicial pasada a través de todos los tamices. Es evidente que el material retenido de esta forma consiste en partículas de muchos tamaños, todos los cuales son menores al tamaño de las mallas en las que todo

el material pasó, pero mayores que el tamaño del tamiz en el cual el suelo se retuvo. Luego, se obtiene el porcentaje de material que es retenido en cada tamiz. Es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro según AASHTO T 88. Todo el análisis granulométrico deberá ser echo por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27. (Taboadela, 2007)

Límites de Atterberg

Son ciertos límites arbitrarios en el contenido de humedad de los suelos finos, para dividir los estados de consistencia de estos suelos. Así, para obtener el límite líquido, se sigue el procedimiento requerido. (Taboadela, 2007)

Para efectuar este ensayo se utiliza el material que pasa el tamiz No. 40, mezclándolo con agua hasta formar una pasta suave. Se coloca en el platillo del aparato de Casa Grande hasta llenarlo, aproximadamente, 1/3 de su capacidad formando una masa lisa. Se divide esta pasta en dos partes por medio del ranurador especial. Se hace girar la manivela del aparato a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que el fondo del surco se cierre en una longitud de 1/2 “, aproximadamente. El número de golpes debe ser de 15 a 35. Luego, se toma la muestra y se le determina el contenido de humedad. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo. (Taboadela, 2007)

Compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, para efectuar presiones sobre el material para mejorar su densidad o acondicionar mejor su volumen disminuyendo sus vacíos. Por medio de la compactación del suelo en condiciones controladas, casi puede eliminarse el aire de los poros y llevar el terreno a unas condiciones en las que será menor la tendencia a que se produzcan posteriores cambios de humedad. (Taboadela, 2007)

Al compactar un suelo se obtienen las siguientes ventajas:

a) Se establece un contacto más firme entre las partículas.

b) Las partículas de menor tamaño son forzadas a ocupar los vacíos formados por los de mayor dimensión.

c) Cuando el suelo está compactado, aumenta su valor soporte y se hace más estable.

d) Como quiera que las partículas se hallan firmemente adheridas después de la compactación, la masa del suelo será más densa y su volumen de vacíos quedará reducido a un mínimo. Por lo tanto, la capacidad absorbente (de agua) de un suelo quedará grandemente reducida por efecto de la compactación. En resumen, se puede decir que el objetivo principal de la compactación de un suelo es mejorar sus propiedades y, en particular, aumentar su resistencia y su capacidad de carga, reducir su compresibilidad y disminuir su aptitud para absorber carga. Métodos para determinar la humedad óptima y densidad máxima

Se determina la densidad seca de un suelo después de haberle aplicado una misma intensidad de compactación para varios contenidos diferentes de humedad. Para obtener la humedad óptima y la densidad máxima, existen diferentes métodos, que se pueden resumir en dos grupos, así: (Taboadela, 2007)

a) Dinámicos: Son aquellos, en los que la energía de compactación se aplica por medio de golpes de pisón (mazo o martillo) dinámicamente. (PROCTOR).

b) Estáticos: Son aquellos métodos en que la energía de compactación se aplica por medio de presión (prensas hidráulicas) (Estático de California).

Los más usados son los dinámicos, y para el proceso de obtención de la densidad máxima y la humedad óptima sólo se describirá en detalle uno de ellos: Método AASHO Standard T-180 (Proctor modificado), en el entendido que el llamado Proctor estándar (AASHO T-99) difiere, casi sólo en que se usa un mazo más pequeño (de 5.5 libras de peso y 12" de caída) y se compacta en 3 capas.

AASHO Standard T-180-Proctor modificado

Molde de 4"

Volumen 1/30 pie cúbico (944 cm³)

Diámetro = 4" (10.16 cm.)

Altura (h) = 4.6" (11.68 cm.)

Molde de 6"

Volumen= 1/(13.33) pie cúbico

Diámetro = 6"

Altura = 5"

Martillo:

Diámetro = 2"

Caída =

18" Peso =

10 lbs

Hay cuatro procedimientos alternativos:

Método A: se usa el molde de 4" con material que pasa tamiz N° 4, en cinco capas, dando 25 golpes por capa.

Método B: molde de 6". Material pasa tamiz No.4, con 5 capas; 56 golpes por capa.

Método C: Molde de 4". Material pasa tamiz No.3/4", 5 capas, con 25 golpes cada una.

Método D: Molde de 6". Material pasa 3/4", 5 capas con 56 golpes cada una.

Análisis de resultados

Para determinar las características físicas y mecánicas de una muestra representativa del suelo de fundación o subrasante, es necesario que el ingeniero constructor, tenga los resultados de laboratorio de cada uno de los ensayos practicados, para que posteriormente, se proceda al análisis de los resultados obtenidos, lo cual le servirá de base para tomar las precauciones necesarias en la construcción de su obra en ejecución y aplicar criterios y métodos adecuados al tipo de suelo encontrado. más

adelante se analizarán los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los suelos en los que se realizarán los pavimentos. (Taboadela, 2007)

Rasante

La rasante es el nivel de la superficie de rodadura, se diseña adaptándola lo más posible al perfil natural del terreno, aplicando el criterio generalmente aceptado, de la rasante que resulte más económica bajo condiciones críticas. (Taboadela, 2007)

Justificación Para el diseño de un pavimento rígido

La razón principal, es que los tramos no son tan grandes como para movilizar toda la maquinaria pesada que se necesita para construir un pavimento flexible, lo que resulta oneroso y demasiado caro, pues tampoco hay materiales cerca como para construir este tipo de pavimento. Hay suficiente arena y piedrin cerca, lo que hace que resulte más práctico y económico un pavimento rígido. Otra razón es que la municipalidad tiene experiencia en la construcción de pavimento rígido. (Taboadela, 2007)

Elementos estructurales del pavimento

El elemento básico de de los pavimentos rígidos es el concreto, pero según las exigencias de la vida útil del mismo incluyen algunas variantes como, varillas de transferencia de carga (dovelas), diferentes tipos de juntas, concreto reforzado, de refuerzo continuo sin juntas de contracción. (Taboadela, 2007)

En pavimentos de concreto simple, el espaciamiento entre juntas no debe exceder los 4.5 metros, para que las losas tengan un buen comportamiento. En pavimentos con dovelas, las losas no deben ser mayores de 6 metros y en pavimentos reforzados las losas no deben ser mayores de 12 metros, lo cual permite un buen comportamiento, ya que espaciamientos mayores a los mencionados, produce problemas tanto en las juntas como en las fisuras transversales intermedias. (Taboadela, 2007)

Las diferentes capas que constituyen el pavimento, también forman parte de su estructura básica.

El procedimiento de diseño desarrollado por PCA, establece varias condiciones, tales como:

Transferencia de cargas, dependiendo del tipo de pavimento que se considere.

El uso de hombros de concreto o asfalto adheridos al pavimento, permite reducir los esfuerzos de flexión y deflexiones, producidos por las cargas de los vehículos en los bordes de las losas. (Taboadela, 2007)

Para reducir los esfuerzos que se producen al paso de las ruedas sobre las juntas, es necesario el uso de subbases estabilizadas, ya que estas proporcionan superficies de soporte de mejor calidad y resistencia a la erosión a causa de las deflexiones de las losas de pavimento. (Taboadela, 2007)

Se adicionan dos criterios básicos en el diseño y son: Fatiga; esta sirve para mantener los esfuerzos que se producen dentro de los límites de seguridad, ya que los pasos de cargas sobre las losas del pavimento producen esfuerzos que se convierten en agrietamientos. Erosión; este sirve para limitar los efectos de deflexión que se producen en los bordes de las losas, juntas y esquinas del pavimento, también para tener control sobre la erosión que se produce en la subbases o subrasante y los materiales que conforman los hombros. (Taboadela, 2007)

En el diseño de cualquier tipo de pavimento se deben tomar en cuenta los criterios mínimos para pendientes, curvas verticales, curvas horizontales, longitudes, tangentes de intersección, distancias mínimas de visibilidad y frenado, pendientes gobernadoras, todo de acuerdo con las especificaciones mínimas de vías terrestres. (Taboadela, 2007)

Diseño geométrico en planta:

Este contempla el diseño de curvas horizontales, radios de curvatura, longitudes y visibilidad.

Diseño de curvas horizontales:

Para obtener un equilibrio adecuado de todos los elementos del diseño geométrico de un camino, se deben determinar en función de los aspectos económicos, para dar una operación continua a velocidad segura, bajo las condiciones generales del camino. A continuación se describen las normas de diseño para radios de curvatura mínima, velocidades y otros criterios. (Taboadela, 2007)

La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener mayor prioridad

Evitar las curvas de radios mínimos antes de entrar a un puente, cruces de caminos o algún elemento que puede originar condiciones desfavorables a la seguridad.

Para una velocidad de diseño determinada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible". (Taboadela, 2007)

La topografía condiciona, muy especialmente, los radios de curvatura y la velocidad de diseño.

Incrementar en todo lo que sea posible la longitud de curva, para que la curva sea lo más cómoda para el conductor.

La distancia de visibilidad, debe considerarse conjuntamente con la topografía, ya que frecuentemente la visibilidad requiere radios mayores.

Diseño geométrico en perfil:

Para obtener el perfil de un terreno, es necesario hacer el levantamiento topográfico del mismo, parte de este levantamiento consiste en obtener los niveles de la línea central del terreno y con ellos se plotea, en papel milimetrado, el perfil longitudinal a 2 escalas, la horizontal que contiene el caminamiento a escala 1:500 y la vertical que contiene las elevaciones a escala 1:50. (Taboadela, 2007)

Una vez trazado el perfil longitudinal, se procede al diseño de la rasante final tomando en consideración las especificaciones y criterios de diseño, la rasante final debe ser diseñada de tal forma que queden, de preferencia, por debajo de las cotas de plataforma de las viviendas y, así obtener la solución más favorable para los drenajes a diseñar. (Taboadela, 2007)

Diseño de curvas verticales:

La finalidad de estas curvas es suavizar los caminos en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida, proporcionando de esta forma una operación segura y confortable, además de una agradable apariencia y característica para un drenaje adecuado. (Taboadela, 2007)

A continuación, se describen algunas normas y criterios de diseño para curva verticales:. (Taboadela, 2007)

Los radios mínimos en radios de vías públicas tomados del eje central de la misma deben ser: en calles principales de 60 m y en calles secundarias de 30 m". (Taboadela, 2007)

En urbanizaciones la pendiente mínima longitudinal es de 1% y la pendiente máxima a utilizar en calles principales es de 10% y en calles peatonales el 20%.

En terrenos llanos se diseñará la rasante en relleno, es decir, por encima del perfil natural del terreno, esto con el fin de dar lugar a las instalaciones necesarias, de drenaje, para proteger al pavimento de la humedad del suelo.

Cualquier cambio de pendiente en una vía pública en que la diferencia algebraica de los porcentajes de pendientes sea 0.5% o más se suavizará con una curva vertical de longitud mínima de 20 m.

Cuando la diferencia algebraica entre la pendiente de entrada de una curva y la pendiente de salida de la misma curva es menor de 0.5% no es necesario diseñar la curva vertical, debido a que la pendiente es muy pequeña. (Taboadela, 2007)

Evitar curvas cóncavas en corte, porque provocan dificultad en el drenaje, cuando estas curvas enlacen pendientes con signo contrario, en pendientes de igual signo, no se presentará esta dificultad.

Se debe eliminar la curva vertical convexa en corte, si las pendientes de enlace son muy suaves. (Taboadela, 2007)

Es importante conocer de los fundamentos técnicos y científicos para realizar esta serie de operaciones. (Taboadela, 2007)

Las especificaciones de la dirección general de caminos, tiene tabulados valores de k para las longitudes mínimas de curvas verticales para distancia de visibilidad de parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes o de la velocidad de diseño y son las siguientes:. (Taboadela, 2007)

Figura 8: valores de k para las longitudes mínimas de curvas verticales.

Velocidad en Km./hora	Cóncava	Convexa
20	1	2
40	5	7
60	12	12
80	29	23
100	60	36

Fuente: Dirección general de caminos.

Mantenimiento de pavimentos.

El mantenimiento de pavimentos es necesario conocerlos y aplicarlos para que las obras resistan ante el paso del tiempo y el uso que se le dé a los mismos.

Los pavimentos se proyectan, diseñan y construyen para prestar servicio, en condiciones adecuadas, un determinado número de años a los cuales se conoce como vida útil de la obra. Ellos pueden quedar parcial o totalmente fuera de servicio si se presentan solicitaciones destructivas y no son tratadas oportunamente. (Bolaños, 2007, pág. 73)

Entre las solicitaciones que pueden contribuir a la destrucción de los pavimentos se encuentran aquellas debidas al tránsito; a las condiciones del medio ambiente; a un

inadecuado comportamiento de las juntas o a fallas en la subrasante. (Bolaños, 2007, pág. 73)

El tránsito puede causar daños superficiales o estructurales. El medio ambiente, especialmente las condiciones de humedad y temperatura, puede producir expansión y contracción no previstas en el diseño del pavimento, con el consiguiente agrietamiento o rotura del mismo. El agua del manto freático, o de las precipitaciones pluviales, puede provocar zonas de bajo soporte, expulsión del material de subrasante y la consiguiente rotura del pavimento. (Bolaños, 2007, pág. 73)

Únicamente la evaluación y mantenimiento periódico pueden garantizar un servicio adecuado y permanente del pavimento de concreto. La evaluación determina los daños existentes en el pavimento, así como las causas de origen. El mantenimiento oportuno permite que el pavimento mantenga las condiciones de servicio considerados en el diseño. (ASOCEM, 2003). (Bolaños, 2007, pág. 73)

Generalidades y daños en carreteras pavimentadas y caminos rurales.

Generalidades

Para conocer y entender la finalidad de un mantenimiento de carreteras, es necesario comprender las diferentes generalidades y conceptos importantes, así como las normas nacionales e internacionales, especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales. (García, 2013, pág. 1)

Mantenimiento preventivo.

Consiste en actividades y obras de mantenimiento destinadas a prevenir fallas en la vía y que han sido identificadas como defectuosas o con alto riesgo de que ocurran y que deben ser tratadas antes de que éstas sucedan. (García, 2013, pág. 1)

Mantenimiento periódico

Abarca las obras de conservación vial que se realizan en períodos programados, generalmente más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno o muy bueno. Está considerada, entre otros, la colocación de sobre capas en pavimentos deteriorados existentes y el mejoramiento de las capas de la estructura. (García, 2013, pág. 1)

Mantenimiento rutinario

Comprende la realización de aquellas actividades requeridas para conservar una vía en buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año. También, incluye aquellas labores de reparación vial destinadas a recuperar ciertos elementos con daños menores, tales como los barandales de puentes, obras de drenaje menor, señalización vertical y horizontal, muros de retención y actividades afines. (García, 2013, pág. 2)

Mantenimiento correctivo

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos, este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación no presupuestado. (García, 2013, pág. 2)

Mantenimiento de emergencia

Corresponde a la ejecución de actividades realizadas en forma urgente, como consecuencia de sucesos de fuerza mayor (como el caso de desastres naturales) y que tienen el propósito de habilitar lo más pronto posible la vía para que permita la libre transitabilidad, también no estén planificados y por ende no presupuestados. (García, 2013, pág. 2)

Mantenimiento permanente

Consiste en las actividades destinadas a la solución de fallas en la vía que han sido

identificadas como defectuosas y repararlas de tal manera que persista la reparación o que consiga perdurar en un largo tiempo. Para este tipo de actividades si existe una programación y presupuestos a en el reglón correspondiente. (García, 2013, pág. 3)

Es importante conocer de la diversidad de mantenimientos según tipo de obra.

Rehabilitación de caminos rurales

Consiste en la reconfiguración de la capa de material (balasto, arena y tierra) del camino de acceso, conformación del bombeo necesario para la evacuación transversal y longitudinal del tramo, humedecimiento y compactación de la capa para eliminar escollos de la superficie de rodadura. (García, 2013, pág. 3)

Para este tipo de trabajo, se deberá contar con maquinaria especial para las tareas, ciertas consideraciones es factible considerar el uso intensivo de mano de obra para la reconfiguración y especial cuidado en las tareas de compactación. Se realiza si el estado del camino muestra un deterioro que excede lo programado, de acuerdo a su vida de diseño; comprende generalmente la reposición total de la capa de material del proyecto. Esta actividad se realiza cada tres años y si se hace la rehabilitación no se da mantenimiento correctivo. (García, 2013, pág. 3)

Seguridad vial

Consiste en identificar una serie de iniciativas destinadas a lograr una reducción sustancial de la probabilidad de que se produzcan accidentes, con programas de seguridad vial, como lo son la señalización y semaforización, principalmente en calles muy congestionadas de vehículos y peatones. (García, 2013, pág. 4)

Daños en carreteras pavimentadas y caminos rurales

Los daños que pueden sufrir las carreteras van a depender del tipo de material que esté construida ya que el comportamiento de las deformaciones, fisuras y grietas dependen de las características que el material. (García, 2013, pág. 4)

Daños en pavimentos asfálticos

Son las condiciones que se presentan en un pavimento si este pierde las características de servicios para las que fue diseñado. (García, 2013, pág. 4)

Los daños a las carreteras consistentes en deformaciones por fisuras, grietas, fallas, son ocasionados generalmente por el tipo de material que se use en la construcción y del sistema constructivo depende también en la gran medida la conservación de la vida útil. (García, 2013, pág. 4)

Figura 9: Daños en carretera de pavimento asfáltico.



Fuente: Metodología para mantenimiento de carreteras pavimentadas y caminos rurales para la prevención de riesgos y seguridad vial en la república de Guatemala, tesis USAC, Emerson Samuel Escobar García.

Fisuras y grietas

A continuación, se enlistan:

Es una serie de fallas interconectadas entre sí, que se encuentran en una fase inicial de desarrollo, estas forman ángulos agudos y ocurren con más frecuencia en las zonas que reciben la mayor parte de las sollicitaciones, a continuación, se mencionan los tipos de fisuras y grietas más comunes: (García, 2013, pág. 6)

Fisuras de piel de cocodrilo: serie de grietas interconectadas, la cual forma pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con diámetros promedios de 30 centímetros, con longitudes variables que pueden cubrir la totalidad de la sección de rodadura, también llamado tela de gallinero. (García, 2013, pág. 6)

Fisuras en arco: son grietas en forma de media luna (o más precisamente de cuarto creciente) que pueden apuntar en ambas direcciones, derivadas de las fuerzas de tracción de las ruedas sobre el pavimento o de frenado sobre la misma. Fisura transversal: serie de fisuras o grietas que se forman en sentido transversal a la rodadura de la carretera, generalmente aisladas y que pueden afectar todo el ancho de la sección de la misma. (García, 2013, pág. 6)

Fisura longitudinal: serie de fisuras o grietas que se forman en sentido paralelo a la rodadura de la carretera, puede ir aisladas o en grupos, cuyas longitudes son variables. (García, 2013, pág. 6)

Fisura por reflexión de junta: fisuras o grietas que se observan en la superficie de sobre capas que tienden a reproducir las fallas y juntas que se producen en la capa de abajo. (García, 2013, pág. 6)

Ahuellamiento: deformación longitudinal continúa a lo largo de la rodadura, puede aparecer cordones laterales a cada lado. (García, 2013, pág. 7)

Deformaciones superficiales

Son distorsiones en la superficie del pavimento por desplazamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañadas por levantamientos del material, a continuación, se detallan sus casos más comunes: (García, 2013, pág. 7)

Corrugación: serie de ondulaciones, constituidas por crestas y depresiones, perpendiculares a la dirección del tránsito, las cuales se suceden muy próximas unas de otras, a intervalos regulares. (García, 2013, pág. 7)

Hinchamiento: abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera. (García, 2013, pág. 7)

Hundimiento: depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada, sin tener definido un tamaño específico. (García, 2013, pág. 7)

Desintegraciones

Son fallas parciales o totales que ocurren por la acumulación de agua en la superficie del pavimento de la carretera y se pueden presentar de las siguientes maneras: (García, 2013, pág. 7)

Bache: es la desintegración total de la superficie de rodadura, que puede extenderse a otras capas del pavimento, forma una cavidad de bordes y profundidades irregulares. (García, 2013, pág. 7)

Presencia de agregados: consiste en la existencia de agregados parcialmente expuestos, fuera del elemento ligante con los materiales finos que forman la estructura del pavimento. (García, 2013, pág. 8)

Figura 10: Daños en carretera de pavimento de concreto hidráulico



Fuente: Metodología para mantenimiento de carreteras pavimentadas y caminos rurales para la prevención de riesgos y seguridad vial en la república de Guatemala, tesis USAC, Emerson Samuel Escobar García.

Pavimentos

Generalidades

Es necesario de conocer la terminología y saber diferenciar y conocer los principios con respecto a lo que se refiere a pavimentos. Esto para saber del cuidado y manejo que se le debe de dar a los mismos para extender la vida útil de las obras.

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, proporciona una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (Bolaños, 2007, pág. 1)

Figura 11: Pavimento rígido en proceso de construcción, San José Ojetenam, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., marzo. 2016.

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, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. (Bolaños, 2007, pág. 1)

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. (Bolaños, 2007, pág. 1)

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, 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. (Bolaños, 2007, pág. 1)

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que si determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. (Bolaños, 2007, pág. 1)

La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; son dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que si un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es si se producen deformaciones permanentes.(Bolaños, 2007, pág. 2)

Un pavimento se puede definir también como un sistema de revestimiento que conforma el suelo transitable de cualquier espacio construido.(Bolaños, 2007, pág. 2)

Los pavimentos se apoyan sobre elementos estructurales sensiblemente horizontales, como los terrenos estabilizados, soleras, losas y forjados.(Bolaños, 2007, pág. 2)

Las principales funciones que desempeñan son el aislamiento y la ornamentación, pero al mismo tiempo deben resistir las abrasiones y los punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos y la compresión de los elementos que se apoyan.(Bolaños, 2007, pág. 2)

Además, muchos pavimentos tienen que ser inmunes a la acción de agentes químicos, como agua, aceites, sales o ácidos, a las agresiones de seres vivos e incluso a la propia luz solar. (Bolaños, 2007, pág. 2)

Los diversos tipos de suelos se clasifican, según el método de construcción, en continuos y discontinuos. Los continuos, extendidos en grandes superficies, suelen fabricarse con piedras artificiales como morteros hidráulicos, hormigones o gravas asfaltadas. (Bolaños, 2007, pág. 2)

Entre los más comunes se encuentran los recubrimientos asfálticos de carreteras y autopistas o los pavimentos industriales de concreto. (Bolaños, 2007, pág. 2)

Figura 12: Fundición de carrileras de concreto, San Lorenzo, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., junio. 2017.

Términos técnicos en carreteras

Para el lector que no tenga los conocimientos básicos en construcción de carreteras es necesario que conozca y maneje la terminología siguiente:

- a) Carretera o camino: toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- b) Derecho de vía: área o superficie de terreno propiedad del estado, destinada para el uso de una carretera o camino. Son áreas adyacentes a la sección de la carretera. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- c) Carretera de primer orden: carretera en la que se puede circular con seguridad a 140 KPH en una curva horizontal. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- d) Plataforma o corona: área de la carretera o camino que comprende la superficie de rodadura y los hombros. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- e) Superficie de rodamiento o rodada: área de la carretera o del camino, destinada a la circulación de vehículos. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- f) Superficie de rodamiento de tierra: área donde los vehículos circulan prácticamente sobre el terreno natural (libre de tierra vegetal). (Bolaños, 2007, pág. 3)
- g) Superficie de rodamiento balastada: área formada por una o más capas de Balasto, sobre la cual circulan vehículos. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- h) Superficie de rodamiento pavimentada: área formada por una o más capas de concreto asfáltico, tratamiento superficial, losas de concreto armadas o losas de concreto sin armar. (Bolaños, 2007, pág. 3)
- i) Carril: cualquier subdivisión de la superficie de rodadura que tenga el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.(Bolaños, 2007, pág. 4)
- j) Hombro: área adyacente a ambos lados de la superficie de rodamiento.(Bolaños, 2007, pág. 4)

k) Línea Central: eje central de la carretera. A él están referidas todas las medidas de sus componentes: ancho de rodamiento, hombros, cunetas, etc.(Bolaños, 2007, pág. 4)

l) Cunetas: zanja lateral paralela al eje de la carretera, constituida entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes.(Bolaños, 2007, pág. 4)

m) Contra-cunetas: zanja lateral generalmente paralela al eje de la carretera, construida en la parte superior de las laderas de corte.(Bolaños, 2007, pág. 4)

n) Lecho: es la parte inferior del camino sobre el que se constituyen las capas de sub base, base, superficie de rodamiento, hombros y cunetas.(Bolaños, 2007, pág. 4)

o) Talud: área del terreno en corte o relleno, comprendida entre la cuneta y el terreno original.(Bolaños, 2007, pág. 4)

p) Curva horizontal compuesta: son dos curvas horizontales consecutivas que no están separadas por una tangente; es decir, que el PT de la primera curva coincide con el PC de la segunda. Esta clase de curvas es permisible únicamente en casos especiales, debido a la topografía del terreno, a los pasos obligados, etc.(Bolaños, 2007, pág. 4)

q) Curva de transición: es una curva no circular intercalada entre una tangente y una curva circular, o entre dos curvas circulares, cuyo propósito es contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga.(Bolaños, 2007, pág. 5)

r) Peralte: es la diferencia de elevación en sentido transversal, que existe entre los extremos interno y externo de la superficie de rodamiento de una curva.(Bolaños, 2007, pág. 5)

Conocer toda esta serie de conceptos servirá para el ejercicio profesional

s) Sobre ancho: es el área que se incrementa al ancho normal de la plataforma o corona en una curva; se recomienda aplicar en el área interna de la curva.(Bolaños, 2007, pág. 5)

t) Curva vertical: es el tramo de forma parabólica que une dos gradientes. Esta puede ser cóncava o convexa, según el sentido de la curva.(Bolaños, 2007, pág. 5)

u) Gradiente: se llama gradiente a la pendiente ascendente o descendente en la proyección vertical de una carretera y se le considera positiva o negativa según sea su dirección.(Bolaños, 2007, pág. 5)

Términos técnicos en alcantarillas

a) Alcantarilla: conducto por el cuál circula una corriente de agua.(Bolaños, 2007, pág. 5)

b) Tubería: obra de drenaje construida con tubos de sección circular o abovedada, de diferentes materiales, diseñada para permitir el transporte del agua u otros fluidos en forma eficiente.(Bolaños, 2007, pág. 5)

c) Esviaje: es el ángulo menor que forma la línea central de la carretera con la línea central de la tubería; si este ángulo es de 90° se llama “tubería normal.(Bolaños, 2007, pág. 6)

d) Bóveda: es una estructura formada por un arco (metálico, de concreto o de mampostería) apoyado en dos muros, las cuales son diseñadas y construidas para desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes.(Bolaños, 2007, pág. 6)

e) Aletón: muro lateral colocado en estribos, entrada o salida de bóvedas, cajas o cabezales, diseñados para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.(Bolaños, 2007, pág. 6)

Términos técnicos en puentes:

Existen diferentes materiales y técnicas de construcción de puentes y es necesario comprender los principios básicos referentes a los mismos.

- a) Diafragma: elemento estructural fundido perpendicularmente a las vigas principales de soporte, con el fin de aumentar la rigidez de la estructura del puente.(Bolaños, 2007, pág. 6)
- b) Estribo: elemento extremo auxiliar de los puentes para evitar deslaves.(Bolaños, 2007, pág. 6)
- c) Esviajamiento: ángulo que forma el puente con la corriente que salva.(Bolaños, 2007, pág. 6)
- d) Gálibo: dimensión mínima ideal autorizada para permitir el paso de vehículos sin problemas.(Bolaños, 2007, pág. 6)
- e) Nervadura: elemento soportante de un puente (viga), generalmente de concreto.(Bolaños, 2007, pág. 7)
- f) Pilotes: elemento estructural que se hinca en tierra para consolidar los cimientos.(Bolaños, 2007, pág. 7)

Figura 13: Carretera Asfáltica, aldea La Montañita, Malacatán, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., junio. 2020.

Proyectos.

Las carreteras que se construyen en la actualidad, tienen cada vez mejores condiciones geométricas debido al desarrollo que ha alcanzado el transporte y a la aparición de vehículos mejor acondicionados, así como a los elevados volúmenes de tráfico que circulan a altas velocidades, situaciones que obligan a diseñar las carreteras con excelentes características geométricas y con buena visibilidad. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Esto ocasiona el movimiento de grandes masas de tierra como producto de la excavación de cortes y conformación de rellenos para aligerar a la subrasante del camino, lo cual representa considerablemente incrementos en los costos de construcción. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Si consideramos que una carretera, además de las terracerías, abarca la construcción de costosas obras de drenaje y pavimento, así como de otras complementarias de elevado costo, se podrá valorar la importancia que tiene la ejecución de los estudios de una carretera en forma correcta y con buen criterio. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Estudio de factibilidad.

El estudio de factibilidad, comprende las investigaciones y consideraciones principalmente de tipo económico, que deben realizarse para poder evaluar la posibilidad y conveniencia de que determinado camino, pueda construirse o no. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Algunos de los principales aspectos que abarca el estudio de factibilidad de una carretera son: implantación del camino en las cartas topográficas y/o fotografías aéreas, relación con otros sistemas de transporte, determinación del área de influencia directa del camino, características ambientales y físicas de la zona del proyecto, estudio del aspecto socio-económico de la región, estructura agraria, producción

agropecuaria, estudio de tráfico actual y proyección al período de diseño para determinar el tipo de camino, etc. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Estudio pre-preliminar.

En base al estudio de factibilidad se inicia el Estudio Pre-preliminar que comprende las siguientes etapas:

a) Exploración

b). Reconocimiento y selección de la ruta. La exploración que puede ser terrestre como aérea, permite conocer en la forma más completa posible las características de la zona, accidentes geográficos de importancia que pueden influir en el trazado del camino y servir como puntos de control, así como definir las fajas de terreno (correcciones) que serán reconocidas y estudiadas en forma detallada. (Cuevas, 2010, pág. 19)

El reconocimiento, consiste en un examen general rápido y objetivo de los puntos extremos, intermedios de paso obligado y accidentes del terreno que puedan servir como referencia del trazado. (Cuevas, 2010, pág. 19)

El estudio pre-preliminar se lo hará en base a las rutas definidas en el reconocimiento de tal manera que se pueda elegir la mejor. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Una vez solucionados los problemas que suelen presentarse en esta etapa, sobre las trochas escogidas, se colocarán poligonales expeditivas (líneas de banderas), a partir de las cuales se levanta en forma aproximada la topografía del terreno; esto facilitará la información de campo necesaria para el estudio comparativo entre las diferentes alternativas y definir la ruta más conveniente. (Cuevas, 2010, pág. 19)

Para esto es indispensable recorrer las tochas, a partir de información en el campo sobre la cubierta boscosa, naturaleza del suelo, presencia de roca, facilidades de

drenaje, probable ubicación de puentes y demás aspectos que puedan afectar el trazado. (Cuevas, 2010, pág. 20)

El ingeniero de campo encargado del estudio emitirá un informe en el que señale las ventajas y desventajas de cada alternativa, indicado en cuadros comparativos la longitud en km., alineaciones y pendientes, cantidad y dimensiones de las obras de drenaje, inclinación de taludes. áreas de expropiación, obstáculos naturales o artificiales, fuentes potenciales de materiales, etc. Hará además un presupuesto estimativo de construcción de cada ruta estudiada. Se deberá elaborar pianos. (Cuevas, 2010, pág. 20)

Estudio preliminar o anteproyecto.

Es importante conocer de manera anticipada el proyecto que se ejecutara y se enlistan los criterios siguientes:

En esta etapa resulta conveniente efectuar un reconocimiento completo del trazado en la ruta o corredor elegido en la etapa anterior, lo cual nos brinda la posibilidad de realzar variantes al trazado aprobado en caso de que fuere necesario. (Cuevas, 2010, pág. 20)

El estudio preliminar consta de: a) Trabajo de campo; y, b) Trazado de gabinete. El primero comprende la localización de la línea preliminar sobre el trazado definido y aprobado en la etapa anterior, levantamiento de la faja topográfica necesaria para localización del proyecto, estudios hidrológico e hidráulico, anteproyecto de las estructuras de drenaje, diseño de pavimentos a nivel de anteproyecto, estudio de costos y presupuestos preliminares, diseño del anteproyecto en planta y perfil, juego de pianos, informe de suelos y materiales, geotécnicos, etc. (Cuevas, 2010, pág. 20)

Proyectó definitivo.

Hace referencia a las últimas actividades, detallar y por menores a tener en cuenta y que deberán de cumplirse.

Consiste en replantear el eje del camino definido y aprobado en el proyecto preliminar, en base a las relaciones geométricas existentes entre el eje proyectado y el polígono fundamental. Luego de que el eje haya sido localizado en el terreno, será abscisado y nivelado a fin de que puedan ser colocadas las estacas laterales de construcción. (Cuevas, 2010, pág. 20)

Las actividades que deben cumplirse en esta etapa son: proyecto definitivo en planta y perfil, proyecto definitivo de obras de drenaje, estudio complementario de suelos y materiales, confirmación del diseño preliminar de pavimentos, diseño final de puentes, revisión de los análisis de precios unitarios y presupuestos, revisión y ajuste de los planos realizados en el diseño preliminar, etc. (Cuevas, 2010, pág. 20)

Documentos físicos y planos.

Luego de que haya concluido el proyecto definitivo, los planos que se deberán preparar son:

a) Plano índice: En este caso, es necesario introducir un orden que permita la ubicación inmediata de cualquier detalle o información necesaria tanto para el fiscalizador como para el contratista. (Cuevas, 2010, pág. 20)

b) Plano de ubicación del proyecto: En las cartas topográficas del I.G.M. correspondientes a la zona de emplazamiento del proyecto, se deberá implantar el camino proyectado, resalta con sendos círculos las poblaciones y puntos importantes que atraviesan el proyecto, así como las principales vías de acceso al mismo. (Cuevas, 2010, pág. 20)

c) Planos del proyecto: Los planos que contienen el proyecto en planta en el perfil longitudinal con el proyecto de la subrasante, son necesarios para efectuar el replanteo del camino; en ellos deberá constar. (Cuevas, 2010, pág. 20)

La longitud del proyecto, el abscisado del eje y las referencias de los puntos notables, kilómetro a kilómetro, ancho de la calzada del camino, gradientes longitudinales y

transversales, pendientes de los taludes en corte y relleno, datos de los elementos de las curvas que son necesarios para el replanteo de curvas horizontales y tangentes intermedias, curvas verticales, peraltes y sobreeanchos en curvas, abscisas de ubicación de alcantarillas. (Cuevas, 2010, pág. 21)

Longitud, pendiente, ángulo de desviación con respecto al eje longitudinal, líneas de estacas laterales de construcción, ubicación de puentes, caminos existentes, edificaciones, kilometraje, volúmenes de corte y relleno por kilómetro, disposición de los sistemas de subdrenaje, etc. (Cuevas, 2010, pág. 21)

El proyecto vertical contendrá: perfil longitudinal con proyecto de subrasante, ubicación de alcantarillas con datos de cotas de entrada y salida, alturas de relleno y volúmenes de hormigón. (Cuevas, 2010, pág. 21)

Las escalas comúnmente utilizadas son: 1:1000 (horizontal) y 1:100 vertical.

d) Planos de intersecciones típicas: “Las secciones transversales típicas deberán mostrarlos siguientes elementos: ancho de calzada, espaldones, cunetas y sobreeancho de curvas, además pendientes transversales de calzada y espaldones, espesor de las capas del pavimento según diseño, pendientes de los taludes de corte y relleno. Si en un determinado proyecto, se da el caso de que, en algunos tramos, existe diferentes espesores de pavimento y taludes variables de corte y/o relleno, resulta indispensable introducir secciones transversales aclaratorias”. (Cuevas, 2010, pág. 21)

La escala más utilizada en el dibujo de secciones transversales es la 1:50.

e) Planos de intersecciones: “Si existan intersecciones del camino proyectado con otras vías de comunicación, se deberá elaborar planos de las mismas, de conformidad con las especificaciones vigentes del MOP”. (Cuevas, 2010, pág. 21)

f) Diagrama de masas: “Para toda la longitud del proyecto es conveniente dibujar la curva de masas con el proyecto de compensatorias, determina los volúmenes de excavación y relleno que quedan compensados y las abscisas correspondientes,

volúmenes de préstamos y desperdicios, de sobre acarreo y las estaciones entre las que tienen lugar, y las correspondientes distancias de transporte”. (Cuevas, 2010, pág. 21)

g) Planos de pavimento y de ubicación de materiales: Los planos que deben elaborarse son:

Sección transversal del pavimento en la que se indique la estructura del mismo para todos los tramos del camino, espesores de las diferentes capas componentes, mejoramiento de la subrasante, sub-base, base, capa de rodadura. Los detalles constructivos se dibujan a escala 1:50 o similares. (Cuevas, 2010, pág. 21)

Planos de ubicación de fuentes de materiales, que contenga las distancias de transporte en relación a puntos previamente establecidos, cantidades estimadas de materiales y posibilidades de aprovechamiento y probables usos de materiales de construcción. (Cuevas, 2010, pág. 21)

h) Planos de estructuras de drenaje y especiales: “En base a los diseños de las obras de drenaje, subdrenaje y estructuras especiales de disipación de energía, obras de protección, muros de contención de tierras, se elaborará los planos que contengan además la siguiente información”: (Cuevas, 2010, pág. 21)

Estaciones de emplazamiento de la estructura, planos en planta, perfil y de detalles constructivos acotados en metros, cotas de entrada y salida, niveles de excavación para estructuras, detalle de encauzamientos de agua, volúmenes de excavación y desalojo de materiales, cantidades de hormigón, etc. (Cuevas, 2010, pág. 21)

En muchas ocasiones se acostumbra elaborar planos que contienen resúmenes de cantidades de obra.

Documentación complementaria: “En forma complementaria a la presentación de los estudios definitivos de ingeniería, es necesario la elaboración de informes de ingeniería, de suelos y materiales, geológico - geotécnico - hidrológico - hidráulico,

etc. Se deberá elaborar también especificaciones técnicas y recomendaciones constructivas, presupuestos de construcción y programas de la ejecución del proyecto”.(Cuevas, 2010, pág. 22)

Pérdidas económicas.

El estudio de factibilidad permite establecer la conveniencia económica o no de construir un proyecto de carretera por etapas o en su totalidad con las características finales; en otros casos permitirá determinar la necesidad de realizar el mejoramiento de una carretera ya existente y el mejor momento para hacerlo; por tanto, éste se enmarca dentro de un proceso de evaluación de la relación beneficio/ costo entre diferentes alternativas. (Cuevas, 2010, pág. 23)

Relacionado a aspectos ingenieriles, administrativos, financieros y económicos que deben resolverse antes de decidirse por un determinado curso de acción. (Cuevas, 2010, pág. 23)

En el caso de un proyecto vial cuya factibilidad económica esté en discusión, absorba el tráfico de algún otro medio de transporte, tal como transporte fluvial, marítimo, ferroviario, etc. Deberá efectuarse un estudio comparativo entre todas las modalidades de transporte presentes. (Cuevas, 2010, pág. 23)

Partes de un estudio de factibilidad vial.

Evaluar si es factible un proyecto conlleva a rea efectuar el estudio de factibilidad de una carretera, es indispensable realizar varios tipos de evaluación:

1. Factibilidad económica.
2. Factibilidad social.
3. Factibilidad financiera.

Factibilidad Económica.

En forma independiente de quien efectúa el aporte o recibe los beneficios, de quien es el dueño del capital, así como de la distribución del ingreso, en todo proyecto vial es necesario conocer el rendimiento o rentabilidad económica de los recursos financieros destinados a la ejecución de un proyecto mediante un adecuado análisis económico. (Cuevas, 2010, pág. 23)

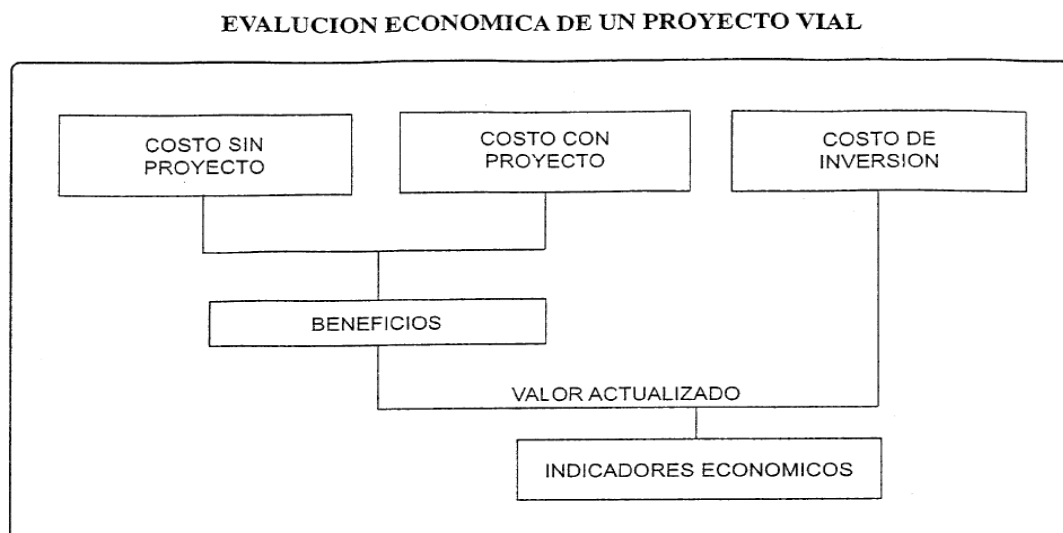
Factibilidad social.

La factibilidad social consiste en el análisis que deberá realizarse para alcanzar los objetivos sociales establecidos y que se quiere alcanzar con la ejecución del proyecto. (Cuevas, 2010, pág. 24)

Factibilidad financiera.

Dentro del análisis financiero que deberá realizarse para determinar la factibilidad financiera de un proyecto vial, los principales aspectos a considerar son: rendimiento financiero del capital aportado, propiedad del mismo y la distribución de los beneficios netos escalonados en el tiempo, considerar que el flujo de fondos es negativo en los primeros años. (Cuevas, 2010, pág. 24)

Figura 14: Esquema sobre evaluación económica de un proyecto de infraestructura vial.



Fuente: Proyecto, construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Cuevas, Ing. Pio.

Comparación entre costos de proyecto de pavimentos, conclusiones.

Puede verse, en el análisis realizado, que el costo del pavimento rígido es más alto que el del pavimento flexible; en cuanto a ejecución se refiere. Para ello debe de tomarse en cuenta que se realizó la comparación a partir de la consideración los mismos parámetros de diseño, en cuanto a cargas, tipo de sub rasante, especificaciones de materiales y tiempo. (ZIRIÓN, 2007, pág. 207)

Hablar en sentido constructivo, ambos pavimentos cumplen con todos los requisitos para brindar un buen servicio a través de su vida útil; según de la consideración que la ejecución de ambos conlleva un estricto control de calidad que garantice durabilidad y buen funcionamiento. es indispensable, para que esto se cumpla, un apropiado programa de mantenimiento que garantice su conservación. (ZIRIÓN, 2007, pág. 207)

Las anteriores conclusiones fueron estipuladas por un profesional en su trabajo de graduación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la cual hizo una comparativa de un mismo proyecto, pero al aplicar dos tipos de pavimentos distintos, los cuales cumplen todos los requisitos requeridos con el proyecto de obra civil. Como conclusión final realizar un pavimento rígido da como resultado la elevación mayor en los costos de construcción.

Al realizar un análisis se debe tener en cuenta que, si los requerimientos de proyecto se cumplen con una opción económica, se logra hacer una optimización de recurso y así evitar las pérdidas económicas, esa es la función del análisis financiero.

Recomendaciones.

Recomendación Económica

Analizar el costo total que tendrá el pavimento al final del periodo de diseño se recomienda el uso de pavimento rígido en lugar de pavimento flexible, ya que el

pavimento rígido requiere menos costos por mantenimiento caso contrario a lo que sucede con el pavimento flexible. (URRUTIA & PERALTA., 2016, pág. 234)

Se recomienda usar pavimento flexible si el fondo de inversión disponible para el proyecto no sea suficiente para cubrir los costos de construcción que requiere el pavimento rígido. (URRUTIA & PERALTA., 2016, pág. 234)

Se recomienda utilizar pavimento rígido en la zona urbana y en zonas de tráfico denso, garantizar una carretera con periodo de vida a largo plazo. (URRUTIA & PERALTA., 2016, pág. 234)

Recomendaciones Técnicas.

Si se requiera calles de larga duración utilizar pavimento rígido. Si el tráfico sea de carga pesada y carreteras por donde circule la economía del país que son utilizadas para sacar la producción se requiere carreteras que no se dañen con facilidad por lo que se recomienda el pavimento rígido. (URRUTIA & PERALTA., 2016, pág. 234)

Y donde la demanda del tráfico sea mayor se debe garantizar larga vida a la carretera para evitar el atraso del flujo vehicular por repetidas acciones de mantenimiento y donde el clima sea muy húmedo se debe construir pavimento rígido. (URRUTIA & PERALTA., 2016, pág. 234).

Recomendaciones de carácter personal.

Al momento de realizar un análisis financiero previo a realizar el proyecto de obra vial, se debe tomar en cuenta todos los factores que puedan considerarse como gastos adicionales y gastos prioritarios cada gasto puede considerarse un riesgo si no se toma dentro del análisis, debido a que se debe trabajar con los montos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto.

Tomar en cuenta las fianzas, pagos estipulados en ley hacia los trabajadores e inversiones en la seguridad de los empleados del proyecto.

Tomar en cuenta gastos imprevistos debido a cambios en los diseños y la planificación.

Todo esto debe de tenerse en cuenta y sobre todo ser aplicado en cada una de las fases que corresponda en la ejecución del proyecto.

Concientización.

Concientización se refiere a hacer tomar conciencia sobre un asunto o tema determinado, mostrar verdades a través de las palabras y llevar a una reflexión sobre un asunto concreto. En la ingeniería civil se logra al momento que se logra hacer reflexionar a las comunidades sobre los riesgos que se pueden provocar mientras la ejecución de un proyecto no se lleve a cabo y que beneficios se logran al realizar el proyecto.

Tomar conciencia de algo implica vivir de una forma consciente, es decir, buscar la profundidad de la realidad.

Área de influencia del proyecto.

Esto según el criterio tomado hace referencia a un buffer donde se pueda definir en una medida consensuada la cual pueden ser metro ó kilómetros de influencia al área del proyecto.

El área de influencia directa de una carretera está constituida por el espacio físico que la contiene y dentro de la cual tienen lugar las actividades de tipo socio-económico condicionadas y/o dependientes de la misma. (Cuevas, 2010, pág. 25)

Para lograr una correcta reflexión sobre la necesidad de implementación de un proyecto se debe realizar un estudio social sobre la influencia que tendrá el proyecto y los beneficios que tendrá en la comunidad en donde se va a realizar.

El criterio más comúnmente utilizado para definir el área de influencia es el basado en la información proveniente de censos de origen y destinos. Si para determinar el

área de influencia sea necesario considerar varios tramos de la misma, se deberá considerar: sistema vial existente, estructura productiva y de consumo. Aspecto ecológico, estructura demográfica, relaciones de intercambio comercial y aspectos fisiográficos. (Cuevas, 2010, pág. 25)

Determinación del área de influencia.

Para la determinación del área de influencia directa de un camino, se considerará las características geográficas, socio-económicas y de infraestructura existente, a partir de las áreas de influencia de los tramos de vía, en caso de que se haya tomado anchos variables y los obstáculos físicos, así como las áreas de influencia de otros caminos existentes en la región. (Cuevas, 2010, pág. 25)

En algunos casos se acostumbra tomar una faja de ancho variable (por ejemplo, de 5 km. a cada lado del eje) para la determinación del área de influencia del proyecto; sin embargo, se debería delimitar el área de influencia en una carta topográfica, a partir del relieve, hidrografía y límites naturales. (Cuevas, 2010, pág. 25)

Características físicas y ambientales.

Para tener una visión global del área de influencia del proyecto, en el reconocimiento que deberá realizarse dentro de la región donde estará ubicada la futura vía o el camino actual en caso de un mejoramiento del mismo, se deberá identificar las características físicas y ambientales: (Cuevas, 2010, pág. 25)

Coordenadas de ubicación, extensión de área de influencia en km², geografía, geología regional, formaciones geológicas, topografía, régimen hidrológico y pluvial de la zona, hidrografía, vegetación, clima, clases de suelos, erosión hídrica, expansión de la frontera agrícola, pecuaria, forestal, minera, turismo, pesca e identificación de los impactos ambientales producidos por diferentes causas, relaciones intersectoriales, infraestructura de servicios existentes: educacional, sanitaria, vial, relaciones intersectoriales, etc. (Cuevas, 2010, pág. 25)

En esta etapa resulta muy importante apoyarse en la información que puedan proporcionar los diferentes organismos estatales o privados localizados en la región de estudio, orientada a obtener información complementaria. (Cuevas, 2010, pág. 25)

Aspectos socio-económicos.

Las principales características socio-económicas que debe investigarse dentro del estudio de factibilidad de un proyecto vial son: población urbana y rural, empleo, producción consumo, ingresos, mercados, sistemas comercialización, uso del suelo y estructura predial. (Cuevas, 2010, pág. 25)

Al tomar en cuenta estas características, se podrá llegar a conclusiones precisas sobre las necesidades que se deben de suplir con el proyecto, así de esta manera lograr cumplir con las necesidades del área de influencia.

Ejemplo de concientización de un proyecto de ingeniería civil.

Actividad 1: Implementación de sensibilización sobre el desarrollo de proyectos comunitarios.

Objetivo: Realizar una capacitación a los pobladores para poder informar sobre los efectos negativos que se dan en las comunidades rurales al tener un déficit de desarrollo de proyectos que promuevan el avance de la comunidad.

Desarrollo: La capacitación será dada por los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Malacatán, San Marcos, y su finalidad será dar a conocer los efectos negativos al tener inexistencia o poco desarrollo de proyectos comunitarios, así también de sensibilizar a los pobladores para poder brindar apoyo al COCODE para implementar más proyectos que solucionen problemas en la comunidad.

En la capacitación se le dará tiempo al personal de la DMP para aclarar toda duda con respecto a los puntos.

Queda a criterio el desarrollo de la capacitación a la DMP, para el suficiente tiempo para la buena y suficiente explicación de los puntos y para el mejor entendimiento.

Figura 15: Inauguración de adoquinado que beneficia la comunidad en aldea La Montañita, Malacatán, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., septiembre. 2016.

Tipos de pavimentos.

Pavimentos rígidos y flexibles.

La pavimentación de carreteras, calles y aeropuertos utiliza diversas técnicas y procesos con la finalidad de dar seguridad y comodidad al usuario y duración a la construcción. (Bolaños, 2007, pág. 9)

Los pavimentos se componen de capas sobrepuestas con finalidades específicas. Al utilizar una vía pavimentada el usuario ve apenas los beneficios con relación a la utilidad y comodidad ofrecida apenas por la capa superficial, o sea, la capa de rodamiento. El usuario común no imagina que el desempeño de ésta dependa fundamentalmente de las capas inferiores de soporte. (Bolaños, 2007, pág. 9)

Los pavimentos están divididos, en lo que se refiere a su capa superficial en dos grupos:

a. Pavimentos Rígidos

b. Pavimentos Flexibles

Pavimentos rígidos

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico o cemento Pórtland que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de dilatación entre losas. (Bolaños, 2007, pág. 9)

Este tipo de pavimento se utiliza generalmente en proyectos destinados a soportar grandes cargas, intenso tráfico o incluso en terrenos de baja capacidad de soporte. Su mayor aplicación, hoy, está en la pavimentación de grandes carreteras, avenidas de intenso tráfico pesado, aeropuertos, áreas portuarias de movimiento de cargas pesadas, etc. (Bolaños, 2007, pág. 10)

Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles elaborados a partir de la mezcla de áridos y cemento asfáltico resultan más económicos en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 20 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante

para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y lasub-base. (Bolaños, 2007, pág. 10)

Se usan e indican para la mayoría de los proyectos de pavimentación. Esa técnica de pavimentación tiene a su disposición varios procesos diferentes cuya elección depende de la evaluación de costos, intensidad de tráfico, vida útil, etc. (Bolaños, 2007, pág. 10)

Los principales procesos utilizados en la construcción de pavimentos flexibles son:

- a. Concreto Betuminoso Plantado en Caliente (CBUQ)
- b. Premezclados en frío (PMQ)
- c. Tratamientos Superficiales
- d. Micro concreto Betuminoso

Pavimentos asfálticos y rígidos.

Pavimento asfáltico.

Tiene como objetivo fijar los requerimientos y los tipos de pavimentos que son utilizados como concreto asfáltico en frío y en caliente y todos los procedimientos que se le deben de realizar como los tratamientos asfálticos superficiales, sellos asfálticos, sellado de grietas, bacheo, riego de imprimación y riego de liga. (García, 2013, pág. 26)

Pavimento Rígido de concreto.

Tiene como objetivo fijar los requerimientos para la construcción y rehabilitación de pavimentos rígidos que están clasificados como los pavimentos de concreto hidráulico. (García, 2013, pág. 31)

Indica los procedimientos que consisten en la construcción sobre subrasante, subbase o base preparada y aceptada previamente, de la carpeta o losa de pavimento de

concreto, de acuerdo con los planos, incluye la fabricación y suministro del concreto estructural, y el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto según lo indicado en esta sección, ajustado a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas. (García, 2013, pág. 31)

Descripción del área de estudio.

El área de estudio debe de ser descrita en base a los datos oficiales que se manejen del área, pueden apoyarse de documentos oficiales como lo son los Planes de Desarrollo Municipal, elaborados por las municipalidades correspondientes bajo la supervisión y apoyo de la Secretaria de Planificación y Programación de la residencia de a Republica de Guatemala –SEGEPLAN-.

Una carretera está constituida por una faja de terreno construida artificialmente sobre el mismo.

Está compuesta de un conjunto de alineaciones rectas unidas mediante curvas horizontales y de transición en el plano horizontal y por líneas de rasante unidas por curvas verticales cóncavas o convexas en el plano vertical. Posee además una sección transversal de un ancho determinado que constituirá la obra básica del camino, en la que está localizada la calzada, espaldones, estructuras de drenaje y pavimento, conocida como el firme de la carretera por la que circula el tráfico vehicular. (Cuevas, 2010, pág. 3)

El proyecto de una carretera sigue normas específicas de diseño geométrico las cuales garantizan la seguridad y confort para los usuarios del camino, a partir de diseños económicos y eficientes al asegurar alineamientos horizontales, verticales y secciones transversales uniformes. (Cuevas, 2010, pág. 3)

En terrenos de topografía plana, el trazado de una carretera, no está gobernado por las pendientes. Si el proyecto se realiza sobre terrenos ondulados, existirá una mediana

adaptación entre las pendientes del terreno y las del trazado; en cambio si el terreno es montañoso, las pendientes gobiernan el trazado”. (Cuevas, 2010, pág. 3)

Principales características de las carreteras.

Conocer de las generalidades que caracterizan a las carreteras es vital para la comprensión de la propuesta.

Las carreteras de mayor importancia, se caracterizan por tener buenas características y se diseñan para soportar grandes volúmenes de tráfico a elevadas velocidades; en cambio los caminos rurales que son carreteras de menor importancia, soportan por lo general bajos volúmenes de tráfico y se diseñan para bajas velocidades de circulación lo cual disminuye sus costos. (Cuevas, 2010, pág. 3)

La mayoría de los caminos vecinales que se construyen en nuestro país soportan un T.P.D.A menor a 100 vehículos y en algunos casos inclusive menor a 50, a partir de incrementarse a 300 vehículos por día o más, en caminos cercanos a importantes centros poblados. (Cuevas, 2010, pág. 3)

Las carreteras que presentan mejores características geométricas, proporcionan mayor facilidad, comodidad y ventajas para la circulación vehicular, así como para el transporte de la producción, beneficio grandemente a los usuarios del camino. (Cuevas, 2010, pág. 3)

Debido a la reducción de los costos de operación, de tiempo y de peligro de accidentes; sin embargo, la construcción de estas carreteras resulta muy costosa, ya que por lo general es necesario realizar grandes movimientos de tierras, construir puentes, estructuras de drenaje y pavimentos de alto costo. (Cuevas, 2010, pág. 3)

Es necesario además considerar que constantemente, los nuevos vehículos comerciales y de transporte. Que circulan por las carreteras incrementan considerablemente el tráfico, de tal manera que mucho antes de llegar al período de

diseño generalmente de 25 años, quedarán agotadas las posibilidades de servicio de las mismas. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Clasificación de las carreteras según su importancia.

A partir de la importancia que tienen las carreteras en el desarrollo de los pueblos; pueden clasificarse en:

Carreteras nacionales.

Forman parte de la red vial principal, a partir de las provincias más importantes de nuestro país, tienen excelentes características geométricas, tráfico elevado y altas velocidades de diseño. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Carreteras de interés provisional.

Constituyen la red vial secundaria, a partir de importantes provincias, se enlazan a la red principal. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Carreteras inter cantonales.

Poseen características geométricas inferiores a las anteriores, conectan entre sí los diferentes cantones de una provincia, soportan por lo general bajas intensidades de tráfico y se enlazan a las de interés provincial. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Caminos rurales.

Son carreteras de costos relativamente bajo, con volúmenes de tráfico muy bajos, que unen las parroquias con las cabeceras cantonales; estos caminos tienen anchos de calzada de 4.0 y 5.2m. Con la finalidad de que sean estables y transitables tanto en invierno como en verano, deberán estar afirmados mediante sub-bases o bases granulares. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Es importante conocer de los diferentes tipos de caminos y las características de los mismos.

Figura 16: Mejoramiento de camino rural, empedrado, Comitancillo, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., agosto. 2018.

Consideraciones generales sobre el diseño geométrico de las carreteras.

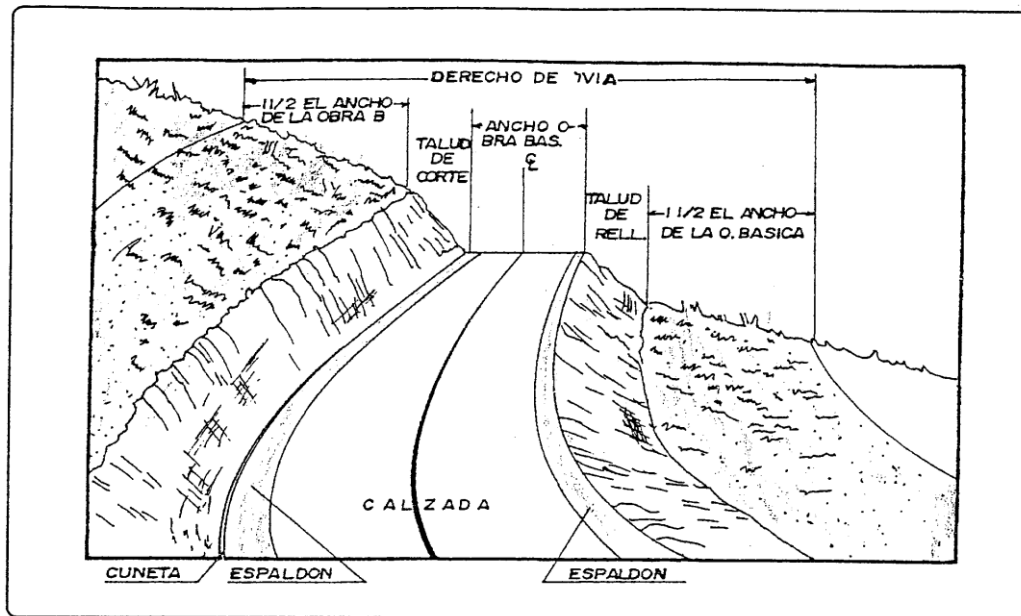
Las especificaciones relacionadas con el diseño geométrico de carreteras, se refieren a las características y dimensiones de la obra básica: anchos de plataforma calzada y espaldones, taludes, pendientes longitudinales y transversales, velocidades de diseño y circulación, radios mínimos de curvatura, condiciones de visibilidad etc. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Las especificaciones de diseño, proporcionan normas tanto para la ejecución de los proyectos horizontal y vertical, así como para el diseño de secciones transversales y demás características geométricas de las carreteras. (Cuevas, 2010, pág. 4)

La plataforma del camino, es la superficie sobre la cual se realizan las operaciones de transporte y circulación de los vehículos, está sujeta a elevados y frecuentes esfuerzos debidos al tráfico; razón por la cual debe construirse con materiales de buena calidad

y las especificaciones recomendadas por el MOP, en lo referente a materiales, equipos y métodos de construcción, etc. (Cuevas, 2010, pág. 4)

Figura 17: Elementos de una carretera.



Fuente: Proyecto, construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Cuevas, Ing. Pio.

El conductor.

El comportamiento de los conductores (choferes), es uno de los factores básicos que influye de la manera directa en el diseño de una carretera. (Cuevas, 2010, pág. 5)

El tiempo de percepción - reacción es el intervalo de más tiempo en el cual el conductor percibe un peligro y reacciona, según investigaciones realizadas por la AAAHTO varía entre 0.5 y 3 segundos. Para calcular la distancia de visibilidad de parada recomienda 2.5 segundos. Como tiempo de percepción - reacción de frenado. (Cuevas, 2010, pág. 5)

El tráfico vehicular en las carreteras.

El tráfico vehicular es un factor fundamental en el diseño geométrico de las carreteras; aunque resulta difícil determinar con absoluta certeza el volumen, composición, tipo

e intensidad del tráfico que habrá de soportar el camino durante su vida útil, debe ser estimado con la mayor precisión posible, ya que está íntimamente relacionado con la velocidad y capacidad de la carretera. (Cuevas, 2010, pág. 11)

Factores que influyen de manera determinante en la selección de las características geométricas y en costo del futuro camino; por otro lado, conocer el volumen del tráfico nos permitirá compararlo con la capacidad que puede soportar el camino. (Cuevas, 2010, pág. 11)

En todo camino o carretera que se proyecta, se determina el tráfico actual en base del cual se realiza la proyección para un período correspondiente al de vida útil del proyecto, obteniéndose el tráfico futuro o proyectado. (Cuevas, 2010, pág. 11)

Los estudios de tráfico, son a veces costosos; sin embargo, no debemos preocuparnos exageradamente de los mismos, a partir de que los beneficios que proporciona en el diseño de las carreteras. (Cuevas, 2010, pág. 11)

Figura 18: Tráfico vehicular ciudad de Guatemala.



Fuente: Google.

Figura 19: Camino de baja densidad de tráfico, San José Ojetenam, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., marzo. 2016.

Diseño de carpeta de rodadura.

Es una capa de arena gruesa que se coloca sobre la capa de base antes de colocar el pavimento. (BENÍTEZ, 2007, pág. 79)

Esta capa de la estructura del pavimento tiene la función de proteger la base permeabiliza la superficie, con el objeto de evitar posibles infiltraciones de agua que destruyan las capas inferiores. También evita el desgaste del base provocado por el tránsito. (BENÍTEZ, 2007, pág. 80)

Por otro lado, la capa de rodadura también contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento en función de su espesor. (BENÍTEZ, 2007, pág. 80)

Entre los distintos tipos de capas de rodadura, se pueden mencionar los siguientes:

Carpeta de rodadura de concreto (pavimento rígido)

Carpeta de concreto asfáltico en caliente

Carpeta de mezclas asfálticas en frío

Macadams

Adoquines de concreto.

Las funciones de esta capa son:

Proporcionar un acomodamiento para el pavimento sobre la capa de base, cubre perfectamente las pequeñas irregularidades que ésta pudiera tener.

Ofrece una sustentación y un apoyo uniforme en toda la superficie del pavimento.

El propósito de esta capa o carpeta de rodadura es proveer una superficie que cumpla con las siguientes funciones:

Proteger las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y el frío.

Ofrecer una superficie de rodadura lisa y uniforme.

Resistir, con desgaste mínimo, los esfuerzos producidos por las llantas de los vehículos.

Figura 20: Compactación previa a elaboración de pavimento rígido de concreto, San Miguel, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., febrero. 2019.

Método de diseño de pavimento rígido

Método aashto pavimentos rígidos

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en losas de concreto simple o armado, apoyadas directamente sobre una base o sub-base.

(Bolaños, 2007, pág. 68)

a) Modelo matemático.

La fórmula general de diseño, relaciona el número de ejes equivalentes de 8,16 Ton con el espesor de la losa de concreto, para diferentes valores de los parámetros de cálculo. (Bolaños, 2007, pág. 68)

b) Ecuación de diseño.

Figura 21: Ecuaciones de diseño de pavimento rígido.

$$T_d = \left[\frac{H + 2.54}{2.588} \right]^{7.35} * 10^\alpha * \beta^{(4.22 - 0.32 R_f)}$$

$$\alpha = \frac{\log\left(\frac{\Delta P}{3}\right)}{\left[1 + \left(\frac{18.078}{H + 2.54}\right)\right]^{8.45}}$$

$$\beta = \left(\frac{Rd * Cd}{15.185 * J}\right) * \left[\frac{H^{0.75} - 2.278}{H^{0.75} - 46.79 * \left(\frac{Kd}{E}\right)^{0.25}} \right]$$

Fuente: Guía teórica y práctica del curso de pavimentos y mantenimiento de carreteras., tesis USAC, Walter Raúl Barrios Bolaños.

En que:

EE = Ejes equivalentes de 8.16 Ton. totales para la vida de diseño.

H = Espesor de las losas en cm.

Rd = Resistencia media a la flexotracción a los 28 días del concreto.

Cd = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Kd = Módulo de reacción de diseño en Kg./cm³.

E = Módulo de elasticidad del concreto en Kg./cm².

P = Pérdida de serviciabilidad = Pi - Pf

Pi = Índice de serviciabilidad inicial. Normalmente el valor Pi = 4.5

Pf = Índice de serviciabilidad final. Normalmente Pf = 2.0 ó 2.5

c) Confiabilidad en el diseño (r)

La confiabilidad (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. (Bolaños, 2007, pág. 69)

d) Factor de confiabilidad (fc)

Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de STUDENT (Zr). A su vez, Zr determina, en conjunto con el factor "So", un factor de confiabilidad (Fc). (Bolaños, 2007, p. 69)

$$F_c = 10^{(-Z_r * S_o)}$$

Donde:

Zr = Coeficiente de Student para el nivel de confiabilidad (R%) adoptado.

So = Desviación normal del error combinado en la estimación de los parámetros de diseño y modelo de deterioro.

e) Tránsito de diseño (td)

El tránsito de diseño se obtiene a partir de la ponderación de los ejes equivalentes de diseño (TTE) por el factor de confiabilidad (Fc). (Bolaños, 2007, pág. 70)

$$Td = TTE * Fc$$

f) Modulo de reacción de diseño

“Un factor de relativa importancia en el diseño de espesores de un pavimento de concreto es la calidad del suelo que conforma la subrasante”. (Bolaños, 2007, pág. 70)

Esta, usualmente se refiere al módulo de reacción de la subrasante k, que representa la presión de una placa circular rígida de 76 cm. de diámetro dividida por la deformación que dicha presión genera. Su unidad de medida es el Kg./cm²/cm. (Kg./cm³). (Bolaños, 2007, pág. 70)

Debido a que el ensayo correspondiente (Norma AASHTO T222-78) es lento y caro de realizar, habitualmente se calcula correlacionándolo con otro tipo de ensayos más rápidos de ejecutar, tales como la clasificación de suelos o el ensayo CBR. (Bolaños, 2007, pág. 70)

Sub-rasante

$$K = 0.25 * \log(C.B.R.) \text{----- (Kg. /cm}^3\text{) C.B.R. < 10 \%}$$

Sub-base granular

$$K = 4.51 * \log(C.B.R.) \text{----- (Kg. /cm}^3\text{) C.B.R. > 10 \%}$$

$$Kc = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{Kb}{K} \right)^{2/3} \right]^{1/2} * K$$

Kc = Módulo de reacción corregido.

K_b = Módulo de la base.

h = Espesor de la sub-base.

Sub-base rígida (base tratada).

Figura 22: Ecuaciones de diseño de sub-base rígida.

$$m = \frac{15 * K}{E}$$

Donde:

$$K_c = \left[\frac{(1 - m)}{\left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{1}{m} \right)^{2/3} \right)^{1/2}} \right] * m$$

Por último:

$$K_c = \frac{K}{F_w}$$

Fuente: Guía teórica y práctica del curso de pavimentos y mantenimiento de carreteras., tesis USAC, Walter Raúl Barrios Bolaños.

Las características de drenabilidad se expresan a través de un coeficiente de drenaje de la sub-base (C_d), cuyo valor depende del tiempo en que ésta se encuentra expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación y del tiempo en que drena el agua. (Bolaños, 2007, pág. 71)

El primer factor indicado depende, a su vez, del nivel de precipitación de la zona, altura de la rasante, bombeo o inclinación transversal, sistema de saneamiento superficial, etc. (Bolaños, 2007, pág. 71)

El segundo factor depende de la calidad de los materiales de sub-base, existencia de drenaje y propiedades de permeabilidad de la subrasante. (Bolaños, 2007, pág. 71).

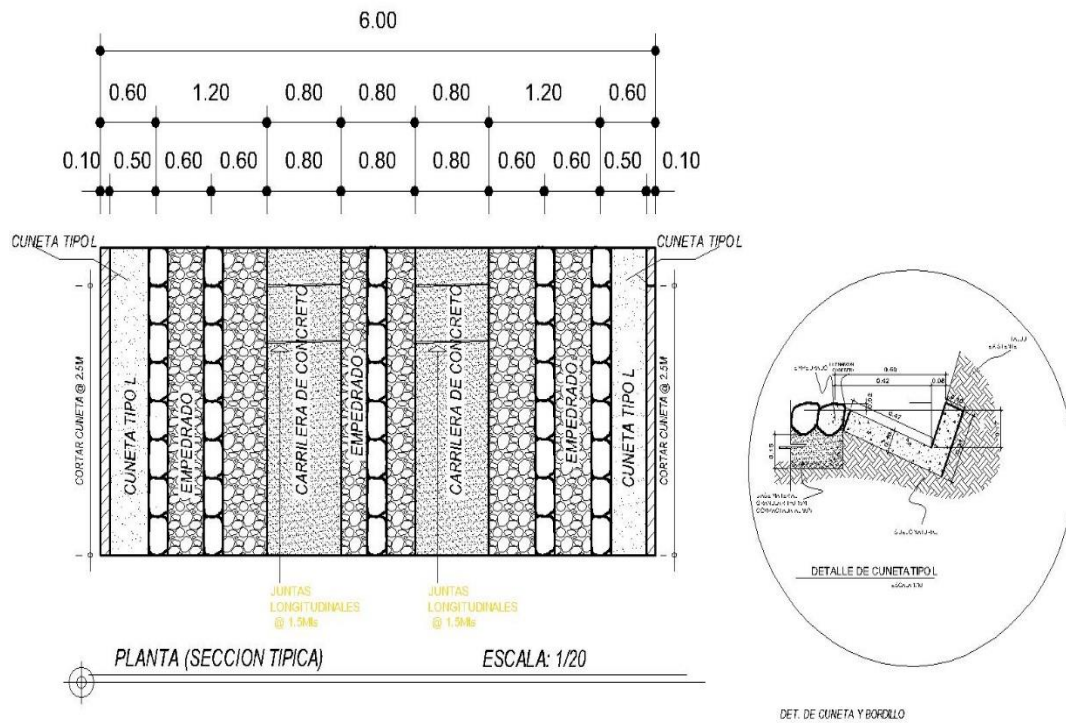
g) Coeficiente de transferencia de cargas (J)

La capacidad de carga representa la capacidad de un pavimento de concreto de transferir parte de las cargas solicitantes a través de las juntas transversales. La eficiencia de la transferencia de carga depende de múltiples factores y tiende a disminuir durante la edad con las repeticiones de carga. (Bolaños, 2007, pág. 72)

Dentro de los factores más importantes de eficiencia se pueden mencionar los siguientes:

- a) Existencia de dispositivos especiales de transferencia de cargas. Esto es, barras de traspaso o zapatas de juntas.
- b) Interacción de las caras de junta transversal. Para el caso de no existir dispositivos especiales puede existir transferencia por roce entre las caras de la junta. Su eficiencia depende básicamente de la abertura de la junta y de la angulosidad de los agregados.

Figura 23: Diseño y dibujo de carpeta de rodadura, de mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, aldea Chininguitz, San Miguel Ixtahuacan, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., diciembre. 2020.

Figura 24: Mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, San Lorenzo, San Marcos.



Fuente: Bamaca, F., junio. 2017.

Consideraciones del diseño de pavimento rígido.

Especificaciones.

Especificaciones Internacionales, AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

La AASSHTO (Asociación Americana de Carreteras del Estado y Oficiales de Transporte, por sus siglas en ingles) es una asociación independiente y no lucrativa, que representa los departamentos de carreteras y transporte en los 50 estados del distrito de Colombia, y Puerto Rico. Representa los cinco modos del transporte: aéreo, terrestre, público, ferroviario y marítimo. Su meta fundamental es fomentar el desarrollo, operación, y mantenimiento de un sistema de transporte nacional integrado. (Bolaños, 2007, pág. 133)

La AASHTO aboga políticas relacionadas con el transporte y proporciona servicios técnicos a los estados como una ayuda a sus esfuerzos de movilizar segura y eficientemente gente y mercancías. Los objetivos de AASHTO son los siguientes: (Bolaños, 2007, pág. 133)

a) Reestablecer el transporte como una prioridad nacional.

1. Asegurar la ayuda nacional para obtener un beneficio neto sostenible.
2. Acelerar la entrega de proyectos.
3. Establecer la seguridad como una prioridad nacional.
4. Establecer el transporte como un elemento vital de la seguridad nacional.
5. Aumentar la movilidad a través de nuevas políticas, tecnologías y soluciones de tránsito.

b) Promover y apoyar las iniciativas de estado y de los legisladores del transporte.

1. Crear sociedades estratégicas con otras asociaciones, gobiernos, comercios e industrias. (Bolaños, 2007, pág. 134)
2. Desarrollar una agenda legislativa anual de la acción, mejoramiento, herramientas de comunicación y política para permitir a los departamentos de transporte del estado comunicarse mejor con sus legisladores y con el congreso”. (Bolaños, 2007, pág. 134)
3. Comunicar la importancia del transporte para los ciudadanos, la calidad de vida y la economía de una ciudad”. (Bolaños, 2007, pág. 134)

c) Proporcionar servicios técnicos de calidad mundial.

1. Identificar, notificar y facilitar el uso de la investigación de ingeniería, tecnologías, materiales, procesos y programas. (Bolaños, 2007, pág. 134)

2. Incrementar el uso de los servicios técnicos y productos de AASHTO. (Bolaños, 2007, pág. 134)

3. Aumentar la participación de AASHTO en actividades técnicas y de ingeniería. (Bolaños, 2007, pág. 134)

4. Ampliar las oportunidades de entrenamiento y actualización técnica a los departamentos de transporte. (Bolaños, 2007, pág. 134)

d) Ayudar a los departamentos de transporte con liderazgo y rendimiento.

1. Identificar y aplicar las nuevas técnicas de transporte, liderazgo y administración. (Bolaños, 2007, pág. 135)

2. Proporcionar un marco detallado para la mejora en el desarrollo y entrega de los proyectos de transporte. (Bolaños, 2007, pág. 135)

3. Desarrollar herramientas para ayudar a los departamentos de transporte en la solución de problemas en proyectos de transporte. (Bolaños, 2007, pág. 135)

4. Desarrollar herramientas para ayudar a los departamentos de transporte en la solución de problemas en la selección transporte y almacenaje de materiales en los proyectos de transporte. (Bolaños, 2007, pág. 135)

5. Desarrollar herramientas para ayudar a los departamentos de transporte en reclutamiento, capacitación y actualización del personal para los proyectos de transporte. (Bolaños, 2007, pág. 135)

6. Desarrollar un ambiente que consolide las relaciones comunitarias para la mejor integración del transporte, utilización del suelo, y desarrollo económico. (Bolaños, 2007, pág. 135)

AI (Asphalt Institute)

La calidad del servicio será proporcional a la recomendación que se duara así mismo

El instituto de asfalto (por sus siglas en inglés) es la asociación comercial internacional de los productores de asfalto de petróleo. Su misión es promover el uso, ventajas y funcionamiento de la calidad del asfalto de petróleo, con la ingeniería, investigación, comercialización y actividades educativas, y con la resolución de las ediciones que afectan la industria. (Bolaños, 2007, pág. 135)

A través de varios comités y sociedades, el instituto del asfalto sirve a sus miembros como centro de la excelencia para la salud, seguridad y problemas ambientales. AI promueve el asfalto de petróleo como un material seguro y ambientalmente amistoso de construcción para carreteras, para las calles, y para sistemas de techado a través de programa de investigación científica y desarrollos tecnológicos. (Bolaños, 2007, pág. 136)

El Laboratorio del Instituto de Asfalto es una instalación líder en investigación, análisis y ensayos de la industria de asfalto. Es reconocido por el liderazgo en soluciones a asuntos técnicos que afectan la industria de asfalto, y sirven como un centro de atención para la aplicación de nueva tecnología basada en los estándares más altos del desempeño. (Bolaños, 2007, pág. 136)

El Instituto del Asfalto promueve el uso de productos basados en el asfalto a través de su participación en la Alianza de Pavimentos Flexibles (Asphalt Pavement Alliance), una coalición de la industria cuya misión es aumentar el uso y calidad de los asfaltos de mezcla en caliente, basándose en la investigación, transferencia de tecnología, ingeniería, educación e innovación. (Bolaños, 2007, pág. 136)

Las publicaciones y seminarios del Instituto del asfalto educan a los usuarios y autoridades en las prácticas apropiadas para el diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de toda clase de pavimentos de asfalto. La revista del asfalto alcanza una audiencia de alrededor de 18.000 profesionales de la industria con información auténtica en lo último respecto a materiales y técnicas para la industria de asfalto. (Bolaños, 2007, pág. 136)

Especificaciones Nacionales

Las especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes, es el compendio que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los Contratistas, para todas sus obras. (Bolaños, 2007, pág. 137)

Tratándose de normas generales, su aplicación no debe hacerse indistintamente para una carretera de primera que para un camino de penetración. Para cada proyecto deben diseñarse las Disposiciones Especiales que para éste prevalezcan, describe además las características especiales de la obra. (Bolaños, 2007, pág. 137)

Figura 25: Especificaciones técnicas de proyecto de mejoramiento de empedrado con carrileras de concreto, de acuerdo a las normas AASHTO.

<p>ESPECIFICACIONES TECNICAS:</p> <p>EMPEDRADO: - EL EMPEDRADO SERA DE PIEDRA QUEBRADA DE UN DIAMETRO MINIMO DE 4" Y UN MAXIMO DE 6".</p> <p>CEMENTO: - EL CEMENTO A UTILIZAR SERA TIPO I (NORMAL) NINGUN CEMENTO PODRA UTILIZARSE CUANDO TENGA MAS DE UN MES DE ALMACENAMIENTO. EL LUGAR DESTINADO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO (BODEGA) DEBERA GARANTIZAR INALTERABILIDAD DEL MISMO.</p> <p>ARENA: - ESTARA COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS LIBRES DE MATERIAL ORGANICO, TAMBIEN ESTARA LIBRE DE MATERIAS QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL CONCRETO.</p> <p>PIEDRIN: - SERA DE ROCA TRITURADA O GRAVA Y DEBERA ESTAR FORMADO DE PARTICULAS DURAS, RESISTENTES Y LIMPIAS; DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 1" Y UN MAXIMO DE 1-1/2"</p> <p>AGUA: - EL AGUA QUE SE UTILICE EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA ESTAR LIMPIA, LIBRE DE MATERIAL ORGANICO Y CON HUMEDAD MINIMA. EL VOLUMEN DE AGUA A EMPLEARSE DEBERA SER TAL, CON EL QUE OBTENGA UNA MEZCLA TRABAJABLE CON LA RESISTENCIA DESEADA.</p> <p>MEZCLADO: - TODO EL CONCRETO A USAR SERA MEZCLADO A MAQUINA SIN EXCEPCION Y VIBRADO MECANICAMENTE. EL TIEMPO DE MEZCLA DEBERA SER POR LO MENOS DE 1-1/2 MINUTOS DESPUES DE QUE TODOS LOS MATERIALES ESTEN COLOCADOS DENTRO DE LA MEZCLADORA.</p> <p>CALIDAD DE CONCRETO: - ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DISEÑAR LA MEZCLA PARA OBTENER LA RESISTENCIA ESPECIFICA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE 210 Kg/ Cm² A LOS 28 DIAS.</p> <p>FORMALETA: - EL CONTRATISTA SERA RESPONSABLE DEL DISEÑO DE LA FORMALETA A UTILIZAR.</p> <p>EXCAVACION: - LA EXCAVACION QUEDA A CRITERIO DEL CONSTRUCTOR LA MANERA DE REALIZARLA.</p> <p>CURADO: - EL CONCRETO RECIENTE VERDIDO DEBERA PROTEGERSE DE LOS RAYOS SOLARES Y DEBERA MANTENERSE MEDIO HUMEDO POR LO MENOS DURANTE 21 DIAS DESPUES DE SU COLOCACION.</p> <p>BASE: - SUELO NATURAL COMPACTADO.</p> <p>ESPECIFICACIONES CONCRETO: 1.- PROPORCION DE CONCRETO 1:2:3 (CEMENTO, ARENA, PIEDRIN) 2.- EL CONCRETO DEBERA TENER UN FC= 210 Kg/ Cm² 3.- RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMO PERMISIBLE 29.30 LB/ SACO DE CEMENTO. 4.- EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN Ø MINIMO DE 3/4". 5.- LA BASE SERA EL SUELO NATURAL COMPACTADO CON LA HUMEDAD OPTIMA. 6.- LAS JUNTAS LONGITUDINALES NO DEBERAN DE SER MAYOR A TRES METROS.</p>
--

Fuente: Bamaca, F., diciembre. 2020.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

A continuación, se presentan los cuadros y las gráficas obtenidas derivado del trabajo de campo realizado por el investigador; de esta manera la comprobación de la hipótesis planteada: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado; **es debido a**: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”, las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica 1 a la 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; y del cuadro y gráfica 6 a la 10; se refiere a la comprobación de la variable independiente o causa principal.

Se hacer referencia que con el cuadro y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente y con el cuadro y gráfica 6 se comprueba la variable independiente.

III.1 Cuadros y gráficas para comprobar el efecto general o variable dependiente

Cuadro 1

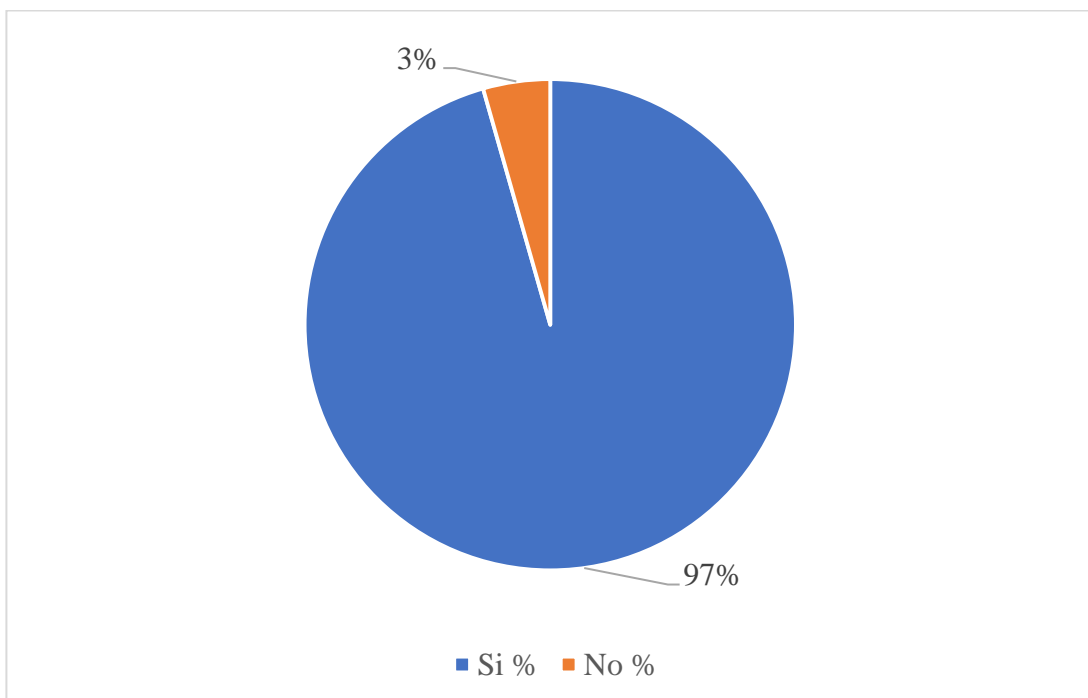
Pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	66	97
No	2	3
TOTAL	68	100

Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 1

Pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años



Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Como se muestra en el cuadro y gráfica anteriores, la mayoría de los agricultores encuestados, consideran que han tenido pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años, con lo cual se comprueba el efecto general o variable dependiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 2

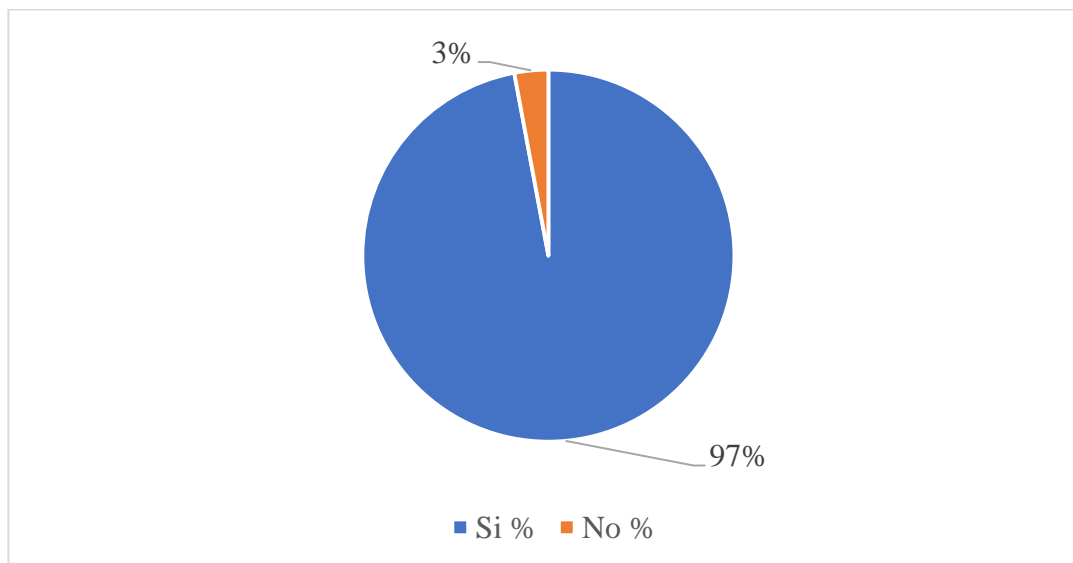
Pérdidas económicas en época de lluvia seguirán al no realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	66	97
No	2	3
TOTAL	68	100

Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 2

Pérdidas económicas en época de lluvia seguirán al no realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino



Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Según la mayoría de los agricultores encuestados, cree que se seguirán las pérdidas económicas en época de lluvia, si no se realiza el mantenimiento adecuado del tramo del camino, lo cual contribuye a la comprobación de la variable dependiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 3

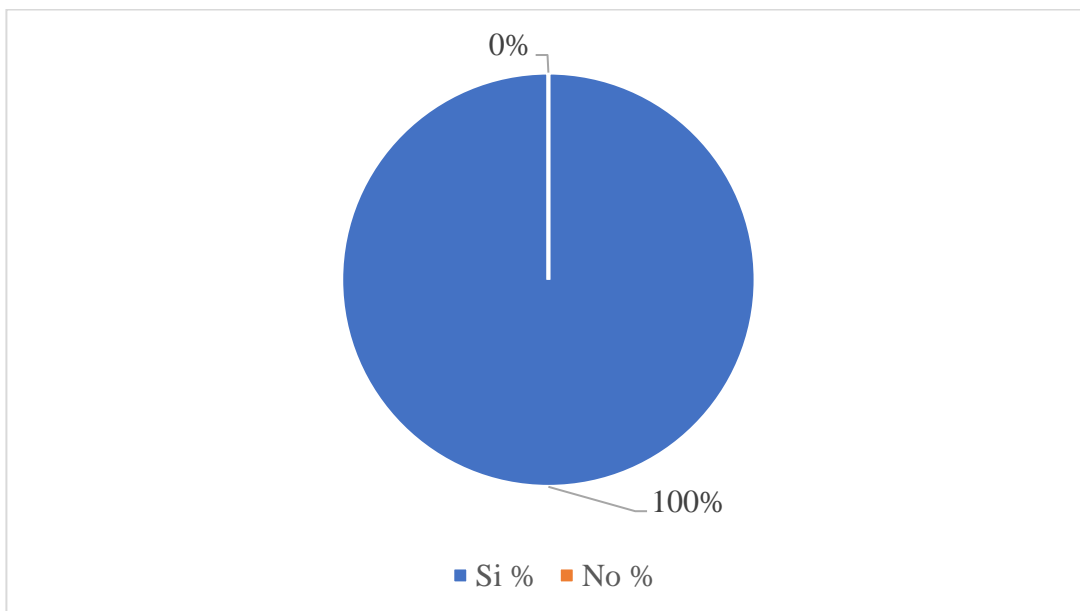
No realizar gestiones para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	68	100
No	0	0
TOTAL	68	100

Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 3

No realizar gestiones para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas



Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Como refleja el cuadro y gráfica anteriores, el total de los agricultores creen que, al no realizar las gestiones necesarias para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas, con lo cual se contribuye a la comprobación de la variable dependiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 4

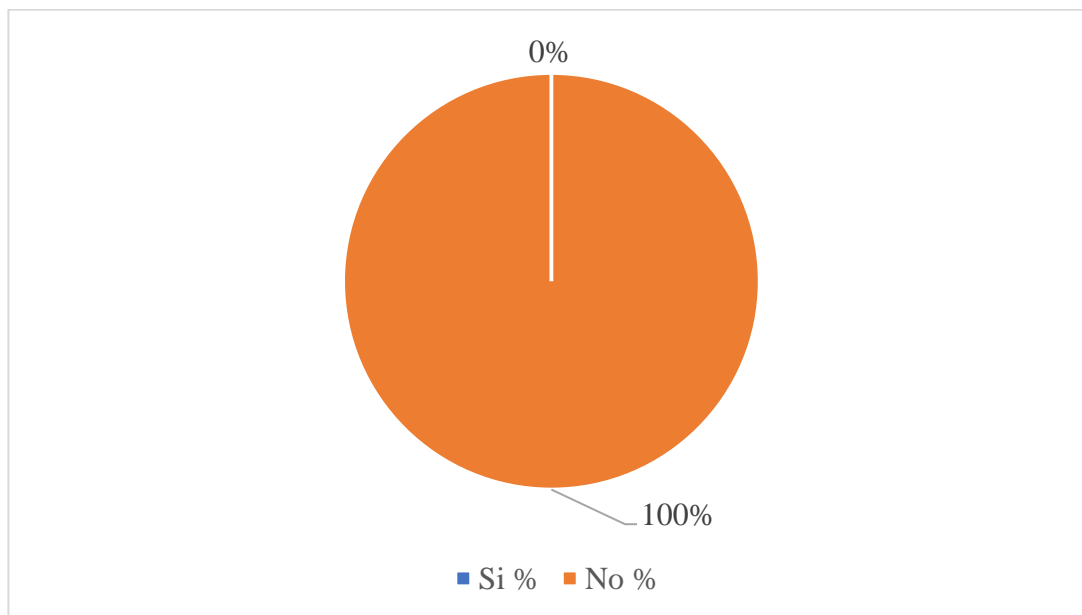
Mantenimiento adecuado y continuo de tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	0	0
No	68	100
TOTAL	68	100

Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 4

Mantenimiento adecuado y continuo de tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.



Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Como lo muestra el cuadro y gráfica anteriores, todos los agricultores creen que no se ha recibido el mantenimiento adecuado continuo al tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, con lo cual se contribuye a la comprobación de la variable dependiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 5

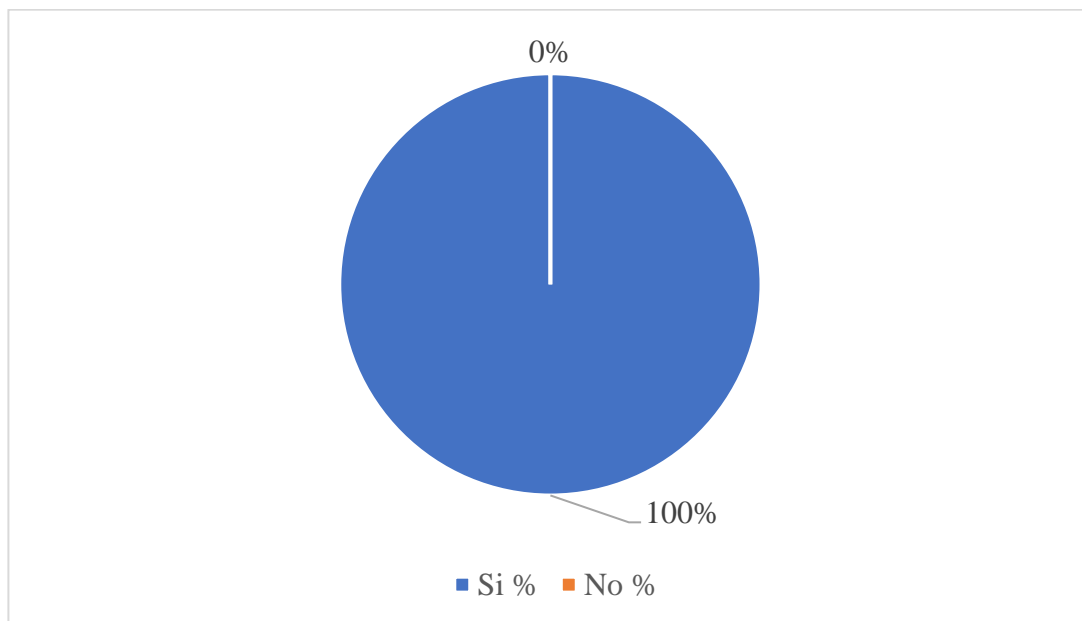
Pérdidas económicas en época de lluvia, es por la falta de un proyecto de pavimentación rígida

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	68	100
No	0	0
TOTAL	68	100

Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 5

Pérdidas económicas en época de lluvia, es por la falta de un proyecto de pavimentación rígida



Fuente: Información obtenida de los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: La totalidad de los agricultores consideran que las pérdidas económicas, se deben a la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, con lo cual se contribuye a la comprobación de la variable dependiente de la hipótesis de trabajo formulada.

III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la causa principal o variable independiente.

Cuadro 6

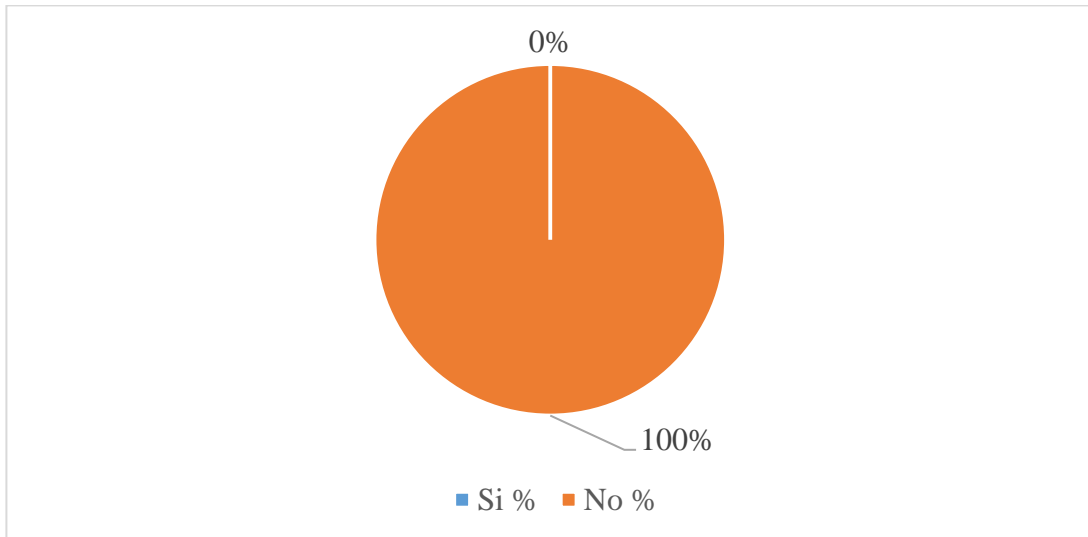
Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	0	0
No	10	100
TOTAL	10	100

Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 6

Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos



Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Como se evidencia en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los encuestados manifiestan que la municipalidad, no cuenta con un proyecto de pavimentación rígida, con lo cual se comprueba de esta manera la variable independiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 7

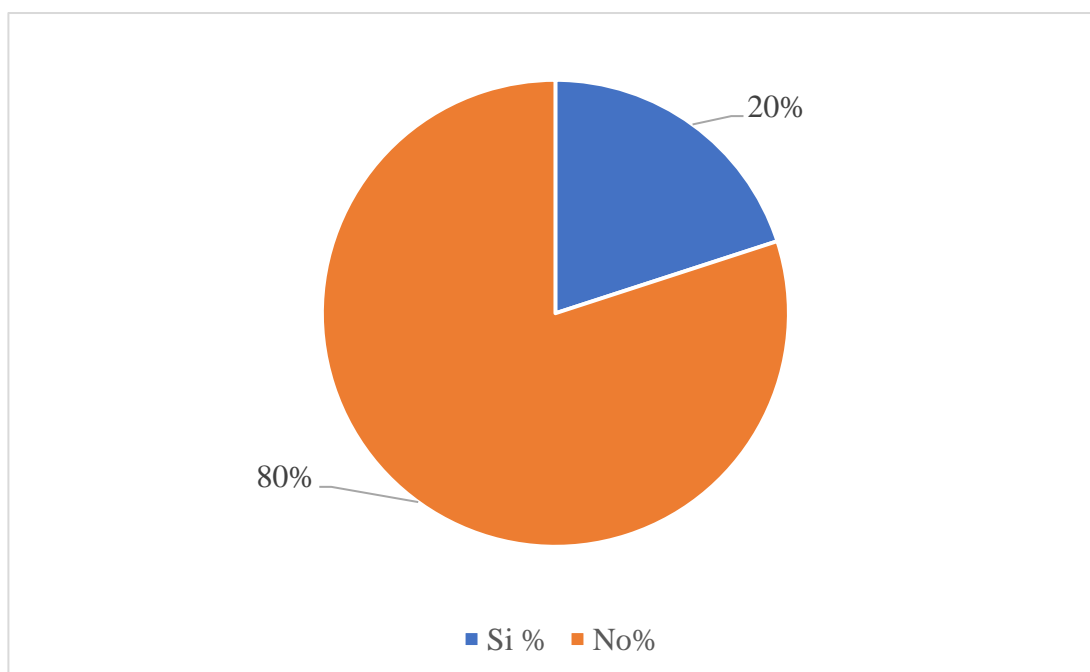
Acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	2	20
No	8	80
TOTAL	10	100

Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 7

Acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos



Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: Como se refleja en el cuadro y gráfica anteriores, más de las tres cuartas partes de los de los encuestados, consideran que no han desarrollado acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino, lo cual contribuye a la comprobación de la variable independiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 8

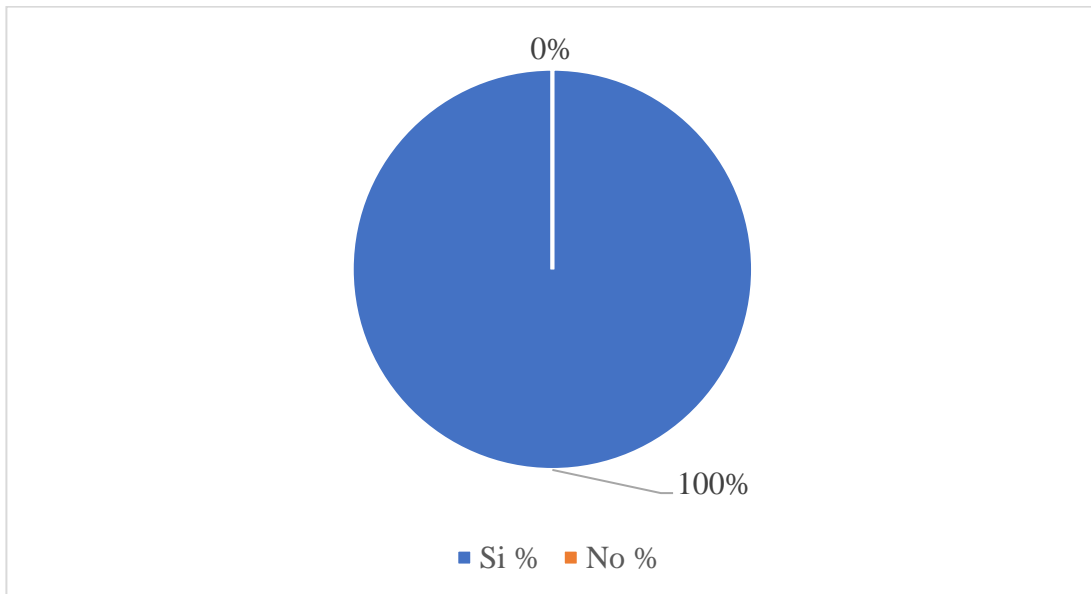
Fortalecimiento a la municipalidad para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 8

Fortalecimiento a la municipalidad para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida



Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: La totalidad de los encuestados, consideran conveniente que la municipalidad sea fortalecida para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, lo cual contribuye a la comprobación de la variable independiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 9

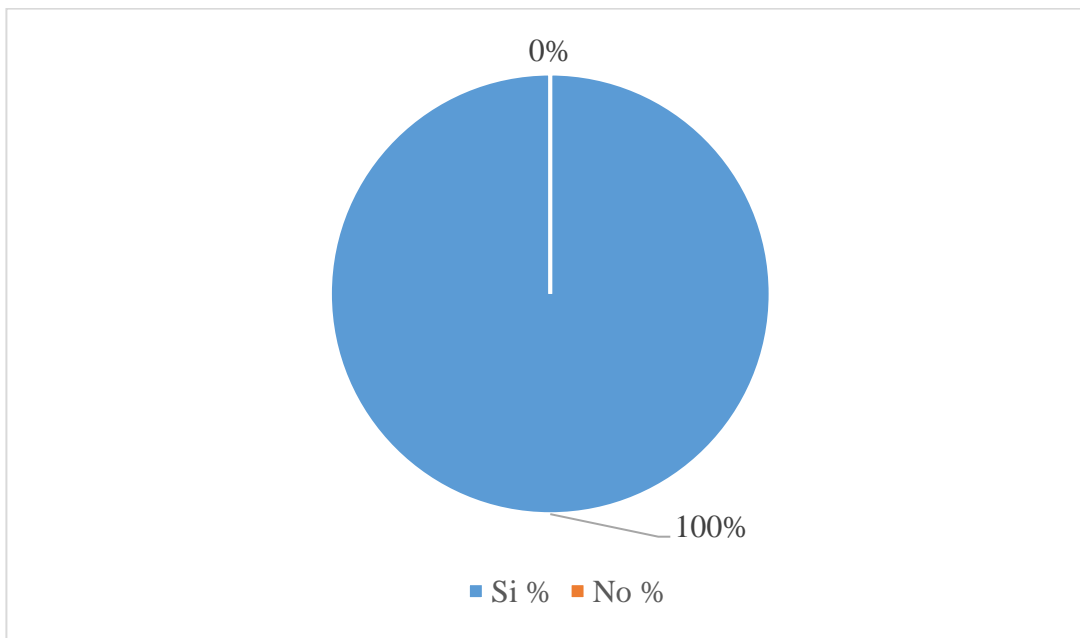
Propuesta de concientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 9

Propuesta de concientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida



Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: El cuadro y gráfica anteriores, indican que el total de los encuestados consideran que, si es necesario que exista una propuesta de concientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, lo cual contribuye a la comprobación de la variable independiente de la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadro 10

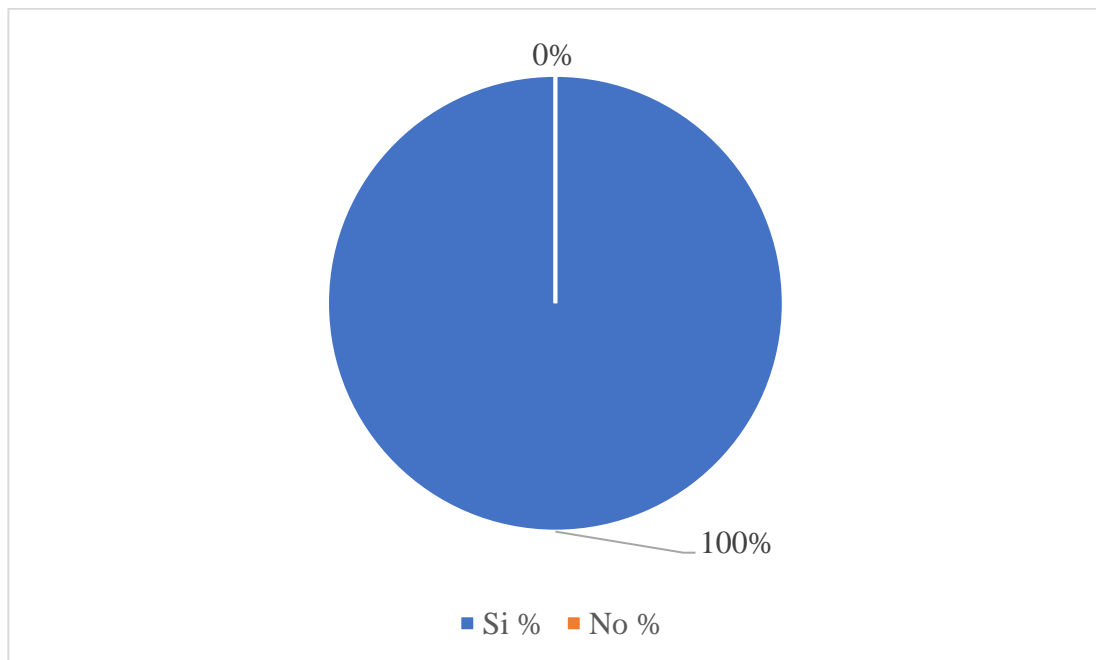
Apoyo en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida

Respuestas	No. De Personas	Porcentaje (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Gráfica 10

Apoyo en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida



Fuente: Información obtenida del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, septiembre de 2021.

Análisis: la totalidad de los encuestados apoyarían en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, lo cual contribuye a la comprobación de la variable independiente de la hipótesis de trabajo formulada.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Esta parte fue elaborada posteriormente a los resultados obtenidos de la investigación, al ser analizado detenidamente las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, con base al estudio realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones y recomendaciones.

IV.1 Conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”, con el 90% del nivel de confianza y 10% para la variable dependiente y el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para la variable independiente.
2. Durante de época de lluvias los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, reconocen haber tenido pérdidas económicas.
3. El mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, causa pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de la aldea.
4. No se han desarrollado acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
5. La falta de un proyecto de pavimentación dirigida, contribuye a que los agricultores de la aldea Escupijá tengan pérdidas económicas en época de lluvia.
6. No existe una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
7. De no realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, las pérdidas económicas para los agricultores continúen.
8. La Aldea carece de conocimientos técnicos para la elaboración de una planificación de una pavimentación rígida.

9. La unidad ejecutora no se encuentra fortalecida, para implementar proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
10. El personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, están de acuerdo en apoyar en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

IV.2 Recomendaciones.

1. Elaborar y ejecutar proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
2. Los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, deberán tomar las acciones necesarias para que en época de lluvias no sigan con pérdidas económicas.
3. Realizar mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, para evitar pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de la Escupijá.
4. Desarrollar las acciones necesarias para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
5. Gestionar proyecto de pavimentación dirigida, que contribuirá a que los agricultores de la aldea Escupijá no tengan pérdidas económicas en época de lluvia.
6. Elaborar propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.
7. Realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, para disminuir las pérdidas económicas para los agricultores.
8. Capacitar a la aldea para que sean partícipes en la elaboración de una planificación de una pavimentación rígida.
9. Fortalecer la unidad ejecutora, para implementar proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos..

10. Utilizar el apoyo del personal de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos, para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BENÍTEZ, E. R. (2007). ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PAVIMENTO DE UN TRAMO CARRETERO, “SAN VICENTE PACAYA A EL PATROCINIO”, ESCUINTLA. Guatemala.
2. Bolaños, W. R. (2007). GUIA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL CURSO DE PAVIMENTOS Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS. Guatemala.
3. COLOCHO, R. S. (2006). Diseño de salón comunal aldea nueva libertad y diseño de pavimento rígido de la calle al Regargar del municipio de el adelanto, Jutiapa. Guatemala.
4. Cuevas, I. P. (2010). Proyecto, construcción, fiscalización y mantenimiento de caminos. Mexico.
5. FREDERICK, S. K. (1991). Manual del Ingeniero Civil Tomo I. México.: Editorial Mc. Graw-Hill.
6. García, E. S. (2013). METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. Guatemala.
7. MONROY, E. N. (2014). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LEVANTAMIENTOS POR MÉTODO TAQUIMÉTRICO Y LEVANTAMIENTOS ESTACIÓN TOTAL. GUATEMALA.
8. Orellana, T. J. (2014). SEGURIDAD VIAL EN CAMINOS RURALES, REALIZANDO MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. Guatemala.
9. ORTEGA, L. E. (2014). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS EN GUATEMALA. GUATEMALA.

10. URRUTIA, B. M., & PERALTA., B. J. (2016). COMPARACION TECNICO-ECONOMICA DEL USO DE PAVIMENTORIGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE EN NICARAGUA. Nicaragua.

11. ZIRIÓN, R. A. (2007). ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL PAVIMENTO FLEXIBLE Y EL PAVIMENTO RÍGIDO. Guatemala.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de investigación: Dominó

F-30-07-2019-01

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

Elaborado por: Fredy Brayan Bámaca Miranda

Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala

Fecha: 10 de septiembre de 2022

Carné: 13-077-0055

Numero de aprobación de árbol: 01-472-077-20



Jorge Arturo Gordillo Reyes
Ingeniero Ambiental
Col. No. 7077

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años.	4) Objetivo general Disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general: Indicadores: Al quinto año de implementado el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se disminuyen en un 90% las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores (...)
2) Problema central Mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	5) Objetivo específico Realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	Verificadores: Registros de agricultores, estadísticas, fotografías, informes (...)

		Cooperantes o supuestos: la Municipalidad de Sipacapa, y comunitarios de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, apoyan en la implementación del proyecto.
3) Causa principal o variable independiente Falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	6) Nombre PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN MARCOS.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al quinto año de implementado el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se realiza en un 100% el mantenimiento adecuado del tramo (...) Verificadores: Acta de recepción del proyecto, fotografías, informes, bitácora (...) Cooperantes o supuestos: la Municipalidad de Sipacapa, y comunitarios de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, apoyan en la implementación del proyecto
7) Hipótesis "Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida". ¿Será la falta de un proyecto de pavimentación rígida, la causa de las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en	12) Resultados o productos <ul style="list-style-type: none">• Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida.• Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.• Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino	

Jorge Arturo Gendillo Rojas
Ingeniero Ambiental
Cej. No. 7077

los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado?	ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1. ¿Considera usted que ha tenido pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años? Si ___ No ___</p> <p>2. ¿Cree usted que se seguirán dando las pérdidas económicas en época de lluvia, si no se realiza el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos? Si ___ No ___</p> <p>Se realizará una encuesta y será dirigida a los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se encuestarán a 68 agricultores y para el cálculo de la muestra se utilizará la fórmula para el caso de población infinita cualitativa con un 90% de nivel de confianza y un 10% de error</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo No aplica para licenciaturas.</p>	

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]


[Handwritten signature]

George Arturo Godillo Reyes
Ingeniero Ambiental
Col. No. 7077

de muestreo, utilizando 0.5 para p y 0.5 para q.		
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Cuenta la municipalidad con un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos? Si ___ No ___</p> <p>2. ¿Ha realizado acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos? Si ___ No ___ ¿Cuáles?</p> <p>Se realizará un censo y será dirigido al personal dela Municipalidad de Sipacapa, San Marcos.</p>		
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Topografía 2. Mantenimiento de caminos 3. Pavimentación 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p>	

[Handwritten signature]

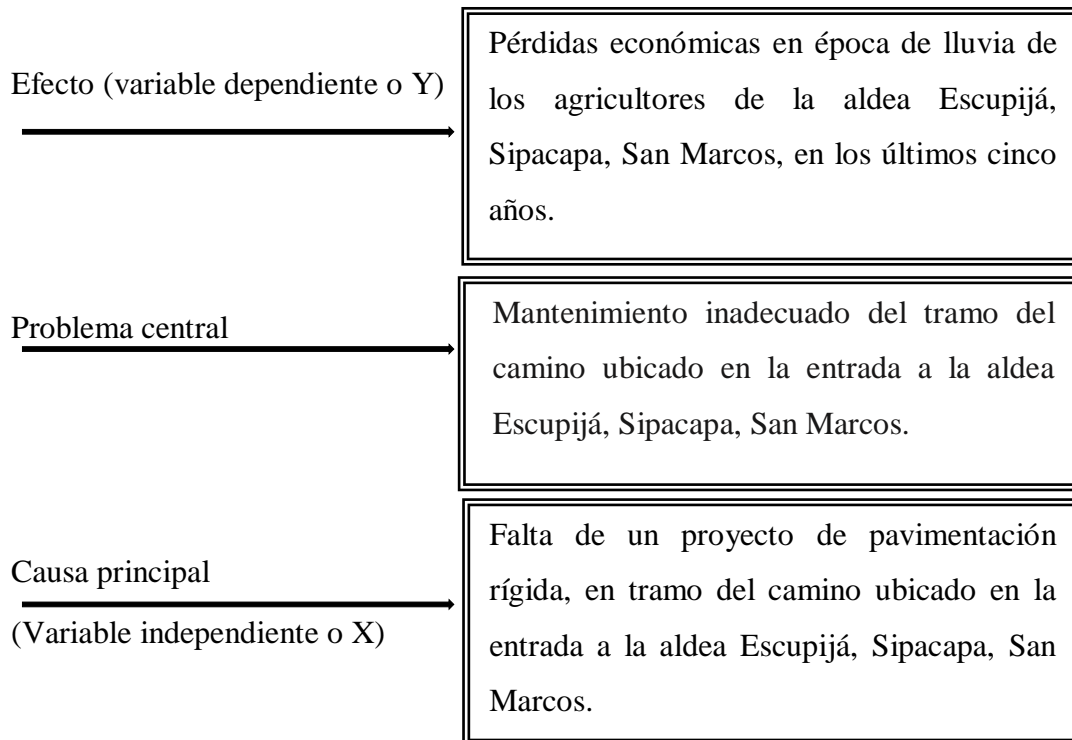
Jose Arturo Gordillo Reyes
Ingeniero Ambiental
Col. No. 7077

<p>4. Proyectos 5. Pérdidas económicas 6. Concientización 7. Tipos de pavimentos rígidos 8. Descripción del área de estudio 9. Diseño de la carpeta de rodadura 10. Consideraciones del diseño de pavimento rígido (Subrasante, sub base y rodadura)</p>	<p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida A1 An</p> <p>R2: Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. A1 An</p> <p>R3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. A1 An</p>	
<p>11) Justificación El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p> <p>Con la implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se logrará disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores y corregir el problema del mantenimiento inadecuado de dicho tramo.</p>		

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

Tópico: Mantenimiento inadecuado del tramo del camino

Árbol de problemas

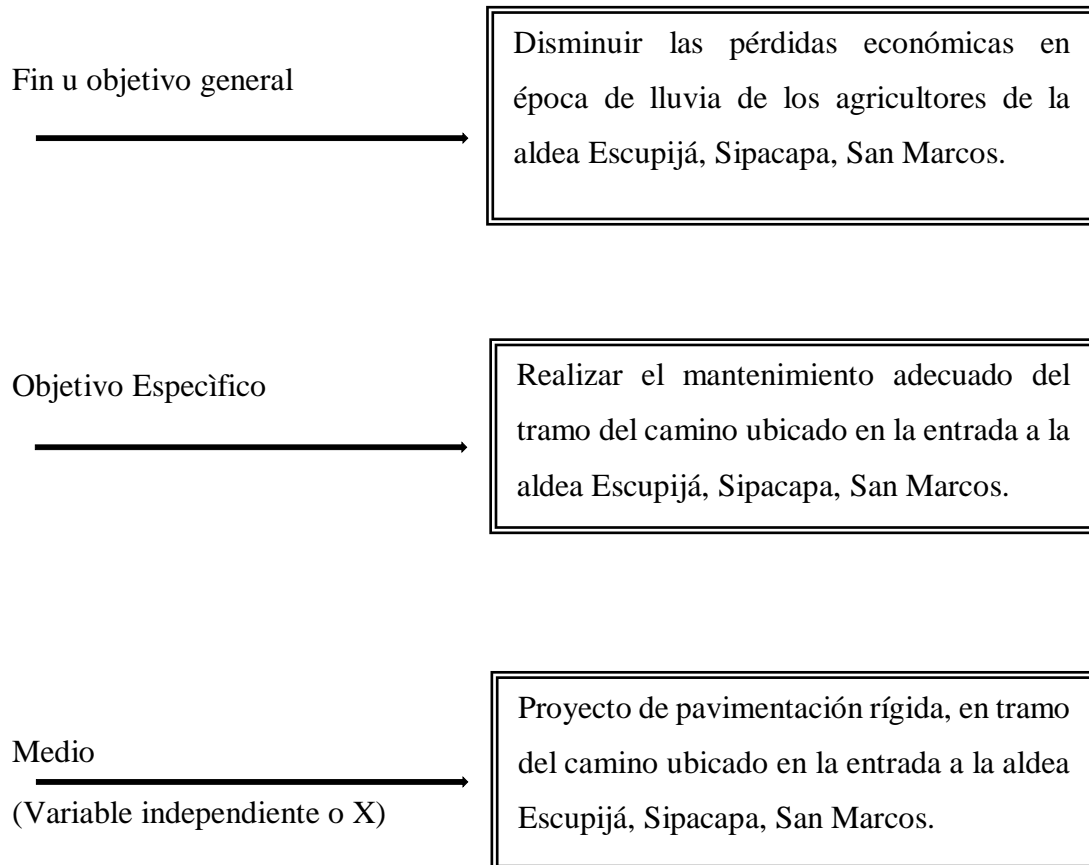


Hipótesis de trabajo:

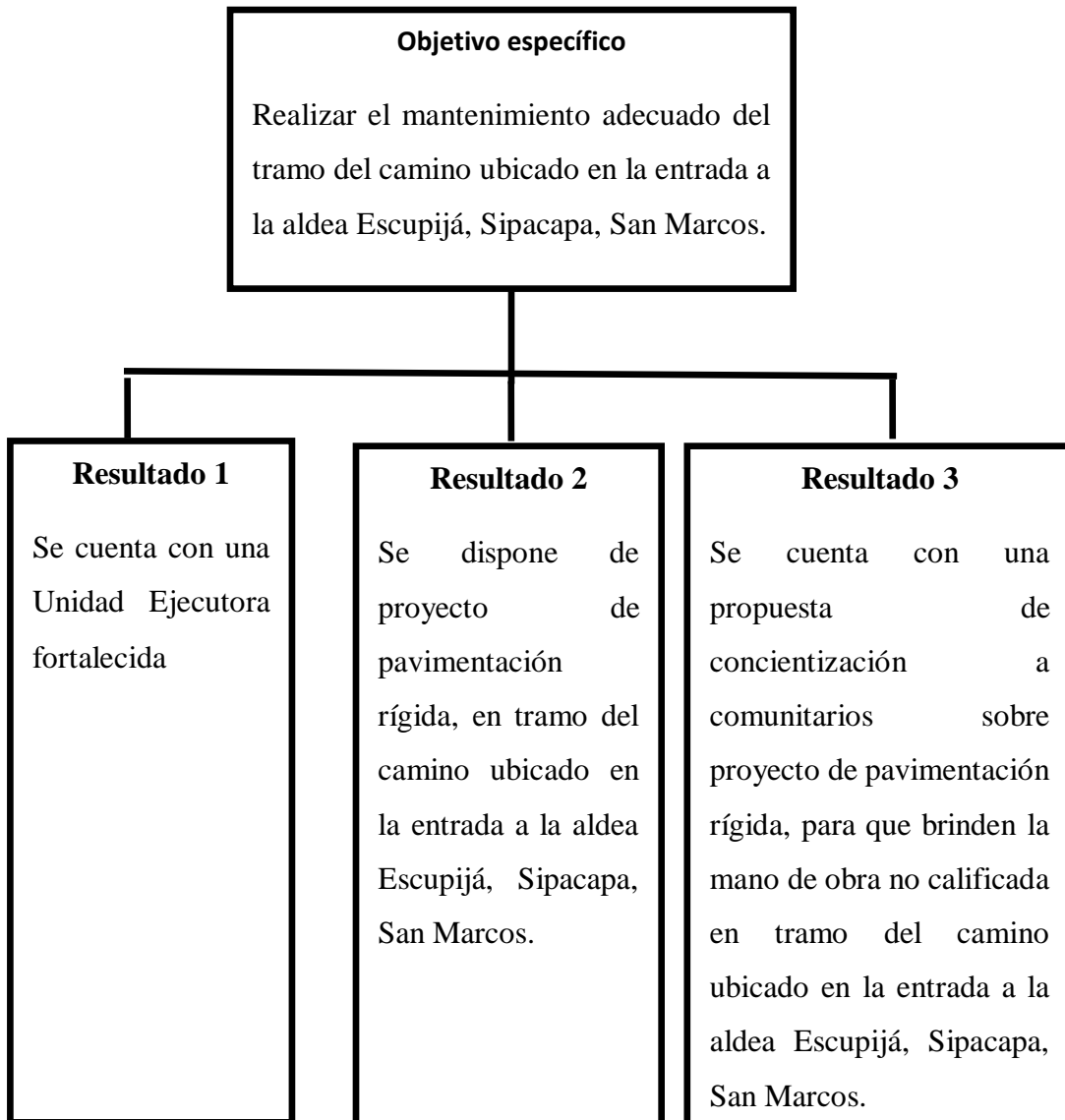
“Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”.

¿Será la falta de un proyecto de pavimentación rígida, la causa de las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, ¿San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado?

Árbol de objetivos



Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objetivo comprobar la variable dependiente siguiente: **Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años**

Esta boleta está dirigida a los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se realizará un muestreo y para el cálculo de la muestra se utilizará la fórmula para el caso de población infinita cualitativa con un 90% de nivel de confianza y un 10%.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una "X" la respuesta que considere correcta.

1. ¿Considera usted que ha tenido pérdidas económicas en época de lluvia, en los últimos cinco años?
Sí _____ No _____
2. ¿Cree usted que se seguirán las pérdidas económicas en época de lluvia, si no se realiza el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?
Sí _____ No _____
3. ¿Considera que, al no realizar las gestiones necesarias para el mantenimiento adecuado del tramo del camino, se seguirán las pérdidas económicas en época de lluvia?
Sí _____ No _____

4. ¿Ha recibido mantenimiento adecuado continuo el tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Sí _____ No _____

5. ¿Usted cree que las pérdidas económicas en época de lluvia, se deben a la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Sí _____ No _____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objetivo comprobar la variable independiente siguiente: **Falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.**

Esta boleta censal está dirigida al personal de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Cuenta la municipalidad con un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Sí__ No____

2. ¿Ha desarrollado acciones para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Sí__ No____ ¿Cuáles? _____

3. ¿Usted cree conveniente que la municipalidad sea fortalecida para la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Sí____ No____

4. ¿Considera necesario que exista una propuesta de concientización dirigida a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano

de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Si ____ No ____

5. ¿Estaría usted de acuerdo en apoyar en la elaboración e implementación del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos?

Sí ____ No ____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Para comprobar o rechazar la hipótesis planteada y obtener información auténtica, se calculó el tamaño de la muestra según el método de la población finita cualitativa, que representa a la población a analizar según los datos recabados por medio la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y miembros del COCODE de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, de las viviendas que son las afectadas por la problemática. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

Para comprobar la variable dependiente se realizará un muestreo a partir del sistema de población infinita cualitativa, con un 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, se utilizará 0.5 para p y 0.5 para (1-p).

Dicho muestreo se realizará a 68 agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

La fórmula se describe a continuación

$Z^2 p(1-p)$			
n =	_____		
	e^2		

Z =	1.645
Z ² =	2.706025
p =	0.5
1-p =	0.5
e =	0.1
e ² =	0.01
Z ² p (1-p) =	0.67650625
n =	67.7

Censo:

Para la comprobación de la variable independiente “X” en virtud que la población es pequeña se realizará un censo y será dirigido al personal de la Municipalidad de Sipacapa, San Marcos.

Anexo 7: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.8855, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

AÑO	X (Años)	Y (Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores)	XY	X ²	Y ²
2017	1	1200	1200	1	1440000
2018	2	2400	4800	4	5760000
2019	3	7700	23100	9	59290000
2020	4	6500	26000	16	42250000
2021	5	7900	39500	25	62410000
Totales	15	25700	94600	55	171150000

n=	5
∑X=	15
∑XY=	94600
∑X²=	55
∑Y²=	171150000
∑Y=	25700
n∑XY=	473000
∑X*∑Y=	385500

NUMERADOR=	87500
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	855750000
$(\sum Y)^2=$	660490000
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	195260000
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	9763000000
Denominador:	98807.89442
r=	0.885556772

FORMULA:

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

A través del cálculo del coeficiente de correlación, se ha presentado un índice estadístico al permitir medir la relación lineal entre las variables cuantitativas, es decir medir el comportamiento de la curva a través de los años estudiados con base en ello, fue posible establecer a través de este cálculo que el coeficiente de correlación corresponde a un 0.88 de similitud a la ecuación de la línea recta. Por lo tanto, conviene proyectar por medio de la ecuación $y = a + bx$.

Anexo 8: Anexo metodológico de la proyección.

El cálculo de la proyección de datos permite establecer con alto grado de confiabilidad el comportamiento futuro de un rango de datos previamente conocidos. A partir del coeficiente de correlación de 0.88 que indica que las variables si están debidamente correlacionadas, se realizaron los cálculos correspondientes, a partir del método de línea recta para proyectar las Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos 5 años.

Para el efecto se emplean varias fórmulas que siguen la ecuación de la línea recta, la cual se define como: $y = a + b x$. para (Y) las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores, establecidos en un rango de años futuros (usualmente 5 años) y (X) la variable independiente asociada al número de años.

Para el factor “b” se emplea la formula siguientes:

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

Para el factor “a” se emplea la formula siguiente:

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

Cálculos para la ecuación de la línea recta $y = a + b x$

AÑO	X (Año)	Y (Perdidas económicas en época de lluvia de los agricultores)	XY	X ²	Y ²
2017	1	1200	1200	1	1440000
2018	2	2400	4800	4	5760000
2019	3	7700	23100	9	59290000

2020	4	6500	26000	16	42250000
2021	5	7900	39500	25	62410000
Totales	15	25700	94600	55	171150000

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	94600
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	171150000
$\sum Y=$	25700
$n\sum XY=$	473000
$\sum X*\sum Y=$	385500
NUMERADOR de b:	87500
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2$ =	50
b=	1750
Numerador de a:	
$\sum Y=$	25700
$b * \sum X =$	26250
Numerador de a:	-550
a=	-110

Fórmulas:

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

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

Cálculos de la proyección sin proyecto

Y=	-110	+	1750	X
Y (2022)=	-110	+	1750	6
Y (2022)=	10390			

Y=	-110	+	1750	X
Y (2023)=	-110	+	1750	7
Y (2023)=	12140			

Y=	-110	+	1750	X
Y (2024)=	-110	+	1750	8
Y (2024)=	13890			

Y=	-110	+	1750	X
Y (2025)=	-110	+	1750	9
Y (2025)=	15640			

Y=	-110	+	1750	X
Y (2026)=	-110	+	1750	10
Y (2026)=	17390			

Proyección con proyecto

Se propone que para el quinto año de implementado el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se disminuye en un 100% las pérdidas económicas, como se evidencia en la Matriz de la Estructura Lógica.

Por lo que se toma como base las pérdidas económicas para el año 2020 es de 7900.

Y (año a proyectar) = Perdidas año anterior - Porcentaje propuesto

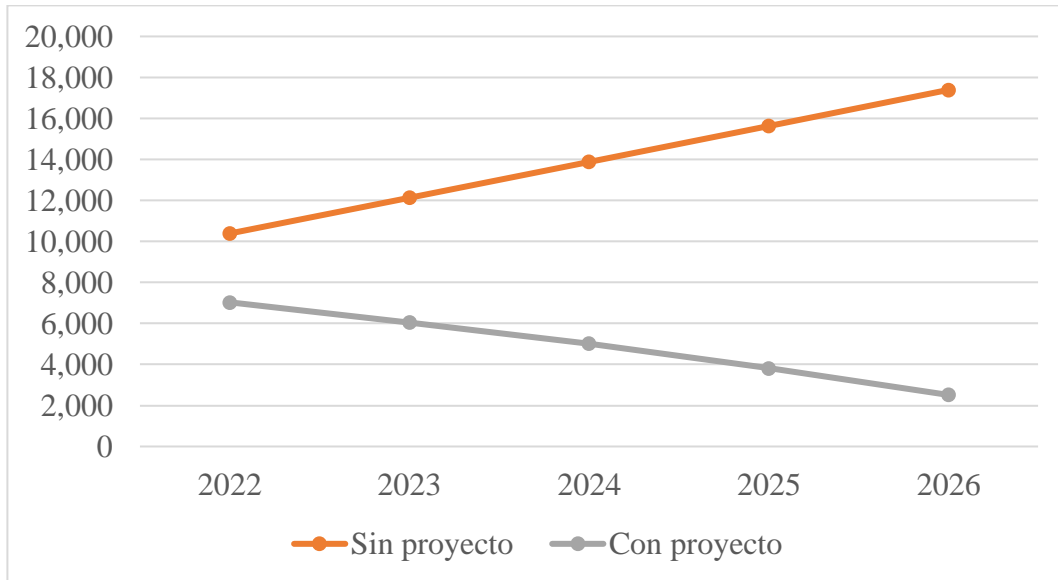
Año a proyectar		Año (anterior)	Porcentaje propuesto
Y (2022)	=	Y (2021)	-11%
Y (2022)	=	7900	-869
Y (2022)	=	7031	
Y (2023)	=	Y (2022)	-14%

Año a proyectar		Año (anterior)	Porcentaje propuesto
Y (2023)	=	7031	-984
Y (2023)	=	6047	
Y (2024)	=	Y (2023)	-17%
Y (2024)	=	6047	-1028
Y (2024)	=	5019	
Y (2025)	=	Y (2024)	-24%
Y (2025)	=	5019	-1205
Y (2025)	=	3814	
Y (2026)	=	Y (2025)	-34%
Y (2026)	=	3814	-1297
Y (2026)	=	2517	

Cuadro 11: Comparación de datos sin ejecutar proyecto y al ejecutar el proyecto

Proyección ecuación sin proyecto y con proyecto			
Año	X independiente (Año proyectado)	Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores. Sin proyecto	Disminución de pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores. Con proyecto
2022	6	10,390	7,031
2023	7	12,140	6,047
2024	8	13,890	5,019
2025	9	15,640	3,814
2026	10	17,390	2,517

Gráfica 11: Comparación de datos sin ejecutar proyecto y al ejecutar el proyecto



Análisis: como se observa en el cuadro y gráfica anteriores de no realizarse la propuesta se espera que para el año 2026 las pérdidas económicas incrementaran hasta Q.17,390, mientras que si se implementa el proyecto de pavimentación las pérdidas para para el año 2026 reducirían a Q. 2,517.

Fredy Brayan Bámaca Miranda.

TOMO II

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Jorge Arturo Gordillo Reyes

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2,022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Fredy Brayan Bámaca Miranda.

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, diciembre de 2,022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO
UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN
MARCOS.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, diciembre de 2,022

Esta tesis fue presentada por el autor
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Civil con
Énfasis en construcciones rurales

Prólogo

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala y previo a optar al título Universitario de Ingeniero Civil, en el grado académico de licenciado, se llevó a cabo el presente estudio denominado: **“Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos”**, que presenta posibles soluciones a la problemática (Mantenimiento inadecuado del tramo del camino) que afecta a los agricultores en época de lluvia.

Esta investigación se basa en la metodología de marco lógico, para ello se elabora principalmente la lluvia de ideas respecto al problema, después se grafica en árbol de problemas y objetivos, de lo cual se obtiene la hipótesis de trabajo, misma que durante el proceso se pretende comprobar o rechazar, a través de métodos y técnicas para obtener fundamentos estadísticos e investigación documental.

El objetivo principal de la presente propuesta está orientado a disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, al implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, y Unidad Ejecutora fortalecida para realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino.

Al ejecutar el Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. Se busca disminuir las pérdidas económicas que tienen los agricultores en la época de lluvia, así como contribuir con la mejora de vida de las personas del lugar.

Dicho proyecto involucra la participación de los agricultores de la aldea Escupijá, donde los mismos brinden mano de obra no calificada. La ejecución del mencionado proyecto será de beneficio en toda época del año, así como será de beneficio para la población general de la aldea.

Presentación

Esta tesis de investigación contiene el trabajo denominado **Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos**, como requerimiento para obtener el título Universitario de Ingeniero Civil con énfasis en construcciones rurales en el grado académico de licenciado, conforme a los reglamentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala.

En base al programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala, se lleva la presente investigación de carácter metodológico y científico para optar al título Universitario de Ingeniero Civil, en el grado académico de licenciado. Donde se identifica como problema central (Mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos).

A lo cual la solución a la problemática será la ejecución de un proyecto de pavimentación rígida.

La presente investigación tiene como finalidad ofrecer una propuesta para resolver el problema central que es el mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, debido a que actualmente se han identificado pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de dicha aldea, lo que evidencia la necesidad de implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, lo cual contribuya a aumentar las ganancias económicas y calidad de vida de los agricultores y población en general de la aldea.

No está demás aclarar que además de la extracción de sus cosechas, se resolverá el ingreso y salida; principalmente ante cualquier emergencia, es decir será de beneficio para todos los pobladores de la aldea y agricultores de otro tipo de cultivos que son extraídos en época de verano. En síntesis el proyecto será de beneficio general.

INDICE

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10

I. RESUMEN

El trabajo de investigación de tesis denominado “Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos” se elaboró con el propósito de brindar a la unidad ejecutora una propuesta para realizar pavimentación de tramo carretero, con el fin de disminuir pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores. Es importante mencionar que el acceso a la aldea en toda época estaría activando la economía de dicha aldea.

Planteamiento del problema.

La producción agrícola es una de las fuentes de mayor ingreso para la población rural en Guatemala, esta producción va asociada a la con el acompañamiento de las instituciones públicas y entidades privadas que proveen de asesoría a los agricultores con el objetivo de tecnificar el campo y llevar otros proyectos de la mano que van en beneficio de los mismos. Sin embargo otro factor importante es el acceso (carreteras) para extraer la producción de las comunidades, esto es responsabilidad del estado ya sea a través de las municipalidades o por gestión de las mismas ante el gobierno central. La mayor dificultad se presenta en la época de invierno aunado a esta época se suma el terreno accidentado en la mayor parte del País.

Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, es una situación que se ha desencadenado negativamente para los agricultores y que de alguna manera puede ser solucionado si se aplican los procesos y las acciones necesarias para poder implementar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, lo cual que garantizaría una mejor condición de vida y poder reducir las pérdidas económicas en época de lluvia para los agricultores de la aldea.

Sin embargo, el mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, no es nuevo debido que el agricultor siempre ha sufrido dificultades en la época de lluvia lo cual les ha generado

pérdidas económicas, se considera necesario que se ejecute este proyecto de pavimentación para mejorar los ingresos económicos de los mismos.

Parte del problema es la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, esto debido al mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea , lo que ha traído como consecuencia pérdidas económicas en época de lluvia.

Hipótesis:

“Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado; **es debido a:** la falta de un proyecto de pavimentación rígida”.

¿Será la falta de un proyecto de pavimentación rígida, la causa de las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, ¿San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado?

Objetivos: A continuación, se presentan los objetivos de la presente investigación relativa a la problemática sobre el mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

General

Disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Específico

Realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Justificación

La aldea Escupijá, se encuentra en el municipio de Sipacapa, del departamento de San Marcos, para la aldea su mayor fuente de ingreso consiste en la comercialización de

diferentes cosechas producidas por los agricultores de dicha comunidad, cosechas que por lo general se necesitan sean extraídas en la época de invierno.

La situación actual y que causa una problemática permanente en época de lluvia es que el camino se encuentra anegado.

Lo cual a llevado a formular un proyecto que solvente integralmente la necesidad de la pavimentación del tramo carretero que da acceso a dicha aldea.

En Guatemala no hay leyes o normas prácticas que den los lineamientos precisos para el diseño de caminos, regularmente son reglamentos adaptados al sistema vial del país, pero la tarea inherente del estudiante de ingeniería o del ingeniero es intervenir profesionalmente en esos aspectos si haya carencias y necesidades.

Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años. Es consecuencia del mantenimiento inadecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea, es por a la falta de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Por lo que como medio de solución a la problemática se propone una: **“Proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos”**.

Con la implementación del proyecto, se pretende fortalecer a los agricultores para que estos puedan extraer sus productos en época de lluvia. De lo contrario si el proyecto de pavimentación rígida en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos no se implementa las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, seguirán al alza. Sumado a esto se estará activando la economía con el acceso en toda época.

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 analítico y 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 utilizados para la formulación de la hipótesis

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área donde se ubica la problemática; a través de distintas técnicas las cuales serán descritas, posteriormente se procedió a la formulación de la hipótesis.

Método analítico

A través del método analítico se pudo observar e interpretar los datos obtenidos antes de la formulación de la hipótesis, por medio del cual se estudiaron las causas que generan las Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Modelo de investigación dominó

Ya con una visión más clara sobre la problemática, se procedió a la formulación de la hipótesis para el efecto el 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. Permitió también encontrar el objetivo general y específico de la investigación.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Método inductivo

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

Método estadístico

Este permitió determinar por medio de las encuestas parámetros, los cuales facilitaron a la comprobación de la hipótesis, para así determinar que la: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por Mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”.

Método analítico

Con relación a este método consiste en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que obtuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de síntesis.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación; el que sirvió además para poder realizar la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación técnica de campo efectuada en la aldea.

Técnicas

A continuación, se describen las técnicas utilizadas en el trabajo de graduación, siendo las utilizadas para la formulación y comprobación de la hipótesis:

Técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Lluvia de ideas

La utilización de esta técnica consistió en la recopilación de diversas ideas, que permitieron establecer cuáles eran los problemas más grandes que se presentaban dentro de la comunidad.

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el área topográfica, a cuyo efecto, se observó las limitaciones que tenía la población en poder tener un espacio adecuado de reunión.

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 obtener un historial que permitiera justificar el estudio mediante una proyección y correlación acerca de la problemática.

Entrevista

Formada una idea general del problema, se procedió a entrevistar a miembros de la población de la comunidad, a efectos de obtener información más precisa sobre la problemática identificada.

Encuesta

Se utilizaron encuestas en la investigación para comprobar las variables dependientes e independientes, las cuales fueron llenadas con la información que proporcionó la población de la aldea Escupijá, Sipacapa y Municipalidad.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis se especifican a continuación:

Determinación de la población a investigar.

El cálculo de la muestra se realizó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita variable cualitativa. Dicha muestra a través del método descrito, donde se encuesta a los agricultores de aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos y a personal de la municipalidad del mencionado municipio.

Encuesta

Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boleta de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y hacer que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

Técnica de análisis:

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.

Censo

Esta técnica se utilizó con los técnicos profesionales de la municipalidad de Sipacapa, San Marcos, mediante el uso de las boletas para obtener información de la variable independiente.

Coefficiente de correlación:

El coeficiente de correlación consiste en un índice estadístico el cual ayuda a conocer que tan relacionadas está la variable dependiente e independiente, en base al porcentaje de correlación se determinó la comprobación o el rechazo de la hipótesis. Para el caso de la presente investigación se determinó que se tiene una correlación de 0.8855, lo que se considera una correlación entre las variables sujetas de estudio alta.

Proyección de la línea recta

Se utilizó esta técnica para determinar en los 5 años futuros, el comportamiento y el escenario que se tendrá el Pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, así también se utilizó para establecer los beneficios al implementar esta propuesta, con lo que se prevé disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores, Escupijá, Sipacapa, San Marcos, por medio de la formula siguiente:

$$Y = a + bx$$

Propuesta para solucionar la problemática

Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida.

El fortalecimiento de la Unidad Ejecutora tiene la finalidad de disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Resultado 2. Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

En este resultado se hace mención de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, es un proyecto de gran importancia para los agricultores de la aldea ya que contribuirá a disminuir sus pérdidas económicas en época de lluvia.

Resultado 3. Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Es importante que los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, conozcan y comprendan de los beneficios que obtendrían al ser ejecutado el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Para esto es necesario que la Unidad Ejecutara en conjunto con el personal encargado desarrolle una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta parte fue elaborada posteriormente a los resultados obtenidos de la investigación, con base al estudio realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusión

Se comprobó la hipótesis siguiente: “Las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, en los últimos cinco años, ocasionadas por mantenimiento inadecuado; es debido a: la falta de un proyecto de pavimentación rígida”, con el 90% del nivel de confianza y 10% para la variable dependiente y el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para la variable independiente.

Recomendación

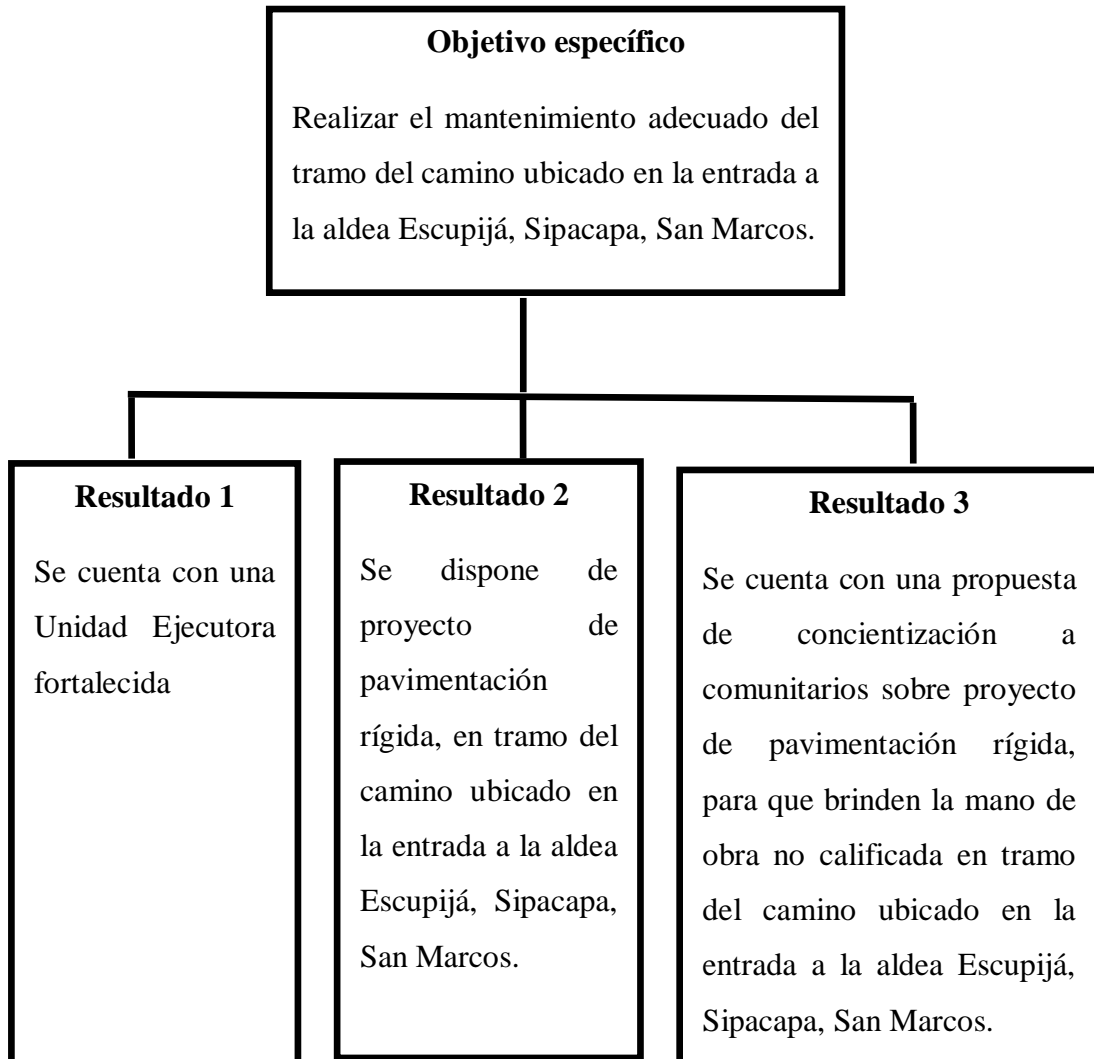
A la unidad ejecutora del proyecto se le recomienda implementar el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. Con el apoyo de agricultores y personal de la Municipalidad.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

A partir de la metodología del marco lógico se lograron identificar el problema central, la causa principal y el efecto dentro del árbol de problemas, el cual fue la base para plantear la hipótesis y el árbol de objetivos, que incluye el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución para la problemática identificada, de esa cuenta se identificaron tres resultados que son la base para las propuestas para solucionar la problemática, estos se presentan en la figura 1.

Figura 1 Diagrama del medio de solución para la problemática.



Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida

El Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora tiene la finalidad de disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Las actividades que la conforman son:

Actividad 1: Organización de la unidad ejecutora

La Unidad administrativa y técnica, será la responsable de velar por el cumplimiento de las actividades a desarrollar para un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. el cuál será la municipalidad de Sipacapa, San Marcos.

Actividad 2. Reunión de trabajo con COCODE para exponer el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Como resultado de la convocatoria a los miembros del COCODE de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos se realizará una reunión con el objetivo de hacer la presentación de la propuesta del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, debido a que existen pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Para lo cual se les presentará a cada uno de ellos la agenda a desarrollar durante la reunión y para la exposición se utilizará un equipo de cómputo, una cañonera y equipo de audio (micrófono, bocinas, etc.), hacen una demostración de las bondades y utilidad de la ejecución del proyecto.

Actividad 3. Solicitud de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Conjuntamente con el COCODE de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se elaborará una solicitud y manifiesto hacia el señor alcalde municipal del municipio de Sipacapa en la que se les pedirá que puedan priorizar dicho proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, toman en cuenta los problemas, necesidades y oportunidades que se puedan solucionar y ser parte del desarrollo económico y social de dicha aldea.

Al tener el visto bueno de la Municipalidad, esta se encarga de ejecutarla con la fuente de financiamiento para el proyecto, la cual será con: Fondos Municipales. Al tener la

procedencia de los fondos, la Dirección Municipal de Planificación debe realizar un perfil del proyecto, el cual se basa en el manual de formulación y las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública, posteriormente la creación de la boleta SNIP la cual contiene información sobre el proyecto, como el problema central, causas, efectos, población beneficiada, programación financiera y física, entre otros elementos.

Actividad 4. Visita al alcalde Municipal del municipio de Sipacapa, San Marcos.

En fecha programada se visitará al señor alcalde municipal de la municipalidad de Sipacapa, San Marcos, asistirán todos los miembros del Consejo de desarrollo comunitario de la aldea Escupijá, Sipacapa, en la que se expondrá la problemática presentada del camino de acceso a la comunidad en la que se presenta deterioros del camino rural lo que dificulta el acceso de vehículos, lo cual repercute en lo económico, social, salud, y que en particular los productos agrícolas presentan dificultad para transportarlos.

Actividad 5. Reconocimiento de área del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Derivado de la solicitud y visita al señor alcalde municipal se tendrá como primera acción un recorrido y reconocimiento del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, por un técnico de la Unidad Técnica municipal en la que verificará los impactos que se tienen de la problemática de pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores que se da y cuáles son los puntos más críticos que presenta dicho camino, para replantear y diseñar la pavimentación del tramo del camino, con el fin de visualizar con claridad la dimensión del problema a resolver.

Actividad 6. Evaluación técnica para la presentación de propuesta un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.

Con los datos de campo recopilados el Técnico de la municipalidad de Sipacapa, San Marcos, este realizará una evaluación técnica de todos los procesos que se tendrán

que llevar a cabo durante el transcurso de las etapas del desarrollo de dicha obra con la finalidad de ver la factibilidad de para la presentación de propuesta de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Actividad 7. Conformación de expediente del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino.

Se conformará un expediente del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos. El cual tendrá documentos personales de los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo de la aldea Escupijá, acta de compromiso de apoyo con la mano de obra de la aldea, acta de derechos de paso de la ruta, y otros documentos que sean solicitados por la municipalidad.

El cual contendrá la documentación socio legal que ampare y soporte la ejecución del proyecto, como aprobaciones, actas y otros elementos técnicos necesarios para dar soporte al proyecto.

Actividad 8. Gestión de recursos y proceso administrativo para la ejecución del proyecto.

El expediente se debe ingresar a los entes de gobierno que se encargan de dar una aprobación, como el Ministerio de Ambiente, el cual otorga una resolución y en caso de ser positiva también la licencia ambiental, y en este caso por la tipología del proyecto se debe enviar una copia al Zona vial No.07 de caminos, el cual deberá emitir el aval correspondiente para la ejecución del proyecto.

Se debe aprobar por los miembros del consejo el POA para realizar el proyecto.

Con las aprobaciones necesarias ya obtenidas, la municipalidad debe hacer un evento de licitación pública en el Sistema de GUATECOMPRAS en el cual se suben documentos que indican los requisitos y términos de referencia del proyecto a posibles ejecutores, Cotización o como Licitación, lo cual depende del monto de inversión, por ejemplo si el proyecto tiene un valor estimado mayor a Q.90,000.00 y menor a

Q900,000.00 este se clasifica como cotización, y al ser mayor a Q.900,000.00 este se califica como Licitación.

Al clasificar el tipo de proyecto se sabrá el tiempo que durara el concurso, este tiempo es el indicado para que los empresarios interesados en ejecutar el proyecto puedan presentar sus ofertas en el día definido por la Municipalidad, con la cotización según la ley es un plazo mínimo de 9 días hábiles, en el caso de la Licitación se da un plazo no menor a 40 días, calendario y entre los primeros 5 días de la publicación se debe realizar una invitación al participar en el concurso y publicarla en el diario oficial, luego de definir el tipo de concurso se deben esperar las ofertas que se hagan para el mismo.

La municipalidad deberá definir una junta de licitación, cotización o calificación, que es la encargada de recepcionar las ofertas y asignarles un puntaje según las bases publicadas en GUATECOMPRAS, en base a este punto se determina una oferta ganadora, esta junta notificara al empresario ganador que fue elegido para realizar el proyecto, ella será la encargada de adjudicar y velar para que se cumplan con todos los pasos hasta llegar a firmar el contrato.

Para iniciar la ejecución la Municipalidad o ente que este encargado de la financiación del proyecto deberá dar un anticipo de 20% del monto total del proyecto al ejecutor. Con todo lo anterior cumplido se puede dar inicio físicamente a la obra y dejar constancia en la bitácora del proyecto y en el libro de actas de inicio de la Municipalidad.

En el proceso de ejecución, el encargado de realizar las obras deberá ser supervisado por el supervisor de obras municipales.

Ya finalizada la ejecución, se hace la inauguración del proyecto y los miembros de la aldea dejan constancia de la recepción del proyecto y la opinión favorable del mismo, en la cual manifiestan estar conformes con la ejecución y el proyecto final que se les será entregado.

Terminado esto la Municipalidad será la encargada de la operación y mantenimiento del Proyecto.

Resultado 2. Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

En este resultado se hace mención de un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, es un proyecto de gran importancia para los agricultores de la aldea ya que contribuirá a disminuir sus pérdidas económicas en época de lluvia.

Así mismo al implementar la propuesta garantiza una mejor calidad de vida para la población en general de la comunidad.

Actividad 1: Topografía.

Es necesario que la Unidad Ejecutará a través de la dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad realicen el levantamiento topográfico para poder ejecutar un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, por medio de esta técnica se conocerá información sobre la dimensión, posición o forma del terreno donde se proyecta realizar la obra.

Actividad 2: Estudio de suelos

La unidad ejecutora a través de la dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad debe de realizar el estudio del tramo del suelo donde se propone realizar el proyecto de pavimentación dirigida.

Este estudio permitirá conocer las características físicas, químicas y mecánicas del terreno donde se proyecta realizar la construcción. Esta información será fundamental para poder ejecutar un proyecto que cumpla con los estándares fijados y así la construcción cumpla con la vida útil proyectada.

Actividad 3: Planificación (ubicación. Perfil. Hoja detalles constructivos. Memoria de cálculo.)

La planificación es la base para poder cumplir con determinados objetivos y esta se auxilia de procedimientos y estrategias para alcanzar las metas trazadas.

Ubicación: Definir la ubicación para realizar la construcción del tramo del camino será de vital importancia debido a todas las consideraciones previas a la ejecución del proyecto, a continuación, se presenta mapa de ubicación del proyecto.

Perfil: Por medio de este se conocerá de manera gráfica las secciones del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Hoja detalles constructivos: La unidad ejecutora deberá de contar con esta hoja en la cual contendrá las especificaciones técnicas a seguir para el proyecto de pavimentación.

Memoria de cálculos: Se debe de contar con esta memoria de cálculos, misma que es fundamental para poder desarrollar el proyecto según lo planificado.

Actividad 4: Cronograma de avance físico

Es necesario que la Unidad Ejecutará a través de la dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad realicen un cronograma donde se refleje el avance físico respecto a los tiempos definidos para lograr cada uno de ellos, así mismo deberá de definir los tiempos en los que se deben de lograr cada una de las etapas previamente panificadas.

Resultado 3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Es importante que los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, conozcan y comprendan de los beneficios que obtendrían al ser ejecutado el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos

Para esto es necesario que la Unidad Ejecutara en conjunto con el personal encargado desarrolle una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino.

Actividad 1: Reunión Unidad Ejecutora y Cocode aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

La unidad ejecutora debe de lograr el acercamiento con las autoridades de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, esto con el objetivo que lograr un acercamiento con los productores de dicha comunidad.

Con la finalidad de socializar las actividades de capacitaciones y talleres y visitas demostrativas para el cuidado, limpieza y mantenimiento del camino que se construirá.

Actividad 2: Reunión Unidad Ejecutora y agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

La Municipalidad de Sipacapa debe de hacer sostener las reuniones necesarias para lograr el apoyo de los agricultores de la aldea Escupijá. Para que estos brinden el apoyo con mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.

Actividad 3: Socialización costo beneficio.

La unidad ejecutora debe de presentar los argumentos necesarios para convencer a los agricultores de la aldea Escupijá para que brinden mano de obra no calificada para construcción de tramo carretero de manera gratuita.

Con especial énfasis en que serán los mayormente beneficiados, ya que en época de lluvias no tendrán las pérdidas económicas que tienen anualmente debido al mal estado del tramo carretero.

Actividad 4. Visita al área de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.

Se hará una visita al tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, para que tener mapeo de los puntos críticos que se tiene con el fin de colocar señalizaciones de advertencias según sea el caso, por ejemplo: área que

se anegan, prohíbo votar basura, y recomendaciones para el buen mantenimiento del camino.

Actividad 5. Capacitación sobre organización comunitaria a los agricultores de la aldea Escupijá.

Se dará una capacitación a los a los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos sobre la organización comunitaria con la finalidad de la conformación de la comisión de mantenimiento del camino rural, para facilitar y optimizar los recursos con que se cuenta y cuidar los estructuras con que cuenta dicho tramo de camino como lo son las cunetas, drenajes transversales, puentes, y otros que pudiera haber.

Actividad 6. Taller práctico sobre el mantenimiento y cuidados del tramo del camino.

Se realizará un taller práctico de las actividades de limpieza y mantenimiento de las estructuras del camino rural, con los agricultores de la aldea Escupijá para que ellos den las instrucciones necesarias a los grupos de trabajo que se tendrán que organizar de acuerdo a las programaciones que se tengan durante todo un año y así evitar el deterioro y la conservación del camino y los transportistas puedan circular sin ninguna dificultad.

Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

COMPONENTES DEL PLAN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	COOPERANTES O SUPUESTOS
<p>Objetivo general. Disminuir las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.</p>	<p>Al quinto año de implementado el proyecto de pavimentación dirigida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se disminuye en un 90% las pérdidas económicas en época de lluvia de los agricultores</p>	<p>Registros de agricultores Estadísticas Fotografías Informes</p>	<p>La Municipalidad de Sipacapa y los comunitarios de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, apoyan en la implementación del proyecto</p>
<p>Objetivo específico. Realizar el mantenimiento adecuado del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.</p>	<p>Al quinto año de implementado el proyecto de pavimentación dirigida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, se realizar en un 100% el mantenimiento adecuado del tramo</p>	<p>Acta de recepción de proyecto Fotografías Informes bitácora</p>	<p>La Municipalidad de Sipacapa y los comunitarios de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos, apoyan en la implementación del proyecto</p>

<p>Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida</p>			
<p>Resultado 2 Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.</p>			
<p>Resultado 3 Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.</p>			

Anexo 3. Ajuste de costos y tiempos

Resultado/Actividad	Cantidad	Costo	Total	Tiempo
Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida				
Actividad 1: Organización de la unidad ejecutora	1	3500		M1- 2/T1/A1
Actividad 2. Reunión de trabajo con COCODE para exponer el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	1	3000		M3/T1/A1
Actividad 3. Solicitud de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	1	1500		M4-5/T1- T2/A1
Actividad 4. Visita al alcalde Municipal del municipio de Sipacapa, San Marcos.	1	1500		M6-7/T2- T3/A1
Actividad 5. Reconocimiento de área del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	1	1500		M8- 9/T3/A1

Actividad 6. Evaluación técnica para la presentación de propuesta un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.	1	5000		M10/T4/A 1
Actividad 7. Conformación de expediente del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino.	1	2500		M11/T4/A 1
Actividad 8. Gestión de recursos y proceso administrativo para la ejecución del proyecto.	1	1000	19500	M12/T4/A 1
Resultado/Actividad	Cantidad	Costo	Total	Tiempo
Resultado 2. Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.				
Actividad 1: Topografía.	1	2000		M1- 3/T1/A2
	1	6000		M3/T1/A2

Actividad 2: Estudio de suelos				
Actividad 3: Planificación (ubicación. Perfil. Hoja detalles constructivos. Memoria de cálculo.)	1	3,300,000		M4- M4/T2- T3/A2-A3
Actividad 4: Cronograma de avance físico	1	1500	3,309,500	M5/T2/A3
Resultado/Actividad	Cantidad	Costo	Total	Tiempo
Resultado 3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.				
Actividad 1: Reunión Unidad Ejecutora y Cocode aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos	1	1500		M6/T2/A6
Actividad 2: Reunión Unidad Ejecutora y agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos	1	2500		M7/T3/A3

Actividad 3: Socialización costo beneficio.	1	1500		M8/T3/A3
Actividad 4. Visita al área de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.	1	1500		M9/T3/A3
Actividad 5. Capacitación sobre organización comunitaria a los agricultores de la aldea Escupijá.	1	1500		M10/T4/A 3
Actividad 5. Taller práctico sobre el mantenimiento y cuidados del tramo del camino.	1	5000	13500	M11- 12/T4/A3
COSTO TOTAL DEL PROYECTO Y TIEMPO ESTIMADO	1		3,342,500	1 AÑO

Anexo 4: Plan de trabajo

Resultado/Actividad	Parte responsable	Años 1												
		T1			T2			T3			T4			
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida														
Actividad 1: Organización de la unidad ejecutora	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.													
Actividad 2. Reunión de trabajo con COCODE para exponer el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.													

Actividad 3. Solicitud de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.												
Actividad 4. Visita al alcalde Municipal del municipio de Sipacapa, San Marcos.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.												
Actividad 5. Reconocimiento de área del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.												
Actividad 6. Evaluación técnica para la presentación de propuesta un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.												

Actividad 1: Topografía.	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)																		
Actividad 2: Estudio de suelos	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)																		
Actividad 3: Planificación (ubicación. Perfil. Hoja detalles constructivos. Memoria de cálculo.)	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)																		
Actividad 4: Cronograma de avance físico	Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)																		
Resultado/Actividad	Parte responsable	Años 3																	
		T1			T2			T3			T4								
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						

<p>Resultado 3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.</p>													
<p>Actividad 1: Reunión Unidad Ejecutora y Cocode aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos</p>	<p>Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.</p>												
<p>Actividad 2: Reunión Unidad Ejecutora y agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos</p>	<p>Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación (DMP)/COCODE de aldea Escupija, Sipacapa, San Marcos.</p>												
<p>Actividad 3: Socialización costo beneficio.</p>	<p>Oficina de proyectos/Dirección municipal de planificación</p>												

Anexo 5: Presupuesto

Resultado/Actividad	Costo	Total
Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora fortalecida		
Actividad 1: Organización de la unidad ejecutora	3500	
Actividad 2. Reunión de trabajo con COCODE para exponer el proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	3000	
Actividad 3. Solicitud de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	1500	
Actividad 4. Visita al alcalde Municipal del municipio de Sipacapa, San Marcos.	1500	
Actividad 5. Reconocimiento de área del tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.	1500	
Actividad 6. Evaluación técnica para la presentación de propuesta un proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.	5000	

Actividad 7. Conformación de expediente del proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino.	2500	
Actividad 8. Gestión de recursos y proceso administrativo para la ejecución del proyecto.	1000	19500
Resultado/Actividad	Costo	Total
Resultado 2. Se dispone de proyecto de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.		
Actividad 1: Topografía.	2000	
Actividad 2: Estudio de suelos	6000	
Actividad 3: Planificación (ubicación. Perfil. Hoja detalles constructivos. Memoria de cálculo.)	3,300,000	

Actividad 4: Cronograma de avance físico	1500	3,309,500
Resultado/Actividad	Costo	Total
Resultado 3: Se cuenta con una propuesta de concientización a comunitarios sobre proyecto de pavimentación rígida, para que brinden la mano de obra no calificada en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos.		
Actividad 1: Reunión Unidad Ejecutora y Cocode aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos	1500	
Actividad 2: Reunión Unidad Ejecutora y agricultores de la aldea Escupijá, Sipacapa, San Marcos	2500	
Actividad 3: Socialización costo beneficio.	1500	
Actividad 4. Visita al área de pavimentación rígida, en tramo del camino ubicado en la entrada a la aldea Escupijá.	1500	

Actividad 5. Capacitación sobre organización comunitaria a los agricultores de la aldea Escupijá.	1500	
Actividad 6. Taller práctico sobre el mantenimiento y cuidados del tramo del camino.	5000	13500
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		3,342,500

Presupuesto detallado

	UBICACIÓN: ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN MARCOS, SAN MARCOS.-				
	MUNICIPIO : SIPACAPA				
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS				
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
1	TRAZO Y REPLANTEO	731.00	ML		
	MATERIALES				
	Trompos de madera	250.00	Unidades	Q 5.00	Q 1,250.00
	Estacas de madera	200.00	Unidades	Q 3.00	Q 600.00
	Pintura de aceite	2.00	Spray	Q 25.00	Q 50.00
	Clavo para lámina	2.00	Libras	Q 10.00	Q 20.00
	TOTAL MATERIALES				Q 1,920.00

MANO DE OBRA					
	Topógrafo	1.00	U	Q 1,493.00	Q 1,493.00
	Cadenero	1.00	U	Q 524.00	Q 524.00
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,017.00
	TOTAL COSTO DIRECTO				Q 3,937.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 1,180.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 5,117.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 7.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
2	CONFORMACION DE SUB-RASANTE	4,386.00	M2		

	MAQUINARIA					
	Arrendamiento de Retroexcavadora	98.00	Horas	Q	350.00	Q 34,300.00
	Arrendamiento de Rodo Vibrocompactador	76.00	Horas	Q	300.00	Q 22,800.00
	Arrendamiento de Camión de Volteo	82.00	Viajes	Q	250.00	Q 20,500.00
	Arrendamiento de Camion Cisterna	36.00	Viajes	Q	300.00	Q 10,800.00
	TOTAL MAQUINARIA					Q 88,400.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	4,386.00	M2	Q	26.00	Q 114,036.00
	TOTAL MANO DE OBRA					Q 114,036.00
	TOTAL COSTO DIRECTO					Q 202,436.00

	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 60,724.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 263,160.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 60.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
3	BASE DE MATERIAL GRANULAR T= 0.20 Mts.	4,239.00	M2		
	MATERIALES				
	Material granular	848.00	M3	Q 250.00	Q 212,000.00
	Arrendamiento de Rodo Vibrocompactador	220.00	Horas	Q 300.00	Q 66,000.00
	Arrendamiento de Camion Cisterna	70.00	Viajes	Q 300.00	Q 21,000.00

	TOTAL MATERIALES				Q 299,000.00
	MANO DE OBRA				
	Mano de obra calificada	4,239.00	M2	Q 45.00	Q 190,755.00
	TOTAL MANO DE OBRA				
	TOTAL COSTO DIRECTO				Q 489,755.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 146,095.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 635,850.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 150.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL

4	CARPETA DE PAVIMENTO DE CONCRETO T= 0.18 Mts.	4,239.00	M2			
	MATERIALES					
	Cemento.	6,867.00	Sacos	Q	82.00	Q 563,094.00
	Arena de Rio	420.00	M3	Q	300.00	Q 126,000.00
	Piedrín Triturado de 3/4"	550.00	M3	Q	300.00	Q 165,000.00
	Alquiler de formaleta (Costaneras de metal)	300.00	U	Q	90.00	Q 27,000.00
	Alambre de amarre	80.00	Lbs	Q	10.00	Q 800.00
	Aditivo curado	14.00	Galon	Q	600.00	Q 8,400.00
	TOTAL MATERIALES					Q 890,294.00
	MAQUINARIA Y EQUIPO					

	Alquiler de Concretera	90.00	Dias	Q 250.00	Q 22,500.00
	Arrendamiento Vibrador Para Concreto	90.00	Dias	Q 200.00	Q 18,000.00
	TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 40,500.00
	MANO DE OBRA				
	Mano de obra calificada	4,239.00	M2	Q 142.00	Q 601,938.00
	TOTAL MANO DE OBRA				Q 601,938.00
	TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1,532,732.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 459,598.00

	COSTO TOTAL RENGLON				Q 1,992,330.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 470.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
5	BORDILLO DE 0.10 * 0.35 Mts.	566.00	ML		
	MATERIALES				
	Cemento.	180.00	Sacos	Q 82.00	Q 14,760.00
	Arena de Rio	11.00	M3	Q 300.00	Q 3,300.00
	Piedrín Triturado de 3/4"	15.00	M3	Q 300.00	Q 4,500.00
	Alquiler de formaleta (Costaneras de metal)	39.00	Unidades	Q 90.00	Q 3,510.00
	Clavo de 3"	10.00	Lbs	Q 10.00	Q 100.00

	TOTAL MATERIALES				Q	26,170.00
	MAQUINARIA					
	Arrendamiento de Concreteira	40.00	Dias	Q 200.00	Q	8,000.00
	TOTAL MAQUINARIA				Q	8,000.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	566.00	ML	Q 32.00	Q	18,112.00
	TOTAL MANO DE OBRA				Q	18,112.00
	TOTAL COSTO DIRECTO				Q	52,282.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q	15,638.00

	COSTO TOTAL RENGLON				Q 67,920.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 120.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
6	FUNDICION DE CUNETA	896.00	ML		
	MATERIALES				
	Cemento.	405.00	Sacos	Q 82.00	Q 33,210.00
	Arena de Rio	25.00	M3	Q 300.00	Q 7,500.00
	Piedrín Triturado de 3/4"	33.00	M3	Q 300.00	Q 9,900.00
	Alquiler de formaleta	50.00	Unidades	Q 60.00	Q 3,000.00
	Clavo de 3"	40.00	Lbs	Q 10.00	Q 400.00

	TOTAL MATERIALES				Q	54,010.00
	MAQUINARIA					
	Arrendamiento de Concretera	120.00	Dias	Q	200.00	Q 24,000.00
	TOTAL MAQUINARIA					Q 24,000.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	896.00	ML	Q	67.00	Q 60,032.00
	TOTAL MANO DE OBRA					Q 60,032.00
	TOTAL COSTO DIRECTO					Q 138,042.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%			Q 41,158.00

	COSTO TOTAL RENGLON				Q 179,200.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 200.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
7	CORTE Y SELLADO DE JUNTAS	1,400.00	ML		
	MATERIALES				
	Sellador Elastico de Poliuretano	12.00	Cubetas	Q 1,500.00	Q 18,000.00
	TOTAL MATERIALES				Q 18,000.00
	MAQUINARIA Y EQUIPO				
	Alquiler de cortadora	49.00	Dias	Q 250.00	Q 12,250.00
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 12,250.00

	Mano de obra	1,400.00	ML	Q	20.00	Q 28,000.00
	TOTAL MANO DE OBRA					Q 28,000.00
	TOTAL COSTO DIRECTO					Q 58,250.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%			Q 17,350.00
	COSTO TOTAL RENGLON					Q 75,600.00
	COSTO POR UNIDAD					Q 54.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO		TOTAL
8	LLAVE DE REMATE	12.00	ML			
	MATERIALES					
	Cemento.	6.00	Sacos	Q	82.00	Q 492.00

	Arena de Rio	0.30	M3	Q	300.00	Q 90.00
	Piedrín Triturado de 3/4"	0.50	M3	Q	350.00	Q 175.00
	Hierro No. 3	4.00	Varillas	Q	22.00	Q 88.00
	Hierro No. 2	3.00	Varillas	Q	15.00	Q 45.00
	Alambre de amarre	3.00	Lbs	Q	8.00	Q 24.00
	TOTAL MATERIALES					Q 914.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de obra calificada fundicion (albañil)	12.00	ML	Q	36.00	Q 432.00
	TOTAL MANO DE OBRA					Q 432.00
	TOTAL COSTO DIRECTO					Q 1,346.00

	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 382.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 1,728.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 144.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
9	CONSTRUCCION DE TRANSVERSALES	4.00	UNIDADES		
	MATERIALES				
	Cemento.	70.00	Sacos	Q 82.00	Q 5,740.00
	Arena de Rio	7.00	M3	Q 300.00	Q 2,100.00
	Piedrín Triturado de 3/4"	8.00	M3	Q 350.00	Q 2,800.00

	Piedra	14.00	M3	Q	300.00	Q 4,200.00
	Hierro No. 3	25.00	Varillas	Q	22.00	Q 550.00
	Hierro No. 2	28.00	Varillas	Q	15.00	Q 420.00
	Tubo de Concreto de 18"	24.00	Unidades	Q	450.00	Q 10,800.00
	Alambre de amarre	10.00	Lbs	Q	8.00	Q 80.00
	TOTAL MATERIALES					Q 26,690.00
	MANO DE OBRA					
	Mano de obra calificada fundicion (albañil)	4.00	Unidades	Q	7,328.00	Q 29,312.00
	TOTAL MANO DE OBRA					Q 29,312.00
	TOTAL COSTO DIRECTO					Q 56,002.00

	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 16,800.60
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 72,800.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 18,200.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	Q/UNITARIO	TOTAL
10	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	1.00	UNIDAD		
	MATERIALES				
	Compra de Arbolitos	3,300.00	U	Q 1.00	Q 3,300.00
	TOTAL MATERIALES				Q 3,300.00
	MANO DE OBRA				

	TOTAL COSTO DIRECTO				Q 3,300.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 989.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 4,289.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 4,289.00
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	Q/UNITARIO	TOTAL
11	LIMPIEZA FINAL	1.00	UNIDAD		
	MATERIALES				
	LIMPIEZA FINAL (CAMION DE 6.00M3)	6.00	Viajes	Q 260.00	Q 1,560.00
	TOTAL MATERIALES				Q 1,560.00
	MANO DE OBRA				

	TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1,560.00
	TOTAL COSTO INDIRECTOS	30.00	%		Q 446.00
	COSTO TOTAL RENGLON				Q 2,006.00
	COSTO POR UNIDAD				Q 2,006.00
	COSTO TOTAL				Q 3,300,000.00
EL PROYECTO ASCIENDE A:					
TRES MILLONES TRESCIENTOS MIL QUETZALES EXACTOS					

Resumen del presupuesto

--	--	--	--	--	--

PRESUPUESTO INTEGRACIÓN DE COSTO						
PROYECTO: PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN RIGIDA, EN TRAMO DEL CAMINO UBICADO EN LA ENTRADA A LA ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN MARCOS.						
	UBICACIÓN: ALDEA ESCUPIJÁ, SIPACAPA, SAN MARCOS, SAN MARCOS.-					
	MUNICIPIO : SIPACAPA					
	DEPARTAMENTO: SAN MARCOS					
No.	DESCRIPCIÓN RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Q/UNITARIO		Q/TOTAL
1	TRAZO Y REPLANTEO	731.00	ML	Q	7.00	Q 5,117.00
2	CONFORMACION DE SUB-RASANTE	4386.00	M2	Q	60.00	Q 263,160.00
3	BASE DE MATERIAL GRANULAR T= 0.20 Mts.	4239.00	M2	Q	150.00	Q 635,850.00
4	CARPETA DE PAVIMENTO DE CONCRETO T= 0.18 Mts.	4239.00	M2	Q	470.00	Q 1,992,330.00
5	FUNDICION DE CUNETAS	896.00	ML	Q	200.00	Q 179,200.00

6	BORDILLO DE 0.10 * 0.35 Mts.	566.00	ML	Q 120.00	Q 67,920.00
7	CORTE Y SELLADO DE JUNTAS	1400.00	ML	Q 54.00	Q 75,600.00
8	LLAVE DE REMATE	12.00	ML	Q 144.00	Q 1,728.00
9	CONSTRUCCION DE TRANSVERSALES	4.00	UNIDADES	Q 18,200.00	Q 72,800.00
10	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	1.00	UNIDAD	Q 4,289.00	Q 4,289.00
11	LIMPIEZA FINAL	1.00	UNIDAD	Q 2,006.00	Q 2,006.00
TOTAL DEL PROYECTO					Q 3,300,000.00
EL PROYECTO ASCIENDE A:					
TRES MILLONES TRESCIENTOS MIL QUETZALES EXACTOS					

NOMENCLATURA	
AD	ADIBUT
B	DIRECCION DE PENDIENTE
B	SENTACION
BS	SENTACION ADELANTADA
H	ESCALA HORIZONTAL
V	ESCALA VERTICAL
INDICACIONES:	
	REJILLA A CONTORNOS PLANIMETRICOS
	INDICA CORTA DE TERRENO
	INDICA PERFIL NATURAL
	COTA HAZANTE DISEÑADA
	REJILLA A CONTORNOS VERTICALES

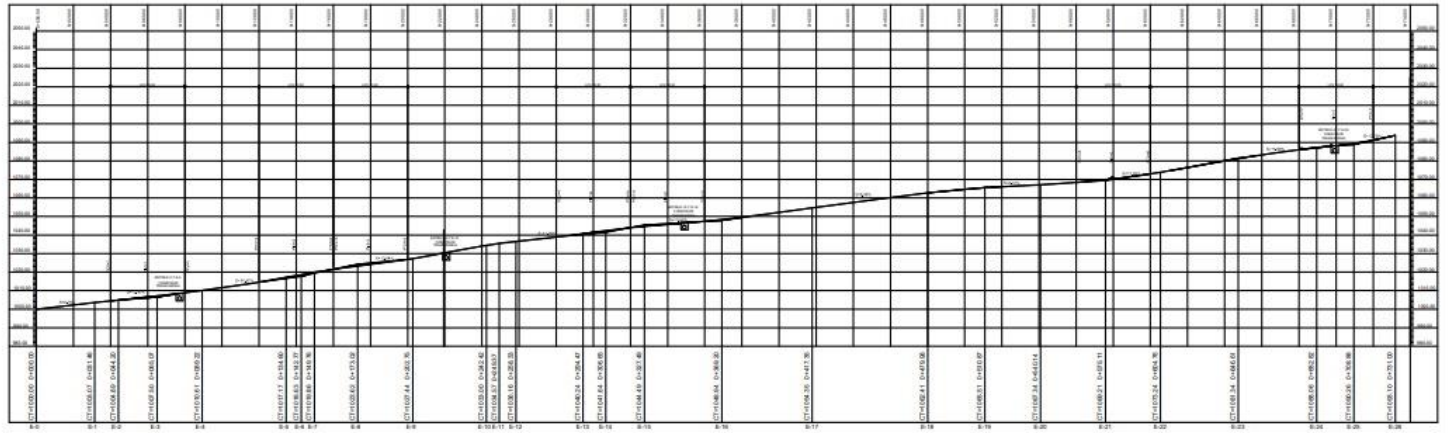


DIMENSIONES DEL PROYECTO	
ANCHO PROMEDIO	= 6.00 ML
LONGITUD	= 731.00 ML
PAVIMENTO	= 420.00 ML
BORDILLO	= 566.00 ML
CUNETETA	= 896.00 ML

MEJORAMIENTO CAMINO RURAL, PAVIMENTO RIGIDO, ALDEA ESCUELA, SIPACAPA, SAN MARCOS, SAN MARCOS.			
MUNICIPIO: ESCUELA, SAN MARCOS, SAN MARCOS.			
PROYECTO: PLANTA + PERFIL		E I	
FECHA:	INDICADO:	FECHA:	INDICADO:
AUTOR:		REVISOR:	
DISEÑADOR:		SUPERVISOR:	
Escala H:		Escala V:	
3		5	

PLANTA
PAVIMENTO

Escala V: 1 / 1000



PERFIL
PAVIMENTO

Escala V: 1 / 1000

