

Wilson Neftaly Caál Quejem

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Asesor metodológico general: Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda.

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Wilson Neftaly Caál Quejem

En el acto de investidura previo a su graduación como  
Ingeniero Civil.

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Licenciatura en Ingeniería Civil:

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020

Este documento fue presentado por el autor  
previo a obtener el título de Ingeniero Civil en  
el grado académico de licenciado.

# ÍNDICE

Prólogo .....	
Presentación .....	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Planteamiento del problema.....	2
I.2. Hipótesis .....	3
I.3. Objetivos.....	4
I.3.1. General.....	4
I.3.1. Específico.....	4
I.4. Justificación .....	5
I.5. Metodología.....	6
I.5.1 Métodos .....	6
I.5.1.1 Método utilizado para la formulación de la hipótesis.....	6
I.5.1.2 Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.....	7
I.5.2 Técnicas .....	7
I.5.2.1 Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.....	7
I.5.2.2 Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis.....	8
II. MARCO TEORICO.....	10
III. COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	71
III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.....	72
III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.....	77
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
IV.1. Conclusiones.....	82
IV.2. Recomendaciones .....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	
ANEXOS.....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Camión furgón Freightliner F70 modelo 1995 .....	12
Figura 2. Cabezal Volvo, Modelo 2005 .....	14
Figura 3. Tipos de contenedores .....	15
Figura 4. Plataformas .....	16
Figura 5. Elementos del acceso físico. ....	17
Figura 6. Un Sistema de transporte rural .....	18
Figura 7. Variacion del volumen de obra del camino en funcion de la pendiente del terreno .....	26
Figura 8. Una alcantarilla bien diseñada e instalada con muros de cabecera para la eficiencia y para la protección o retención del material relleno. ....	29
Figura 9. Elementos de la curva circular.....	34
Figura 10. Grado de curvatura. ....	35
Figura 11. Elementos de las curvas circulares simples. ....	38
Figura 12. Elementos alineamiento vertical.....	40
Figura 13. Perfil del terreno. ....	41
Figura 14. Elemento curvo vertical. ....	43
Figura 15. Curva vertical simetrica.....	44
Figura 16. Curva vertical asimétrica .....	45
Figura 17. Curva vertical convexa .....	47
Figura 18. Sección transversal. ....	53
Figura 19. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras.....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Categoría de vehículos pesado .....	12
Cuadro 2. Norma típica de diseño para caminos de bajo volumen de tránsito. ....	25
Cuadro 3. Distancia de visibilidad de parada (metros) .....	30
Cuadro 4. Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	31
Cuadro 5. Valores máximos de curvatura para cada velocidad .....	36
Cuadro 6. Valores de K para curvas verticales. ....	49
Cuadro 7. Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros).....	52
Cuadro 8. Distancia mínima entre carril y objeto o taludes peligrosos. ....	56
Cuadro 9. Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.....	72
Cuadro 10. Agricultores que opinan que el flete este aumento en los últimos años.	73
Cuadro 11. Agricultores que consideran el aumento de flete anualmente.....	74
Cuadro 12. Agricultores que han tratado de disminuir los costos de transporte en sus productos. ....	75
Cuadro 13. Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible. ....	76
Cuadro 14. Técnicos que consideran que existe algún perfil de anteproyecto para el tramo de carretera de sector I al sector II de Aldea Chixajau. ....	77
Cuadro 15. Técnicos que consideran que la construcción de la carretera puede ayudar a los agricultores a reducir sus costos. ....	78
Cuadro 16. Técnicos que indican que existe personal especializado al momento de formular proyectos de infraestructura. ....	79
Cuadro 17. Técnicos que consideran que aldea Chixajau Sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación. ....	80
Cuadro 18. Técnicos que indican que el Consejo comunitario de desarrollo de aldea Chixajau ha ingresado la solicitud para la construcción de carretera. ....	81

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica</b>	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.....	72
Gráfica 2. Agricultores que opinan que el flete este aumento en los últimos años...	73
Gráfica 3. Agricultores que consideran el aumento de flete anualmente.....	74
Gráfica 4. Agricultores que han tratado de disminuir los costos de transporte en sus productos. ....	75
Gráfica 5. Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible. ....	76
Gráfica 6. Técnicos que consideran que existe algún perfil de anteproyecto para el tramo de carretera de sector I al sector II de Aldea Chixajau. ....	77
Gráfica 7. Técnicos que consideran que la construcción de la carretera puede ayudar a los agricultores a reducir sus costos. ....	78
Gráfica 8. Técnicos que indican que existe personal especializado al momento de formular proyectos de infraestructura. ....	79
Gráfica 9. Técnicos que consideran que aldea Chixajau Sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación. ....	80
Gráfica 10. Técnicos que indican que el Consejo comunitario de desarrollo de aldea Chixajau ha ingresado la solicitud para la construcción de carretera. ....	81



## **Prólogo**

Como parte del programa de graduación y de acuerdo con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó la propuesta sobre el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. previo a optar en el grado académico de licenciado, al título de ingeniero civil con énfasis en construcciones rurales; por lo que fue necesario realizar la investigación, en aldea antes mencionada.

La propuesta hace referencia de forma metódica la problemática al tomar en cuenta los puntos de vista tanto de agricultores como profesionales calificados que laboran en la municipalidad de Santa Cruz Verapaz quienes amablemente han proporcionado información vital, junto con las técnicas utilizadas para la investigación.

Es por ello que es importante la construcción de pavimento rígido en el área de estudio ya que el transporte abarca tanto el desplazamiento de personas como de sus bienes respectivos de un lugar a otro por lo que resulta muy importante que el espacio del suelo donde dará movimiento el transporte sea de calidad y con las condiciones aptas para dicha actividad.

La problemática se ha manifestado desde hace cinco años atrás, por lo cual es necesario trazar los objetivos que respondan a la problemática, con el objetivo general que es reducir los costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz y el específico mejorar el estado del camino.

## **Presentación**

De acuerdo al programa de graduación, en el presente documento se detalla la investigación realizada en aldea Chixajau Santa Cruz Verapaz, la cual se enfoca al proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

Al describir la problemática encontrada por el camino en mal estado, se establecen la causa principal que la provoca y el efecto que ocasiona dicha problemática, de tal manera se desarrollan los métodos y técnicas empleadas para su comprobación.

La agricultura de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, es una de las fuentes principales para la producción familiar de alimentos y representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro y sigue aumentando en los últimos años, por lo tanto, varios productores en distintas áreas de la localidad han dedicado iniciativas para emprendimientos de producción.

Por ende, es necesaria la construcción del tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal

## **I. INTRODUCCIÓN**

El trabajo de graduación que se desarrolla es la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, santa cruz Verapaz" el cual se enfoca en los altos costos de transporte que pagan los agricultores que allí laboran, causado por el mal estado de la carretera,

El consejo de desarrollo no ha presentado solicitud para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido, lo cual pospone en tiempo indefinido la solución más adecuada a dicha problemática, que afecta al lugar, los beneficios de implementar el proyecto son muchos no solo para agricultores sino para la aldea en conjunto.

La propuesta plasmada hace referencia de forma metódica y planificada de la problemática al tomar en cuenta los puntos de vista tanto de agricultores como profesionales calificados que laboran en la municipalidad de Santa Cruz Verapaz quienes amablemente han proporcionado información vital, junto con las técnicas utilizadas para la investigación. El transporte abarca tanto el desplazamiento de personas como de sus bienes respectivos de un lugar a otro por lo que resulta muy importante que el espacio del suelo donde dará movimiento el transporte sea de calidad y con las condiciones aptas para dicha actividad.

Por lo que se investiga de todas las formas posibles no solo técnicas sino también prácticas como la visualización directa, se tuvo relación con las personas viven esta situación para comprender y estudiar de manera correcta la problemática.

### **I.1. Planteamiento del problema**

El principal problema que afronta aldea Chixajau sector II de Santa Cruz Verapaz es el camino en mal estado, ya que año con año sufren incrementos en costo de transporte para los agricultores.

Dicha aldea cuenta con una apertura inicial de 150 metros lineales que fue ejecutado hace seis años, sin ninguna ayuda parte de alguna institución del estado y dicha apertura fue realizada por los pobladores del lugar, sin ningún estudio y diseño de la carretera.

Hoy en día se encuentra en mal estado ya que en tiempos de lluvia el camino se vuelve intransitable con tramos con demasiada pendiente y sus productos agrícolas tienen que transportarlos por medio de animales y personas hasta el sector I de aldea Chixajau esto hace que los agricultores tengan aumentos de costos en sus productos.

## **I.2. Hipótesis**

“El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

¿Es la inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido por el camino en mal estado entre sectores I y II, la causante del incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; en los últimos 5 años?

### **I.3. Objetivos**

#### **I.3.1. General**

- Reducir los costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

#### **I.3.1. Específico**

- Mejorar el estado del camino entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

#### **I.4. Justificación**

El principal problema es el camino en mal estado de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz hoy en día se encuentra en mal estado ya que en tiempos de lluvia el camino se vuelve intransitable con tramos con demasiada pendiente y sus productos agrícolas tienen que transportarlos por medio de animales y personas hasta el sector I de aldea.

Debido a la falta de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido los agricultores se ven afectados puesto que los costos de transporte son elevados y han ido en aumento en los últimos cinco años, debido a la problemática antes mencionada.

Por tal motivo es necesario implementar el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, con la ayuda la unidad ejecutora, en este caso es la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

## **I.5. Metodología**

Para lograr la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo, y para comprobar la hipótesis se tuvo que auxiliar al método inductivo, la información obtenida fue tabulada y analizada para obtener los resultados y conclusiones.

### **I.5.1 Métodos**

#### **I.5.1.1 Método utilizado para la formulación de la hipótesis.**

- **Método deductivo.**

El método deductivo se aplicó para determinar la hipótesis, anteriormente se identificó el problema que concurre en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, sobre el incremento de costos de producto hacia a los agricultores de dicha área de incidencia, seguidamente se integraron la causa y el efecto que produjo el árbol de problema.

- **Método analítico.**

Mediante el apoyo del método analítico se logró identificar y aclarar los datos que se obtuvieron de la formulación de la hipótesis, y por medio del cual se analizaron las causas que influyeron los altos costos de transporte para los agricultores en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido.

- **Método marco lógico.**

Con el método marco lógica se tiene una interpretación de una visión bastante amplia de la problemática, pues en ella se detalla los objetivos y los resultados y poder interpretar la categoría que se desea alcanzar con el estudio.



### **1.5.1.2 Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.**

- **Método inductivo.**

Se utilizó este método para obtener los resultados exactos y específicos del problema que se identificó entre los sectores donde se realizó el estudio de investigación, estos resultados sirvieron para la elaboración, análisis, presentación, conclusiones y recomendaciones.

- **Método estadístico.**

Este método permitió determinar por medio de boletas de encuestas, la comprobación de la hipótesis y así establecer que: “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

- **Método sintético.**

Con la interpretación de la información se utilizó la síntesis para obtener las conclusiones, recomendaciones y resultados de la investigación realizada en campo.

## **I.5.2 Técnicas**

### **I.5.2.1 Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.**

- **Lluvia de ideas.**

Esta consistió en enumerar todas las ideas que permitieron encontrar el problema más saliente que existen en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

- **Observación directa.**

Esta técnica se realizó directamente con los agricultores de la aldea para identificar los problemas que les afectan al momento de transportar sus productos hacia el mercado central.

- **Entrevistas.**

Esta se realizó a los agricultores y pobladores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, para tener información más detallada y precisa sobre el problema que se observó.

### **1.5.2.2 Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la**

#### **1.5.2.3**

#### **1.5.2.4**

#### **1.5.2.5 hipótesis.**

- **Censo.**

Fue utilizado en 6 empleados de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, para la comprobación de la causa principal.

- **Cálculo de la muestra.**

Se utilizó para comprobar el efecto, según el presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE de aldea Chixajau sector II existen 69 agricultores, con una muestra de 54 agricultores. Así mismo se comprobó el problema central en una población de 152 habitantes, que generan una muestra de 109 habitantes para ser entrevistados.

- **Encuestas.**

Se formularon tres tipos de encuestas dirigidas a los agricultores y a los habitantes de aldea Chixajau sector II, Santa Cruz Verapaz y a los empleados de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, Para poder comprobar las tres variables: Efecto general, el problema central, y la causa principal.

- **Técnica de análisis.**

Una vez hecha la tabulación de los resultados de las encuestas para la comprobación de las tres variables. Esta técnica se realizó para obtener el análisis de las conclusiones y recomendaciones del proceso.

- **Coefficiente de Correlación.**

Se formuló y se realizó el procedimiento estadístico de coeficiente de correlación para conocer si existe o no relación entre la variable dependiente, y la variable independiente.

- **Proyección.**

Al realizar la proyección en línea recta se obtuvo la gráfica de proyección lineal que ayuda a conocer el comportamiento de las variables, esto determino el impacto que tendrá agricultores de aldea Chixajau sector II, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

## **II. MARCO TEORICO**

### **II.1. Transporte**

Generalmente, el transporte de mercancías y personas se realiza a través de las siguientes rutas: acuática (océanos, mares, lagos y ríos), en donde predominan los barcos, buques, submarinos, barcas, ferrys y lanchas motoras. La terrestre (carreteras, autopistas y vías férreas), en ella se encuentran los automóviles, autobuses, ciclomotores, camiones, trenes, ferrocarriles, metros y furgonetas. Y por último; la aérea, en donde vemos aviones, avionetas, helicópteros, hidroaviones, globos y cohetes. (Conceptodefinicion.de, 2018)

#### **II.1.1. Servicios de transporte**

En términos generales el sector transporte abarca tanto el transporte de personas como el de bienes de todo tipo, los cuales son movilizados por distintas vías y medios. Según el medio que se utilice para el traslado, suele dividirse en marítimo, aéreo o terrestre. Si bien existe dicha distinción, esto no significa necesariamente que constituyen elementos totalmente aislados, al contrario, generalmente los tres medios requieren coordinarse para hacer eficiente la logística del transporte. (Gallardo, 2003).

Actualmente el transporte es un elemento fundamental para las actividades de comercio, industria, agricultura, telecomunicaciones, etc. Las funciones básicas del transporte para satisfacer necesidades de los sectores productivos están vinculadas a la reunión de medios y factores en el lugar donde se efectúan procesos de transformación y distribución en el mercado de bienes. (Gallardo, 2003).

##### **II.1.1.1. Transporte terrestre**

El interés gubernamental en el desarrollo de la red básica existente en Guatemala, que incluye tanto la construcción de carreteras pavimentadas como el mejoramiento de la red existente, ha generado, particularmente desde la década de los sesenta hasta la actualidad, diversos niveles de crecimiento que han permitido conformar el actual sistema vial del país. (Martinez, 2006).

El transporte terrestre por carretera ofrece ventajas relevantes de mencionar para el transporte de mercancías, tales como las siguientes: (Martinez, 2006).

Rapidez respecto al transporte marítimo, aunque menor a la ofrecida por el transporte aéreo. Cabe destacar que el costo del transporte terrestre resulta ser convenientemente más económico, aunque definitivamente no es recomendable para viajes muy largos y de mucha carga. (Martinez, 2006).

#### **II.1.1.2. Vehículos y equipo de transporte terrestre de carga**





Los vehículos, que se impulsan por medios automotores, se pueden clasificar en: camiones, cabezales, automóviles y similares. (Martinez, 2006).

El equipo comprende furgones, plataformas, palanganas y otros, que son halados por los vehículos. Actualmente, los contenedores constituyen uno de los equipos de transporte fundamentales para el comercio y movilización de carga. Entre los vehículos automotores de uso más frecuente para el transporte de carga se pueden mencionar los camiones furgones, cabezales con plataformas, cisternas, camiones de baranda o con carrocería, etc. (Martinez, 2006).

Una clasificación común para los vehículos de transporte de carga, que suelen constituir los denominados vehículos pesados, está en función de su tamaño y estructura, además de su capacidad de carga, definido concretamente en función del número de ejes del vehículo. Esta es una clasificación muy sencilla y útil, incluso de

uso muy generalizado para el cobro de peajes e impuestos de carreteras. De esta forma los vehículos de carga pueden dividirse en: (Martinez, 2006).

**Cuadro 1. Categoría de vehículos pesado**

CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS PESADOS	
Definición	Figuras
Camiones de dos ejes.	
Camiones de tres ejes y de dos ejes con remolque de un eje.	 
Camiones con o sin remolque con un total de cuatro ejes o más.	

Fuente: Martínez, M.N., junio de 2006

**II.1.2.1.1. Vehículos automotores**

**II.1.2.1.1.1. Camiones furgones**

Para capacidades de 3, 5, 8 y 10 Toneladas.

- Carga general
- Carga especializada

**Figura 1. Camión furgón Freightliner F70 modelo 1995**



**Fuente:** OLX Guatemala, octubre de 2018

### **II.1.2.1.2. Tracto camiones (Cabezales)**

Para capacidades superiores a las 15 Toneladas y que requieran la utilización de un sistema no motorizado para el transporte de carga general y a granel (contenedores, plataformas, entre otros). (Martinez, 2006).

**Figura 2. Cabezal Volvo, modelo 2005**



**Fuente:** OLX Guatemala, octubre de 2018

### **II.1.2.1.3. Equipo de transporte**

#### **II.1.2.1.3.1. Contenedores**

Los contenedores constituyen compartimientos total o parcialmente cerrados, destinados a contener y transportar mercadería, fabricados para su manipuleo y estiba bajo normas internacionales regidas por la I.S.O. (Organización Internacional de Normalización). Los contenedores están provistos de dispositivos (accesorios) que



permiten su sujeción o fijación y su manipuleo en la carga, descarga y transbordo de uno a otro modo de transporte. (Martinez, 2006).

**Figura 3. Tipos de contenedores**



**Fuente:** Martínez, M.N., junio de 2006

En forma genérica, los contenedores pueden clasificarse de la siguiente manera: Por tipo de carga: Esta clasificación se refiere al diseño del contenedor de acuerdo con las características de la mercancía que se deba transportar. Puede ser para carga general, diseñados para el transporte de toda clase de mercancías y no necesitan acondicionamientos especiales para preservar su estado; y para carga específica, diseñados para cargas como, por ejemplo: automóviles, animales vivos, peces, accesorios -clipones, trabas-, etc. (Martinez, 2006).

Por características, Los contenedores pueden ser clasificados también por sus características estructurales (medidas, volumen). Esto permite establecer parámetros fijos tendientes a facilitar la intercambiabilidad y su manipulación. Como referencia se puede observar los contenedores de media altura, utilizado para el transporte de tambores, material de estiba, etc., cuya altura permite un estibaje óptimo de la carga cuando el volumen de la misma no es significativo. Asimismo, los contenedores de 40, 45 pies y más utilizados para grandes volúmenes de carga. (Martinez, 2006).

### **II.1.2.1.3.2. Plataformas**

En términos generales, una plataforma consiste en un vagón descubierto con bordes de poca altura en sus cuatro lados. (Martinez, 2006).

**Figura 4. Plataformas**

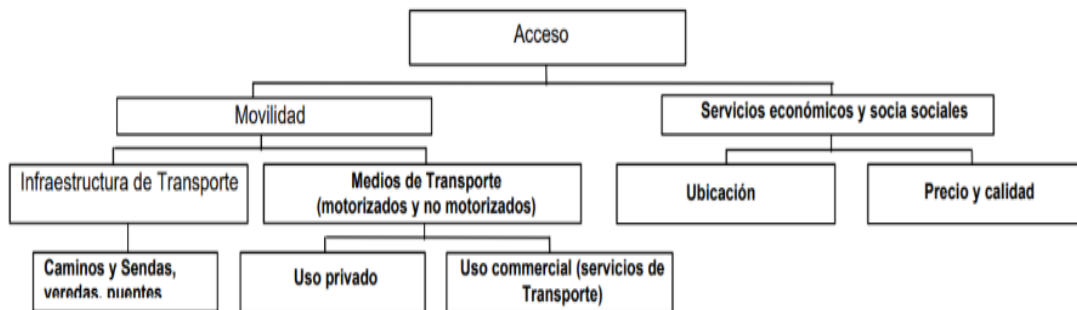


**Fuente:** OLX Guatemala, octubre de 2018

## **II.2. Transporte rural**

El acceso limitado al transporte en las zonas rurales de los países en desarrollo, obliga el desarrollo económico y social y contribuye a la pobreza. La mejora del acceso de la población rural a los servicios esenciales requiere una mejora de la movilidad, mediante infraestructura de transporte y mejores servicios y la atención a la ubicación, la calidad y el precio de las instalaciones. Una mayor movilidad brinda a la gente mejor acceso a los servicios (educación, salud, finanzas), los mercados, las oportunidades de obtener ingresos y a las actividades sociales, políticas y comunitarias. (Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., 2002).

**Figura 5. Elementos del acceso físico.**



**Fuente:** Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., junio de 2002.

En muchos países en desarrollo, la infraestructura de transporte rural—caminos locales, senderos, veredas y puentes usados para llegar hasta las fincas, mercados, fuentes de agua, escuelas y consultorios—frecuentemente está en malas condiciones durante todo el año o parte de él. (Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., 2002).

Los servicios de transporte, tanto los medios motorizados en gran escala como los camiones, autobuses, camionetas y automóviles, así como los medios intermedios como carretillas, bicicletas, motocicletas y carros de tracción a sangre, a menudo son inadecuados y demasiado costosos para los habitantes Rurales En muchas áreas rurales, el transporte local significa principalmente personas que caminan y acarrear. (Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., 2002).

### **II.2.1. Sistema de transporte rural**

El transporte rural eficaz depende de una variedad de medios de transporte para trasladar pasajeros y productos, cuyo tipo y diversidad dependen de la infraestructura, las condiciones ambientales, los usuarios y la demanda Los viajes implican en general distancias cortas y cargas pequeñas por senderos y sendas, por lo general para

comerciar, recoger agua y leña y atender los cultivos y los animales. (Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., 2002).

Los viajes fuera de la aldea son menos comunes, pero de enorme importancia económica y social, incluidos los viajes hacia y desde las fincas y mercados distantes, las oportunidades laborales, las escuelas, los establecimientos sanitarios, los molinos y los amigos y familiares. Estos viajes suponen distancias más largas y es más probable que impliquen medios intermedios de transporte o servicios de transporte motorizados. Pero en muchas zonas rurales, el caminar y acarrear puede hacerse aun para distancias largas. (Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., 2002).

**Figura 6. Un Sistema de transporte rural**



**Fuente:** Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine., junio de 2002.

### **II.3. Infraestructura vial en Guatemala**

La infraestructura vial en Guatemala ha sido clasificada según el tipo de ruta formulada en base a las localidades que comunican; a continuación, se listan los lineamientos utilizados para dicha clasificación. (Chinchilla, 2005) .

#### **II.3.1. Lineamientos de clasificación:**

##### **II.3.1.1. Rutas centroamericanas (Ca):**

- Unen la capital con fronteras o desde otra ruta centroamericana.
- Unen puertos de importancia desde la capital o desde otra ruta centroamericana.
- Atraviesan longitudinalmente o transversalmente la república.
- Reúnen las mejores condiciones de diseño que la topografía les permite.
- Derecho de vía: 25.00 mts. (12.50 mts. de cada lado de la línea central); área de reserva: 80.00 mts. (40.00 mts. de cada lado de la línea central). (Caminos., 2014).

##### **II.3.1.2. Rutas nacionales (Rn):**

- Une cabeceras departamentales.
- Une rutas centroamericanas, con cabeceras departamentales.
- Conecta rutas centroamericanas.
- une rutas centroamericanas con puertos de importancia comercial para el país.
- Red auxiliar de las rutas centroamericanas.
- Derecho de vía: 25.00 mts. (12.50 mts. de cada lado de la línea central); área de reserva: 80.00 mts. (40.00 mts. de cada lado de la línea central). (Caminos., 2014).

#### **II.3.1.3. Rutas departamentales (Rd):**

- Interconecta cabeceras departamentales.
- Une cabeceras departamentales entre sí.
- Une cabeceras municipales con rutas centroamericanas o rutas nacionales u otras departamentales.
- Derecho de vía: 20.00 mts. (10.00 mts. de cada lado de la línea central).

Cada uno de los anteriores, son suficientes por sí mismos para dar categoría de ruta departamental a una carretera. (Caminos., 2014).

- Une rutas nacionales (rn).
- Une rutas centroamericanas o nacionales con litorales.
- Longitud mayor de 20 kms.
- Tránsito diario mayor de 200 vehículos.
- Importancia turística.

De los anteriores, tiene que cumplir con dos criterios por lo menos para ser ruta departamental. (Caminos., 2014).

#### **II.3.1.4. Caminos rurales (Cr):**

- interconectan a las comunidades rurales de los correspondientes municipios. (Caminos., 2014).

Otra forma de clasificación de las rutas de la infraestructura vial en Guatemala, es la que se utiliza con fines específicos de realizar una mejor planificación y orientación de las inversiones aplicadas a las carreteras. Dicha clasificación es primaria, secundaria y terciaria. (Caminos., 2014).

#### **II.4. Ingeniería de caminos rurales**

Se considera como camino rural a una vía que se usa relativamente poco (tránsito diario promedio de menos de 400 vehículos por día), que tiene bajas velocidades de diseño (típicamente menores de 80 kph), y geometría correspondiente. Un sistema de caminos rurales bien planeado, localizado, diseñado, construido y mantenido, resulta esencial para el desarrollo comunitario, para el flujo de bienes y servicios entre las comunidades, y para las actividades de administración de recursos. (Keller, 2002).

Sin embargo, los caminos, y sobre todo la construcción de caminos, pueden producir más erosión en el suelo que la mayor parte de otras actividades que tienen lugar en zonas rurales. (Keller, 2002).

Los sistemas de caminos pobremente planeados pueden llegar a tener altos costos de mantenimiento y de reparación, pueden contribuir a una erosión excesiva y pueden no satisfacer las necesidades de los usuarios. (Keller, 2002).

Resulta muy importante desde el principio localizar a los caminos sobre terreno estable, en taludes moderados, en zonas secas alejadas de drenajes, y apartados de otras zonas problemáticas y difíciles. Al evitar las zonas problemáticas se pueden ahorrar importantes costos de diseño, construcción y mantenimiento, y se pueden minimizar muchos impactos indeseables. (Keller, 2002).

Para que un proyecto de caminos tenga éxito, cada uno de los pasos del proceso de administración de caminos debe llevarse a cabo. Las etapas básicas son las siguientes:

- Planeación
- Localización
- Levantamiento
- Diseño y Construcción

- Mantenimiento

Si se llega a omitir una de estas etapas, el comportamiento de un camino puede resultar deficiente, incumplir sus expectativas, fallar prematuramente, o causar impactos de mantenimiento o ambientales innecesariamente altos. Sin una planeación y una buena localización, un camino puede no servir adecuadamente a sus usuarios o pueden ubicarse en una zona problemática. (Keller, 2002).

#### **II.4.1. Planeación de caminos**

La planeación y el análisis de caminos son actividades clave para garantizar que un camino satisface las necesidades presentes del usuario, que no se construya en demasía, que minimice los impactos al medio ambiente y a la gente a lo largo del camino y que tome en cuenta las necesidades futuras de una región. Con los objetivos de administración de caminos se ayuda a definir y a documentar la finalidad del camino, las especificaciones y la manera en que un camino se va a usar, administrar, mantener y financiar, así como las prácticas BMP aplicables al camino. (Keller, 2002).

##### **II.4.1.1. Prácticas recomendadas**

Llevar a cabo el análisis de transportación para el camino a fin de determinar el sistema de caminos óptimo para una cierta zona, así como las necesidades de los usuarios y la evaluación de las opciones futuras. (Keller, 2002).

Mantener las especificaciones mínimas de caminos congruentes con las demandas y necesidades de los usuarios, con los Objetivos de Administración de Caminos (RMO, por sus siglas en inglés), y con la seguridad pública. (Keller, 2002).

Use un enfoque de equipo interdisciplinario de trabajo para la planeación de caminos y coordine el desarrollo con los propietarios locales de la tierra. (Keller, 2002).



Use mapas topográficos, fotos aéreas, información de suelos, etc. para la planeación de la ruta óptima. (Keller, 2002).

Considere necesidades de acceso de los usuarios del camino tanto a corto plazo como a largo plazo, limite el área total alterada al minimizar el número, ancho y longitud de los caminos. (Keller, 2002).

Use los caminos existentes únicamente si satisfacen las necesidades a largo plazo de la zona y si se pueden reconstruir para proporcionar drenaje adecuado y seguridad. (Keller, 2002).

#### **II.4.2. Localización de caminos**

La localización de caminos es clave para garantizar que un camino se ubica en una zona adecuada, que se evitan rasgos o zonas problemáticas en las que la construcción es muy cara, que constituye el mejor acceso a zonas en donde hace falta el camino, y que minimiza la distancia de recorrido entre puntos de destino. Coloque marcas o banderolas a lo largo de la ruta propuesta para el camino a fin de garantizar que cumple con los criterios de diseño del camino. (Keller, 2002).

##### **II.4.2.1. Prácticas recomendadas**

Use puntos topográficos de control y rasgos físicos para controlar o definir la ubicación ideal para el camino. Use bordos del terreno, registre las protuberancias del terreno y evite los afloramientos de roca, las laderas abruptas, los cruces de arroyos, etcétera. (Keller, 2002).

Localice los caminos a fin de evitar los efectos adversos sobre la calidad del agua y fuera de las zonas ribereñas y de las zonas SMZ, excepto en los cruces con arroyos, aproxímesese a los cruces de arroyos con la menor pendiente posible. (Keller, 2002).

Ubique los caminos en la parte alta de la topografía para evitar taludes empinados interiores hacia los cañones y deje una mayor distancia entre el camino y los arroyos. (Keller, 2002).

Localice los caminos en suelos con buen drenaje y en laderas donde el drenaje fluirá alejándose del camino. (Keller, 2002).

Localice los caminos, caminos en zigzag y las plataformas de carga de troncos, sobre secciones en balcón y en terrenos relativamente planos. (Keller, 2002)

### **II.4.3. Levantamiento, diseño y construcción de caminos**

El diseño, la construcción y el levantamiento de caminos son las etapas dentro del proceso en las cuales se combinan las necesidades de los usuarios del camino con los factores geométricos y los rasgos topográficos, y el camino se construye sobre el terreno. Es necesario el levantamiento del camino o del sitio para identificar los rasgos topográficos tales como drenajes, afloramientos y pendientes del terreno, así como para agregar un cierto nivel de control geométrico a un proyecto. (Keller, 2002).

Un levantamiento puede ser muy simple, como el ejecutado con una brújula y una cinta métrica de tela en el caso de un camino rural, o puede resultar muy detallado al usar instrumentos y un alto grado de exactitud en terrenos difíciles o para un camino de altas especificaciones. Entre los elementos de diseño se incluye la geometría de la calzada, la velocidad de diseño, el drenaje, las estructuras para cruzar arroyos, las necesidades de estabilización de taludes, los tipos y usos de materiales, y los gradientes del camino. (Keller, 2002).

En la construcción intervienen todos los aspectos de la aplicación del diseño y de la adecuación del proyecto al terreno. Un enlace clave entre el diseño y la construcción lo constituye el uso de planos y dibujos estandarizados que muestran la manera en que

debería quedar el proyecto, así como las especificaciones en las que se describe cómo se debe hacer el trabajo. Otro aspecto clave de la construcción, es el control de la calidad y la inspección para garantizar que el trabajo se lleva a cabo de conformidad con los planos y con las especificaciones. (Keller, 2002).

Generalmente se especifica un cierto volumen de muestreo y ensaye para asegurarse que los materiales empleados en la construcción cumplen con las especificaciones. (Keller, 2002) .

**Cuadro 2. Norma típica de diseño para caminos de bajo volumen de tránsito.**

Elemento de diseño	Camino rural de acceso	Camino alimentador
Vel. de diseño	25-35 kph	45-60 kph
Ancho del camino	3,5-4,5 m	4-5,5 m
Gradiente del camino	15% máx.	12% máx.
Radio de curvatura	15 m mín.	25 m mín.
Corona/Geometría	talud ext./int. (5%)	talud ext./int. o corona
Tipo superficie	natural o grava	grava, canto rodado o pavimento

**Fuente:** Cordon Keller, Ingeniería de Caminos Rurales, año 2002

**II.4.3.1. Prácticas recomendadas**

**II.4.3.1.1. Diseño general**

Aplique las especificaciones mínimas de caminos necesarias para seguridad y tránsito. (Keller, 2002).

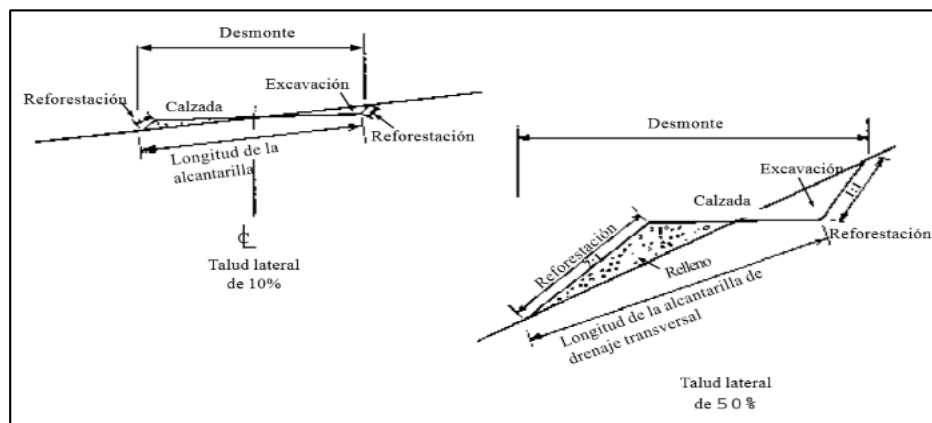
Use planos y especificaciones estandarizadas, con dibujos estándar, en la mayor parte de los trabajos generales de construcción. Desarrolle especificaciones y planos especiales de proyecto para tipos de trabajo únicos. (Keller, 2002).

Extraiga toda la madera que se pueda comercializar del derecho de vía del camino antes de proceder a las excavaciones. Apile el material en los lugares establecidos para ese fin. (Keller, 2002).

En zonas comunales y urbanas, construya sendas para peatones a la orilla del camino para la seguridad de la gente que camine a lo largo del mismo. Aplique un tratamiento superficial al camino y coloque reductores de velocidad, para controlar el polvo y la velocidad del tránsito, respectivamente. (Keller, 2002).

Construya caminos con pendientes de 12% o menores, al usar tramos cortos con 15% de inclinación donde sea necesario. ¡En el caso de caminos empinados, el drenaje resulta difícil de controlar! (Keller, 2002).

**Figura 7. Variación del volumen de obra del camino en función de la pendiente del terreno**



**Fuente:** Cordon Keller, Ingeniería de Caminos Rurales, año 2002

Construya el camino con el ancho mínimo suficiente para que los vehículos puedan circular con seguridad, normalmente comprendido entre 3,5 y 4,5 metros para caminos de un solo carril y de 5 a 7 metros para caminos de doble circulación.

Minimice el área de despalme. Localice los caminos con un radio de curvatura mínimo de 15 metros. (Keller, 2002).

Compacte los terraplenes del camino, el material de la subrasante y los materiales de la superficie de rodamiento, sobre todo en el caso de zonas sensibles, o permita que los nuevos caminos se “asienten” durante varias semanas antes de poner en uso el camino. En climas húmedos, resulta deseable un periodo más largo. (Keller, 2002).

Use medidas de estabilización de la superficie del camino, como el uso de agregados o la colocación de pavimentos, donde sea necesario y tan a menudo como sea posible. Utilice materiales duraderos que no se degraden al extremo de generar sedimentos finos bajo el tránsito. (Keller, 2002).

Deshágase del material de excavación inadecuado o sobrante en sitios donde se eviten impactos negativos en la calidad del agua y en otros recursos naturales. (Keller, 2002).

Establezca requisitos mínimos de muestreo y ensaye y programe las pruebas de control de calidad de los materiales (Keller, 2002).

#### **II.4.3.1.3. Taludes**

Típicamente construya los taludes de corte con inclinaciones de 3/4:1 o menores. Construya los taludes de terraplén con pendientes de 1½:1 o menores. Reforeste los taludes. (Keller, 2002).

En general use construcción balanceada de cortes y rellenos en terrenos de suave pendiente. Use construcción totalmente en balcón en laderas de más de 65% y transporte el material excavado hasta un sitio adecuado de desecho. (Keller, 2002).

En terrenos muy abruptos construya caminos angostos (entre 3 y 4 metros de ancho) con apartaderos, o use muros de contención, según sea el caso. Transporte la mayor parte del material excavado hasta su destino final—evite desecharlo a los lados. (Keller, 2002).

#### **II.4.3.1.4. Drenaje**

Construya la superficie del camino con peralte hacia afuera de 2-5% para pendientes del camino de menos de 10% en suelos estables, al usar vados ondulantes superficiales para estructuras de drenaje transversal. (Keller, 2002).

En suelos resbalosos, deje el peralte hacia adentro del camino o agregue un recubrimiento de agregados a la superficie del camino. (Keller, 2002).

Construya cunetas sólo cuando sea necesario, un camino con peralte hacia fuera y sin cunetas altera menos el terreno y su construcción es menos costosa. (Keller, 2002).

Construya la superficie del camino con peralte hacia adentro de 2-5% con un tramo en cuneta para el caso de pendientes del camino mayores de 10% o en zonas con taludes naturales empinados, suelos erosionables o resbalosos, o en curvas pronunciadas. Instale drenaje transversal mediante tubos de alcantarilla o vados ondulantes superficiales. (Keller, 2002).

Use una sección transversal del camino con corona en una calzada ancha con taludes suaves o sobre terreno plano para evitar la acumulación del agua en la superficie de rodamiento. (Keller, 2002).

Desvíe el agua y el caudal del arroyo alrededor de las zonas de construcción siempre que sea necesario para mantener seco el sitio de la obra y para evitar la degradación

de la calidad del agua. Restaure los canales naturales a su estado original tan pronto como sea posible después de terminada la construcción. (Keller, 2002)

**Figura 8. Una alcantarilla bien diseñada e instalada con muros de cabecera para la eficiencia y para la protección o retención del material relleno.**



**Fuente:** Cordón Keller, Ingeniería de Caminos Rurales, año 2002

## **II.5. Diseño geométrico**

### **II.5.1. Distancia de visibilidad**

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En diseño se consideran tres distancias de visibilidad: (MTC, 2008)

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de adelantamiento.
- Visibilidad para cruzar una carretera.

### II.5.1.1. Visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria. (MTC, 2008)

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tenga una altura de 0.60 m y que el ojo del conductor se ubique a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera. (MTC, 2008)

**Cuadro 3. Distancia de visibilidad de parada (metros)**

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136

Fuente: MTC, abril De 2008

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Ésta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades directrices mayores de 70 Km. /hora. (MTC, 2008)

### II.5.1.2 Visibilidad de adelantamiento

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 Km./h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad



directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (MTC, 2008)

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m. (MTC, 2008)

La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible, de la carretera cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción. (MTC, 2008)

#### **Cuadro 4. Distancia de visibilidad de adelantamiento**

<b>Velocidad directriz Km./h</b>	<b>Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)</b>
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615

**Fuente:** MTC, abril De 2008

#### **II.5.1.2 Visibilidad de cruce.**

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada (MTC, 2008).

### **II.5.2. Alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal es una proyección sobre un plano horizontal en el cual la vía está representada por su eje y por los bordes izquierdo y derecho. El eje es la línea imaginaria que va por el centro de ella y que se dibuja con la convención general de los ejes. Los bordes izquierdo y derecho son las líneas que demarcan exteriormente la zona utilizable por los vehículos. Al hacer el trazado, generalmente se trabaja sobre el eje, ya que al determinar un punto de este la ubicación de los bordes es obvia y sencilla, pues basta con medir sobre la normal al eje en ese punto el ancho de la vía a cada lado de este. (MTC, 2008).

#### **II.5.2.1. La curva circular.**

Para enlazar dos rectas finitas con distinta dirección se pueden trazar un gran número de arcos circulares cuyo radio varía desde cero metros hasta un valor tal que dicho arco elimine el tramo en tangente correspondiente a la recta más corta. El valor del radio, escogido por el diseñador de la vía, depende de las condiciones topográficas del sitio y de las limitaciones que imponen las leyes de la mecánica del movimiento de los vehículos en una curva, para una determinada velocidad de diseño, tal como se ha mencionado y se tratará más adelante. (Ospina, 2002).

Además de las condiciones topográficas y la velocidad de diseño, el radio de una curva está también condicionada por las tangentes disponibles ya que al aumentar el radio de una curva aumentan también sus tangentes. Cuando se cambia de tipo de terreno esto obliga normalmente a un cambio en la velocidad de diseño y si el cambio es mayor de 20 Km/h es necesario especificar un tramo de transición que permita a los conductores adaptarse de manera segura al cambio de curvatura. (Ospina, 2002).

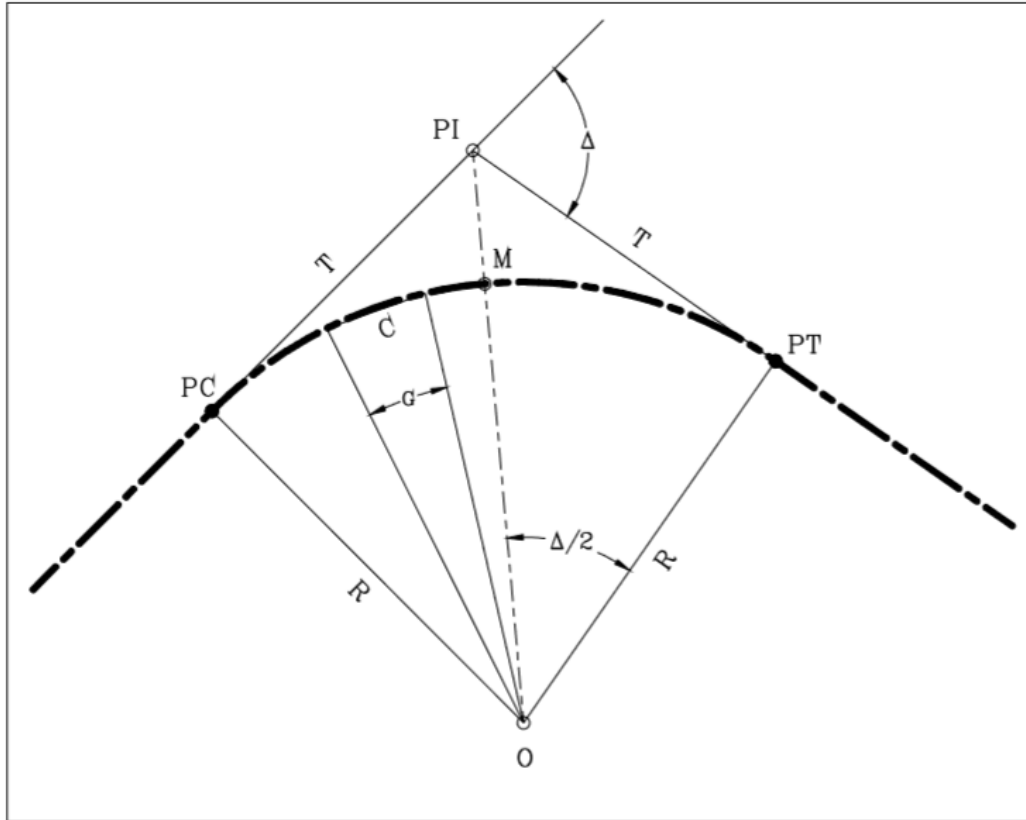
### **II.5.2.1.1. Elementos.**

En una curva circular la curvatura es constante. Para definir una curva circular se parte de dos elementos conocidos, con uno de ellos el ángulo de deflexión, definido como aquel que se mide entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior, corresponde al ángulo central de la curva necesaria para entrelazar los dos alineamientos geométricos. Este ángulo es usualmente llamado delta ( $\Delta$ ) de la curva. Cuando el ángulo de deflexión o delta se mide en el sentido de las agujas del reloj, a partir de la prolongación del alineamiento anterior o primer lado, entonces se llamará derecho, mientras que, si se mide en sentido antihorario, izquierdo. (Ospina, 2002).

El punto de tangencia entre el círculo y la recta, correspondiente al inicio de la curva, se denomina PC y el punto de tangencia donde termina la curva es el PT. (Ospina, 2002).

Se llama tangente, T, al segmento PI-PC, que es igual al segmento PI - PT. Si se trazan las normales a la poligonal en el PC y en el PT se interceptarán en el punto O, centro de la curva. El ángulo PC.O.PT es igual al ángulo de deflexión delta. De la figura se deduce que los ángulos PC.O. PI y PT.O. PI son iguales y equivalentes a  $\Delta /2$ . De acuerdo a lo anterior se tiene que:  $Tangente = T = R \tan \Delta/2$  (Ospina, 2002).

**Figura 9. Elementos de la curva circular.**

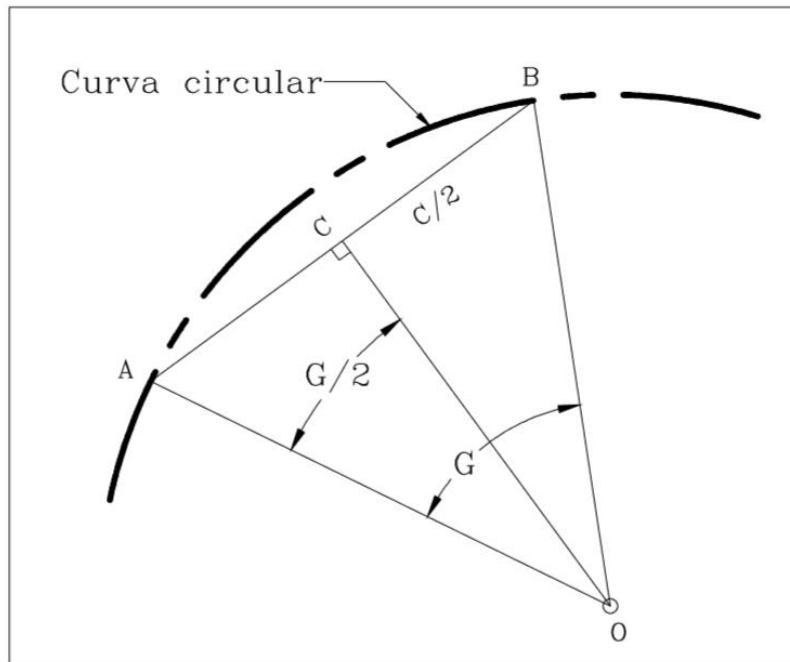


**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

Se llama grado de curvatura,  $G$ , de una curva circular el ángulo central subtendido por una cuerda cuya longitud es la distancia constante definida entre estaciones redondas para los tramos en curva. la cuerda es el segmento  $AB$ . A mayor radio menor  $G$ . En el triángulo  $A.O.B$ . de la figura se tiene:

$$\text{Sen } G/2 = C/2R \text{ de donde: } G=2\text{Sen}^{-1} C/2R \text{ (Ospina, 2002).}$$

**Figura 10. Grado de curvatura.**



**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

Antes de la aparición de las calculadoras de bolsillo el cálculo de las curvas se realizaba con base en tablas que daban el radio para los distintos grados y según la cuerda utilizada. Por esta razón anteriormente se utilizaban grados redondeados. Hoy en día estas tablas no se requieren pudiéndose utilizar grados de curvatura con minutos y segundos. Más aún, en la actualidad el I.N.V. ha suprimido el uso del grado de curvatura dentro del diseño geométrico de una vía, debido principalmente al uso del computador y los modernos equipos de topografía que permiten localizar una curva de muchas maneras sin necesidad de utilizar la cuerda. (Ospina, 2002).

#### **II.5.2.2. Cálculo de elementos de curva horizontal**

Para el cálculo de elementos de curva horizontal es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas calculados y el grado de

curvatura (G) que es colocado por el diseñador en función de las especificaciones técnicas. (Gallardo, 2003).

**Cuadro 5. Valores máximos de curvatura para cada velocidad**

Velocidad de proyecto(Km/h)	Coefficiente de fricción lateral	Sobre elevación máxima (m/m)	Grado máximo de curvatura calculado (Grados)	Grado máximo de curvatura para proyecto (Grados)
30	0,280	0,10	61,6444	60
40	0,230	0,10	30,1125	30
50	0,190	0,10	16,9360	17
60	0,165	0,10	10,7472	11
70	0,150	0,10	7,4489	7.5
80	0,140	0,10	5,4750	5,5
90	0,135	0,10	4,2358	4,25
100	0,130	0,10	3,3580	3,25
110	0,125	0,10	2,7149	2,75

**Fuente:** Moran Gallardo, J.H., enero de 2013.

Con el grado de curvatura (G) y el delta ( $\Delta$ ) se calculan los elementos de la curva. En general se define un grado de curvatura como el ángulo central, subtendido por un arco de 20 metros. De esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva. A continuación, se presenta la deducción de cada una de ellas. (Gallardo, 2003).

### II.5.2.2.1. Radio de curvatura (R)

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R} \quad \rightarrow \quad R = \frac{20 * 360}{2\pi G} \quad \rightarrow \quad R = \frac{1145.9156}{G}$$

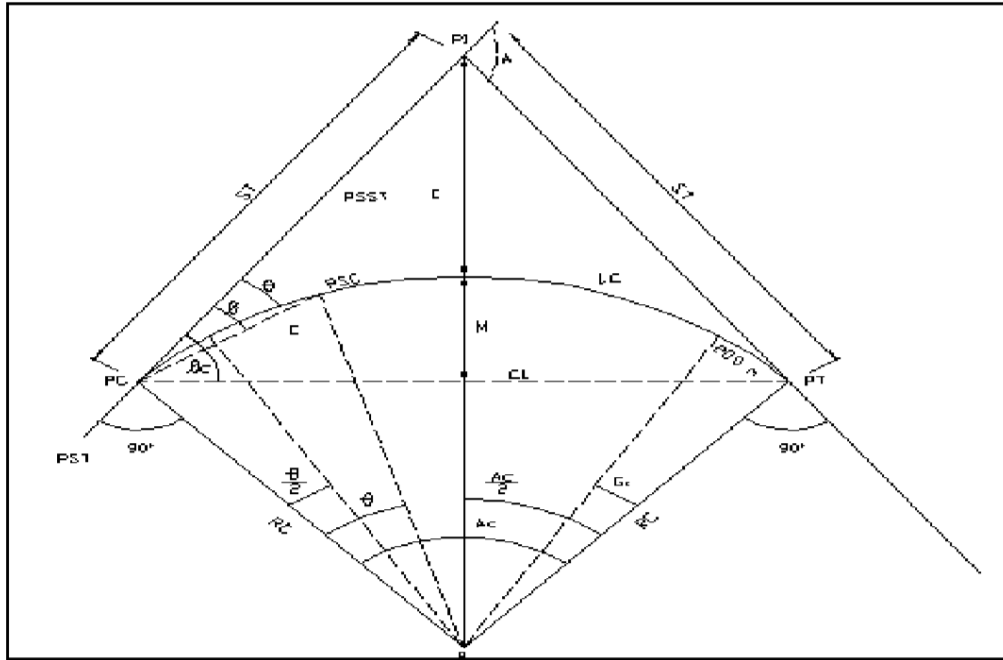
### II.5.2.2.2. Longitud de curva (Lc)

La longitud de la curva es la distancia, del perímetro de la curva, desde el principio de curva (PC) hasta el principio de tangente (PT). El punto de unión entre una tangente y una curva se le llama principio de curva (PC), en el caso inverso, se le llama principio de tangente (PT); y la distancia entre PC y el PT se denomina longitud de curva (LC). Las curvas horizontales pueden ser derechas o izquierdas de acuerdo al ángulo de deflexión respectivo. (Gallardo, 2003).

Las distancias entre curvas horizontales, es decir, las tangentes o rectas tienen por especificación una longitud mínima que varía de acuerdo al grado y al sentido de las curvas. Las curvas horizontales pueden ser también compuestas, que son aquellas curvas consecutivas que no están separadas por una tangente; es decir que el PT de la primera curva coincide con el PC de la segunda. Las curvas horizontales compuestas pueden ser del mismo sentido o de sentido opuesto, denominándose a esta última inversa. (Gallardo, 2003).

$$\frac{LC}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \quad LC = \frac{2\pi R \Delta}{360} \quad LC = \frac{20 * \Delta}{G}$$

**Figura 11. Elementos de las curvas circulares simples.**



**Fuente:** Moran Gallardo, J.H., enero de 2013.

### II.5.2.2.3. Sub-Tangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI) o entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT). (Gallardo, 2003).

$$T_g\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{St}{R} \quad \rightarrow \quad \boxed{St = R * T_g\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$$

### II.5.2.2.4. Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en la línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangente (PT). (Gallardo, 2003).



$$\text{Sen}(\Delta/2) = \frac{Cm/2}{R} \rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen}(\Delta/2) \rightarrow \boxed{Cm = 2 * R * \text{Sen}(\Delta/2)}$$

#### II.5.2.2.5. External (E)

Es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva. (Gallardo, 2003).

$$\text{Cos}(\Delta/2) = \frac{R}{R+E} \rightarrow E * \text{Cos}(\Delta/2) = R - R * \text{Cos}(\Delta/2) \rightarrow \boxed{E = R * \text{Sec}(\Delta/2)}$$

#### II.5.2.2.6. Ordenada media (M)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima (Cm). (Gallardo, 2003).

$$\text{Cos}(\Delta/2) = \frac{R-M}{R} \rightarrow M = R - R * \text{Cos}(\Delta/2) \rightarrow \boxed{M = R(1 - \text{Cos}(\Delta/2))}$$

### II.5.3alineamiento vertical

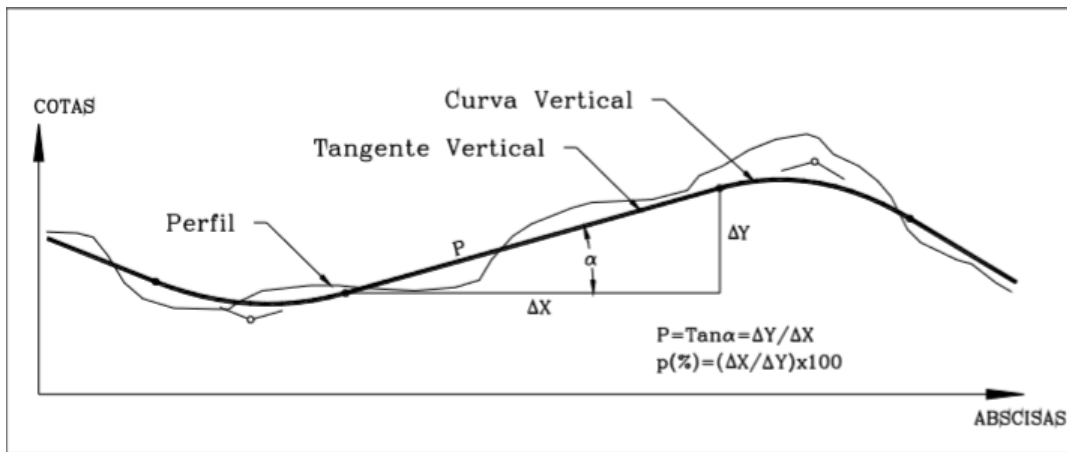
El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Sub-rasante lo cual depende del nivel que se tenga en cuenta en el diseño. (Ospina, 2002).

El diseño vertical o de rasante se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas negras, donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha. (Ospina, 2002).

### II.5.3.1. Elementos.

El alineamiento vertical de una vía compuesto por dos elementos principales: rasante y perfil. La rasante a su vez está compuesta por una serie de tramos rectos, llamados tangentes, enlazados entre sí por curvas. La longitud de todos los elementos del alineamiento vertical se considera sobre la proyección horizontal, es decir, en ningún momento se consideran distancias inclinadas. (Ospina, 2002).

**Figura 12. Elementos alineamiento vertical**



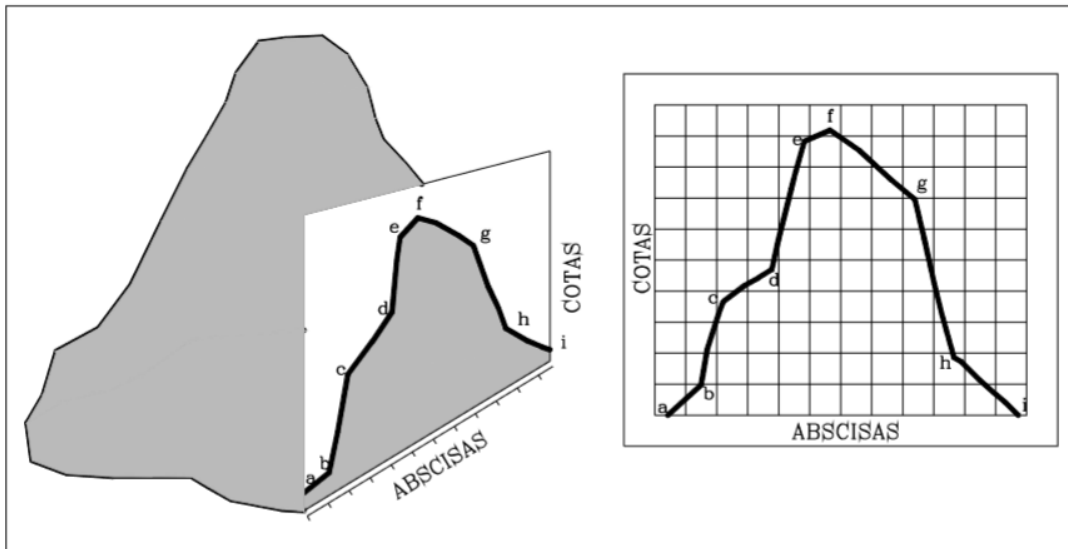
**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

El diseño del alineamiento vertical de una vía se presenta en escala deformada, donde las abscisas tienen una escala diez veces menor que la escala de las cotas. (Ospina, 2002).

#### II.5.3.1.1. Perfil.

El perfil del alineamiento vertical de una vía corresponde generalmente al eje de esta y se puede determinar a partir de una topografía o por medio de una nivelación de precisión. Cuando el eje de un proyecto se localiza en el terreno este debe ser nivelado con el fin de obtener el perfil de dicho terreno y sobre este proyectar la rasante más adecuada. (Ospina, 2002).

**Figura 13. Perfil del terreno.**



**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

Este perfil debe presentar elevaciones reales, es decir con respecto al nivel medio del mar. Para obtener estas elevaciones reales se debe partir la nivelación desde un NP (nivel de precisión). (Ospina, 2002).

A lo largo de la nivelación del eje se debe dejar cada 500 metros un BM, con el fin de controlar las cotas durante la construcción, además de permitir verificar la contra-nivelación del eje. El error de cierre permitido en una nivelación para una vía es: (Ospina, 2002).

$$e_{máx} = 1.2\sqrt{K}$$

Donde:

K = distancia entre BMs expresada en kilómetros.

e = error admisible en cm.

Quiere decir que entre dos BMs consecutivos, en la nivelación de una vía, el error máximo permisible es: (Ospina, 2002).

$$e_{max} = 1.2\sqrt{K} = 1.2\sqrt{0.5} = 0.84cm$$

#### **II.5.3.1.2. Rasante.**

Compuesta por tangentes y curvas. Las Tangentes tienen su respectiva longitud, la cual es tomada sobre la proyección horizontal ( $\Delta X$ ) y una pendiente ( $p$ ) definida y calculada como se indica en la figura anterior y expresada normalmente en porcentaje. Dicha pendiente se encuentra entre un valor mínimo y máximo que depende principalmente del tipo de terreno, el tipo de vía, la velocidad de diseño y la composición vehicular que podría tener la vía (Ospina, 2002).

Por su parte la curva vertical que permite enlazar dos tangentes verticales consecutivas, y que corresponde a una parábola, brinda las siguientes ventajas:

- Permite un cambio gradual de pendiente desde la tangente de entrada hasta la tangente de salida.
- Facilita la operación vehicular de una manera cómoda y segura
- Brinda una apariencia agradable.
- Permite un adecuado drenaje. (Ospina, 2002)

A su vez esta curva parabólica presenta las siguientes propiedades.

- La variación de pendiente es una constante a lo largo de toda la curva.
- Los elementos verticales de la curva (cotas) varían proporcionalmente con el cuadrado de los elementos horizontales (abscisas).
- La pendiente de una cuerda de la parábola es el promedio de las pendientes de las líneas tangentes a la curva en los extremos de la cuerda. (Ospina, 2002).

### II.5.3.1.3. Elementos de la curva vertical.

PCV = Principio de curva vertical.

PIV = Punto de intersección vertical

PTV = Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical

E = Externa. Distancia vertical entre el PIV y la curva.

Lv= Longitud de curva vertical

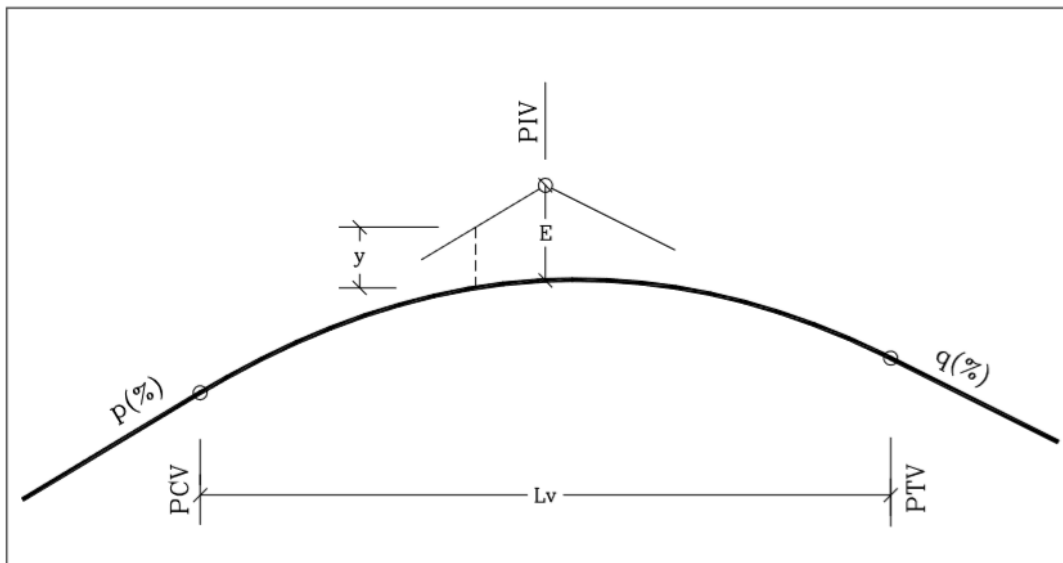
p (%) = Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje.

q (%) = Pendiente final o de salida expresada en porcentaje.

y = Corrección vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes =  $q - p$ . (Ospina, 2002).

**Figura 14. Elemento curvo vertical.**



**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

### II.5.3.2. Curva vertical simétrica.

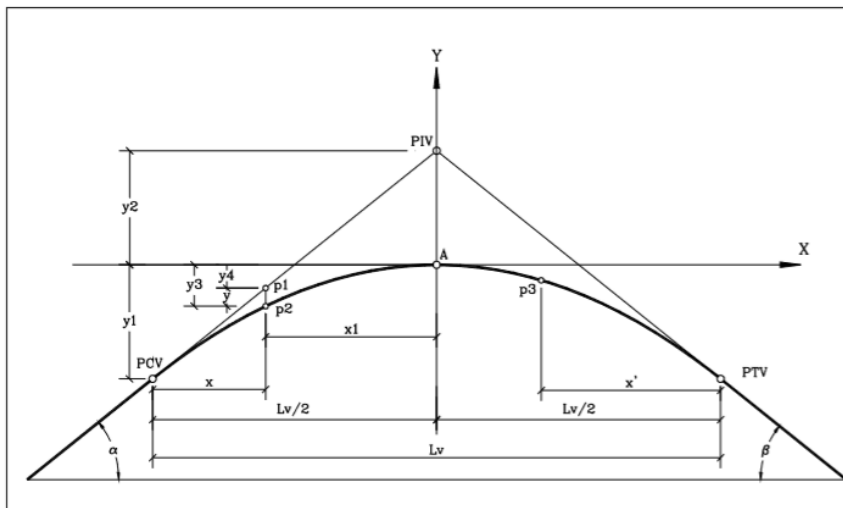
Se denomina curva vertical simétrica aquella donde la proyección horizontal de la distancia PCV – PIV es igual a la proyección horizontal de la distancia PIV – PTV.

En la Figura 98 se tiene una parábola cuyo eje vertical y eje horizontal se cruzan en el punto A, definiéndolo como el origen de coordenadas cartesianas (0,0). La ecuación general de la parábola es:  $Y=aX^2$  (Ospina, 2002).

La ecuación de la recta de entrada cuya pendiente es “p” y un de sus puntos el PCV, es:

$$Y - y_1 = p\left(X - \frac{L_v}{2}\right)$$

**Figura 15. Curva vertical simetrica**



Fuente: Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

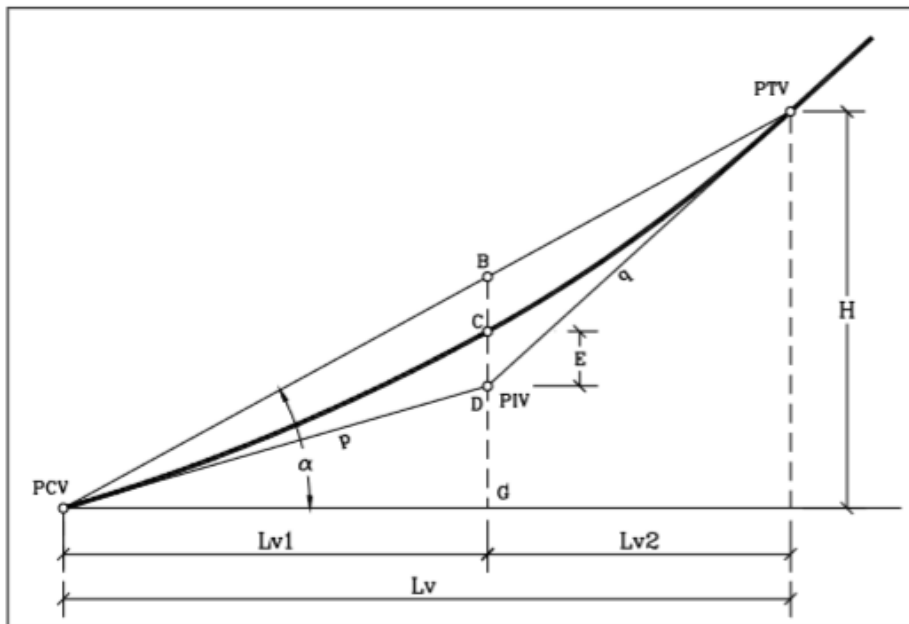
### II.5.3.3. Curva vertical asimétrica

La curva vertical asimétrica es aquella donde las proyecciones de las dos tangentes de la curva son de diferente longitud. En otras palabras, es la curva vertical donde la proyección horizontal de la distancia PCV a PIV es diferente a la proyección horizontal de la distancia PIV a PTV (Figura 100). Este tipo de curva es utilizado cuando alguna de las tangentes de la curva está restringida por algún motivo o requiere

que la curva se ajuste a una superficie existente, que solo la curva asimétrica podría satisfacer esta necesidad. (Ospina, 2002).

$$E = \frac{BG - DG}{2}$$

**Figura 16. Curva vertical asimétrica**



**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

El cálculo de las correcciones verticales se realiza con las mismas expresiones que se emplean en la curva simétrica, pero al tener en cuenta que  $Lv/2$  se reemplaza por  $Lv1$  o  $Lv2$  según el caso donde se encuentre el punto al que se le calcula dicha corrección. Se tiene entonces que: (Ospina, 2002).

$$y1 = E \left( \frac{x1}{Lv1} \right)^2$$

Ecuación con la cual se calcula las correcciones verticales de las abscisas ubicadas entre el PCV y el PIV, donde:

$y_1$  = Corrección vertical (m)

$E$  = Externa de la curva vertical (m)

$x_1$  = Distancia de la abscisa en cuestión desde el PCV

$L_{v1}$  = Longitud de la curva inicial = Distancia PCV – PIV

$$y_2 = E \left( \frac{x_2}{L_{v2}} \right)^2 \text{ (Ospina, 2002).}$$

Ecuación con la cual se calcula las correcciones verticales de las abscisas ubicadas entre el PIV y el PTV, donde:

$y_2$  = Corrección vertical (m)

$E$  = Externa de la curva vertical (m)

$x_2$  = Distancia de la abscisa en cuestión desde el PTV

$L_{v2}$  = Longitud de la curva final = Distancia PIV – PTV (Ospina, 2002).

#### **II.5.3.4 Tipos de curva vertical**

Las curvas verticales además de dividirse en simétricas y asimétricas, al tener en cuenta las longitudes, también se clasifican de acuerdo a las pendientes en cóncavas y convexas. (Ospina, 2002).

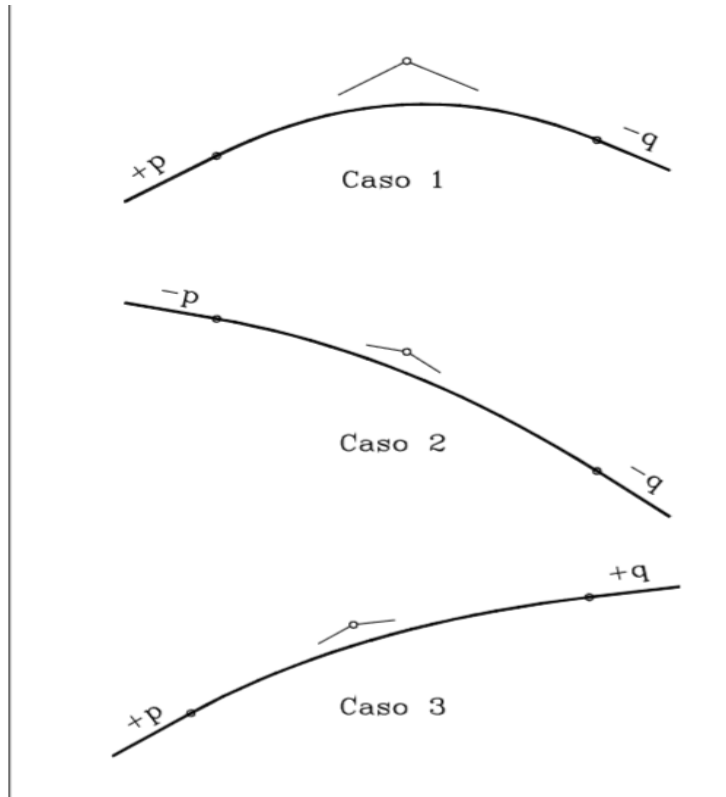
##### **II.5.3.4.1. Curva vertical convexo.**

Presenta 3 casos:

- Caso 1.  $p > 0, q < 0$
- Caso 2.  $p < 0, q < 0, p > q$
- Caso 3.  $p > 0, q > 0, p > q$



**Figura 17. Curva vertical convexa**



**Fuente:** gudelo Ospina, J.J., Año 2002.

La curva del primer caso, cuando las pendientes tienen diferente signo, presenta a lo largo de su trayectoria un punto de cota máxima, mientras que, para los otros dos casos, 2 y 3, el punto de cota máxima de la curva estaría ubicado al principio y al final de esta, respectivamente. (Ospina, 2002).

#### **II.5.3.4.2. Curva vertical cóncava.**

Al igual que la curva convexa también presenta tres casos diferentes:

- Caso 4.  $p < 0, q > 0$
- Caso 5.  $p > 0, q > 0, p < q$
- Caso 6.  $p < 0, q < 0, p < q$

Para este tipo de curva, existe en el Caso 4, un punto en la curva donde se presenta la cota mínima. Los otros dos casos, 5 y 6, presentan su cota mínima sobre la curva al principio y al final de esta, respectivamente. (Ospina, 2002).

#### **II.5.3.5. Longitud de la curva vertical**

La longitud de la curva vertical debe tener un valor tal que:

- Brinde una apropiada comodidad
- Permita la adecuada visibilidad de parada
- Suministre una buena apariencia a la vía. (Ospina, 2002).

El valor de K de modo que al multiplicarlo por la diferencia algebraica de pendientes se obtenía la longitud de curva vertical que garantizará la suficiente visibilidad de parada. Este valor de K, que depende del tipo de curva, cóncava o convexa, y de la velocidad de diseño, se puede definir como la variación de longitud por unidad de pendiente. (Ospina, 2002).

Se tiene entonces que la longitud mínima de curva es:

$$L_v = K.A.$$

Donde:

$L_v$  = Longitud curva vertical (m)

K = coeficiente angular de curva vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes (%)

Por lo tanto:

$$K = \frac{L_v}{A}$$

Significa la longitud requerida de curva para efectuar un cambio de pendiente del 1%. Por ejemplo, si se tiene una curva vertical de 80 metros y las pendientes son  $p=3\%$  y  $q=-5.0\%$ , entonces: (Ospina, 2002).

$$K = \frac{80}{-5 - 3} = 10m/\%$$

Significa que para la curva en cuestión se requieren 10 metros de distancia horizontal para cambiar 1% de pendiente. (Ospina, 2002).

En algunos casos la diferencia algebraica de pendientes puede ser muy pequeña, lo que arrojaría una longitud de curva muy corta. En estos casos donde por visibilidad se requiere una longitud demasiado pequeña se debe especificar por razones de estética una longitud mínima, que varía de acuerdo a la velocidad de diseño. Dada la gran importancia del coeficiente K, a continuación, se presenta la tabla con los valores de éste, de acuerdo al tipo de curva y la velocidad de diseño, recomendados de longitud de curva vertical que se deben de usar cuando  $K.A$ . (Ospina, 2002).

**Cuadro 6. Valores de K para curvas verticales.**

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES			
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	CURVAS CÓNCAVAS	CURVAS CONVEXAS	LONGITUD MÍNIMA
30	4	2	30
40	7	4	30
50	10	8	40
60	15	13	50
70	20	20	50
80	25	31	60
90	31	44	70
100	37	58	70
120	56	117	90

**Fuente:** Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

Para valores de por encima de 50 se recomienda tener cuidado con el drenaje de la vía, principalmente cuando se tienen pendientes contrarias. Esto se debe a que para valores de K superiores a 50 la curva tiende a ser plana en su parte central al dificultarse así el drenaje de la vía. (Ospina, 2002).

### **II.5.3.6. Cálculo de curva vertical**

A continuación, se describe de una manera resumida el procedimiento para el cálculo de una curva vertical:

Luego de tener definida la rasante más apropiada para el perfil del terreno se deben calcular las pendientes de las tangentes. Se recuerda que la pendiente de una línea está dada por:

$$p(\%) = \frac{\text{Distancia} - \text{Vertical}(DV)}{\text{Distancia} - \text{Horizontal}(DH)} * 100$$

(Ospina, 2002).

A partir de la velocidad de diseño asumida para el proyecto y el tipo de curva se halla el valor de K y se calcula la longitud mínima de curva vertical.

$$L_v = K.A. = K(q - p) \text{ (Ospina, 2002).}$$

Se calcula la externa para la curva. El valor de la externa puede ser negativo o positivo y la ecuación de cálculo arroja su respectivo signo. Cuando la rasante está por encima del punto del PIV el valor de la externa es positivo, mientras que si la rasante está por debajo del punto del PIV el valor de la externa será negativo. Quiere decir lo anterior que la externa de curvas cóncavas es positiva y la externa de las curvas convexas es negativa. (Ospina, 2002).

Se calculan las cotas de las dos tangentes (CT) de la curva, para cada una de las estaciones, redondas y no redondas, consideradas en el alineamiento horizontal. El

cálculo de la cota tangente se realiza a partir de otro punto de cota conocida, generalmente del PIV. Con la cota de un punto, la pendiente y la distancia horizontal a otro, la cota de este último se calcula de la siguiente manera: (Ospina, 2002).

$$CT_2 = CT_1 + \frac{\text{pendiente}(\%) * DH}{100}$$

Se calculan las correcciones verticales (y) para cada una de las estaciones ubicadas dentro de la curva. Las correcciones verticales podrán ser negativas o positivas y tendrán el mismo signo de la externa. (Ospina, 2002).

Se calcula la cota rasante o cota roja (CR) de las estaciones de la curva vertical. Como las correcciones verticales (y) pueden ser negativas o positivas se tiene que:

$$CR = CT + y \quad (\text{Ospina, 2002}).$$

## **II.5.4 Sección transversal**

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal al eje del alineamiento horizontal, al definir la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman dicha carretera en un punto cualquiera y su relación con el terreno natural. (Ospina, 2002).

### **II.5.4.1 Calzada**

Se define como calzada a la superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, puede estar compuesta por uno o varios carriles de circulación. No incluye la berma (hombro). (MTC, 2008).

En el cuadro se indica los valores apropiados del ancho mínimo de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera. (MTC, 2008).

**Cuadro 7. Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)**

Tráfico IMDA	16 á 50		51 á 100		101 á 200		201 a 350	
Velocidad Km./h		*		*		*		*
25	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00
30	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00	5.50	6.00
40	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00	5.50	6.00
50	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.60	6.00	6.60
60	6.00	6.00	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
70	6.00	6.00	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
80	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
90	6.60	7.00	6.60	7.00	6.60	7.00	7.00	7.00

**Fuente:** MTC, abril De 2008

En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua. (MTC, 2008).

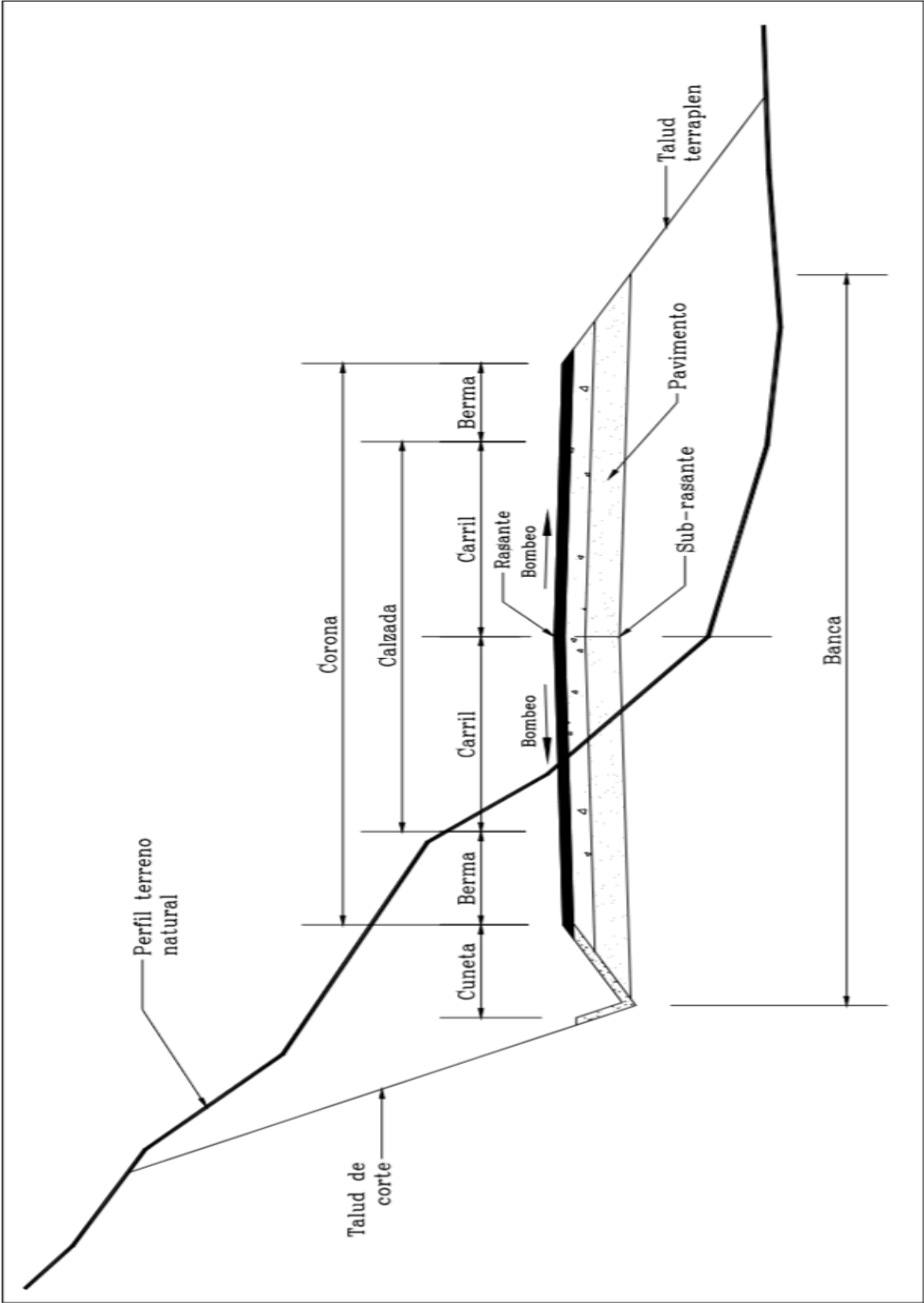
Las carreteras pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 1.5% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. (MTC, 2008).

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberá considerarse las secciones indicadas en el cuadro N° 3.5.1 estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en el cuadro N° 3.2.6. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.2 Bermas**

Se define como berma a la franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada de la carretera que se utiliza como zona de seguridad para paradas de vehículos en emergencia y de confinamiento del pavimento. Las bermas pueden ser construidas por mezclas asfálticas, tratamientos superficiales o simplemente una prolongación de la superficie de rodadura en las carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (MTC, 2008).

Figura 18. Sección transversal.



Fuente: Agudelo Ospina, J.J., Año 2002.

Deberá proveerse un sobre ancho en las bermas de 0.50m para la colocación de hitos kilométricos, señales, guardavías y otros dispositivos viales.

En los tramos en tangentes, las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma. (MTC, 2008).

La berma situada en el lado inferior del peralte, seguirá la inclinación de éste cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%. (MTC, 2008).

La berma situada en la parte superior del peralte, tendrá en lo posible, una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta. (MTC, 2008).

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.3. Zona de seguridad**

Sección transversal, Sección 304: Sección transversal de la guía de diseño geométrico del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 en el punto: Zona de seguridad, se indica los criterios a tomar en cuenta para la zona de seguridad.

La zona de seguridad es el área fuera del borde del carril que debe ser diseñado de tal manera que un vehículo que salga de los carriles equivocadamente: (MTC, 2008).



- No se vuelca.
- Puede ser parado sin lesiones personales graves.
- Puede ser retornado a la calzada sin daños graves.
- El ancho de la zona de seguridad se define con base en la distancia de seguridad y la inclinación del área lateral.

#### **II.5.4.3.1. Distancia de seguridad**

La distancia de seguridad es la longitud recorrida por los vehículos que salen de la calzada y pueden volver a ella una vez dominada la situación de despiste. En un terreno plano y horizontal, la distancia de seguridad depende de la velocidad directriz y las curvas horizontales, por condiciones físicas en las curvas de distancia de seguridad se aumentan en su parte exterior. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.3.2. La inclinación del área lateral**

El terreno por dentro de la zona de seguridad debe tener una inclinación para que el área ayude a frenar vehículos errantes. Se distingue entre tres clases: (MTC, 2008)

Clase 1: Terreno horizontal o creciente (pendiente menor que 1:2) o con declive leve (pendiente menor que 1:5), donde se usa el terreno para frenado y maniobra. Se incluye el área en la zona de seguridad. (MTC, 2008).

Clase 2: Terreno descendente ( $1:3 \leq \text{pendiente} < 1:5$ ). Es posible manejar en el área sin volcar, pero el vehículo no desacelera en el área. El área incluido en la zona de seguridad, pero no puede ser incluido en la distancia de seguridad. (MTC, 2008).

Clase 3: El terreno sube escarpadamente (pendiente  $< 1:2$ ) o baja escarpadamente (pendiente  $< 1:3$ ). Aquí hay peligro de volcar o ser parada muy de golpe. Estas áreas

no están incluidas en la zona de seguridad, pero constituye zonas de peligro y deben ser protegidas con guardavías. (MTC, 2008).

Es importante que en la parte inferior del talud del terraplén y el terreno natural se considere como una unión de forma cóncava con la finalidad de evitar el riesgo de que los vehículos se vuelquen o se paren de golpe. (MTC, 2008).

**Cuadro 8. Distancia mínima entre carril y objeto o taludes peligrosos.**

Velocidad directriz (Km./h)	40	50	60	70	80	90
Radio horizontal (m)	Distancia de seguridad (m) *					
≥ 1000 o tramo recto	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
900	2.2	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4
800	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4
700	2.4	3.6	4.8	6.5	7.8	9.1
600	2.4	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1
500	2.6	3.9	5.2	7.0	8.4	
400	2.8	4.2	5.6	7.0		
300	3.0	4.5	6.4	8.0		
200	3.4	5.1	7.2			
100	4.8	7.5				

Fuente: MTC, abril De 2008

#### II.5.4.3.3. Medición de la zona de seguridad

La zona de seguridad empieza en el borde del carril y se determina en base a la distancia de seguridad y la inclinación del área lateral. La zona de seguridad se incluye dentro de los terrenos de clase 1. Para la clase 2 se ignora debido a que el área no contribuye a frenar el vehículo y para terrenos de clase 3 debe ser protegido por elementos de contención como por ejemplo guardavías. (MTC, 2008).

Zona de peligro Se considera como zona de peligro si por dentro de la zona de seguridad existen condiciones que constituyen un riesgo inaceptable. Estas incluyen:

- Objetos fijos.
- Taludes.
- Agua.
- Trafico en el sentido contrario. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.3.3.1. Las salidas de los vehículos de las vías**

Muchos accidentes se producen por despiste o salida de vehículos de la carretera causados muchas veces por distracción, sueño del conductor, etc. Por ello, hay que disponer de elementos que contribuyan a paliar la gravedad del accidente de muy diversas maneras, entre las que se podrían citar algunas: (MTC, 2008).

- Con la evaluación general de los riesgos que implican las salidas de las vías y con el diseño y construcción de elementos paliativos de eficacia proporcional a tal riesgo.
- Con la construcción de elementos de contención capaces de evitar la salida de la vía.
- Con el principio de que tales elementos de contención no agraven el accidente por la rigidez del impacto en el coche y aumenten los efectos y la discapacidad en los heridos.
- Con la protección de los elementos rígidos en los márgenes de las carreteras.
- Con otros sistemas tales como los lechos de frenada. (MTC, 2008).

Si un vehículo se sale de la carretera, puede chocar con un obstáculo, despeñarse, caer sobre otra carretera (ejemplo típico de los enlaces) o desplazarse libre y regularmente por alguna zona llene y no peligrosa. Esta evaluación seria la relativa al riesgo de la zona. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.4. Ancho de la plataforma (Corona)**

Se define como ancho de plataforma (corona) la superficie superior de la carretera, que incluye la calzada y las bermas. (MTC, 2008).

El ancho de la plataforma a rasante terminada (corona) resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas. La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas de la subbase, base, carpeta asfáltica o tratamiento superficial y la cuneta de drenaje. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.5. Plazoletas de volteo**

Se define como plazoleta de volteo a la sección ensanchada de la carretera destinada a facilitar el volteo del tránsito. (MTC, 2008).

Se recomienda se prever ensanches en la plataforma, cada 5 Km. aproximadamente, para que los vehículos puedan dar vuelta de retorno. (MTC, 2008).

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.6. Dimensiones en los pasos inferiores**

La altura libre deseable sobre la carretera será de, por lo menos 5.00 m. En los túneles la altura libre no será menor de 5.50. (MTC, 2008).

Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa, deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales, agregándose una sobreberma no menor a 0.50 (1.50 deseable). (MTC, 2008).

#### **II.5.4.7. Taludes**

Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. La altura admisible del talud y su inclinación se determinarán, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomar en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes. (MTC, 2008).

#### **II.5.4.8. Sección transversal típica**

Ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho de la carretera la estabilización del talud de corte; y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno. Ambos detalles por separado, representan en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en corte cerrados y en el segundo caso “carretera en relleno”. (MTC, 2008).

#### **II.6. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras consiste en trasladar volúmenes de tierra de un lugar a otro, para modificar la configuración de la superficie del terreno y condición física. Esta actividad está dentro de las operaciones más importantes en la construcción de una carretera, su influencia en la alineación y sobre todo en el costo total, es muy significativo. (Gallardo, 2003).

La condición ideal para el movimiento de tierras de un proyecto de ingeniería, es aquél en donde el material de corte es utilizado para la construcción de los rellenos, sin que sea necesaria la utilización de material de préstamo o la eliminación de material de desperdicio. (Gallardo, 2003).

Para la elaboración de los trabajos de movimientos de tierras se deben tomar en consideración los siguientes aspectos. (Gallardo, 2003)

### **II.6.1. Cálculo de áreas de las secciones transversales**

Luego de haber dibujado el perfil de las secciones transversales del terreno, en ambos lados de la línea central, se procede al cálculo de las áreas.

Otro procedimiento empleado para determinar las áreas de las secciones transversales, consiste en dividir la superficie en fajas del mismo ancho, mediante líneas verticales, con separación constante C entre todas. (GALLARDO, 2013).

Mientras más pequeñas sean las separaciones verticales, mayor será la aproximación que se logre al utilizar este método.

El área se obtiene de la siguiente fórmula: (GALLARDO, 2013).

$$A = C * L$$

A = Área de la sección transversal en m<sup>2</sup>

C = Separación constante entre líneas verticales.

L = Suma de las longitudes de las líneas verticales en centímetros.

Se encuentra en estos métodos un resultado rápido de las áreas de las secciones transversales, con ellos una aplicación eficiente y exacta para la obtención de los volúmenes de corte y relleno.

### **II.6.2. Cálculo de volúmenes de tierra**

#### **II.6.2.1. Volúmenes por estación**

El volumen de material, ya sea en corte o en relleno, comprendido entre dos secciones, se calculará al tomar el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolo por la distancia entre ellas.

Como distancia entre dos secciones es de 20 metros regularmente, o sea, una estación, el volumen en este caso será.

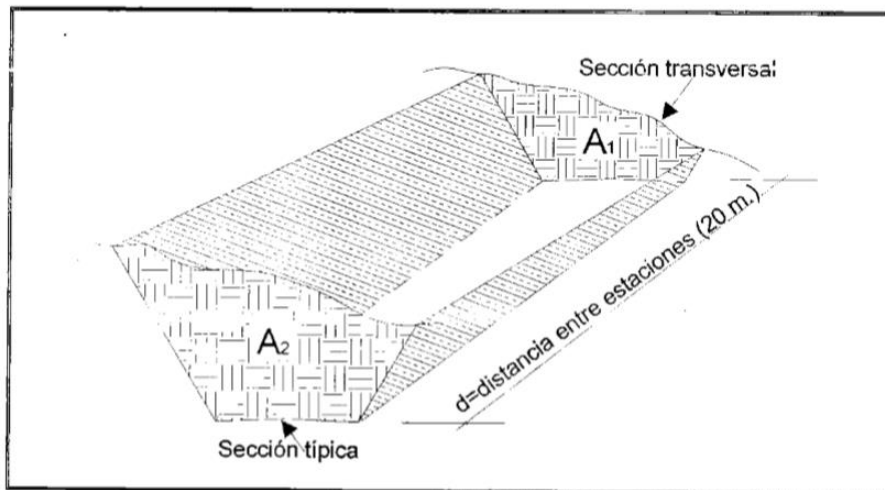
$$V = ((A+A') / 2) * 20 = 10 * (A+A')$$

En que A y A' son las áreas de las secciones extremas. Cuando se trate de áreas en secciones intermedias, motivadas por accidentes notables de la topografía, se empleará la fórmula.

$$V = ((A+A') / 2) * d$$

En que d es la distancia entre las secciones.

**Figura 19. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras.**



**Fuente:** Augusto Rene Pérez Méndez.

Cuando una de las áreas sea igual a cero, como es el caso de los puntos en que cambia de corte a terraplén o viceversa, se promediará con el área restante, o sea, que esta se

dividirá entre dos; el resultado se multiplicará por la distancia entre las secciones. (HERNÁNDEZ, 2003).

## **II. 7. Drenaje de las carreteras**

El objetivo del drenaje en los caminos es en primer término, el de reducir al máximo posible la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo, y en segundo término dar salida rápida al agua que llega al camino. El sistema de drenajes es el aspecto más importante del diseño y la construcción de caminos por el impacto ambiental, costo de construcción, mantenimiento y reparación. El drenaje en carreteras puede clasificarse como drenaje mayor cuando sea requerido el uso de puentes o alcantarillas de grandes luces como las bóvedas; y drenaje menor, el cual está compuesto por drenaje superficial y drenaje subterráneo. (HERNÁNDEZ, 2003).

### **II.7.1. Drenaje menor**

Son los conductos que se construyen en las carreteras u otras obras viales con el objetivo de proteger las mismas, al evacuar las aguas superficiales y profundas. También, dentro del drenaje menor se incluyen los trabajos de conformación de la carretera o del terreno natural que permiten la eliminación rápida de aguas superficiales. En el caso de conductos transversales o alcantarillas se considera como drenaje menor, aquél cuyo diámetro sea menor o igual a 60". (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.7.1.1. Drenaje superficial**

El drenaje superficial está compuesto de obras de captación y defensa, donde se incluye desde las pendientes transversales o bombeo y longitudinales que tiene las coronas, bordillos, lavaderos, bajadas, así como cunetas, contracunetas, canales interceptores, y tuberías longitudinales. También se compone de obras de cruce como las alcantarillas. (HERNÁNDEZ, 2003).



#### **II.7.1.1.1. Bombeo**

Pendiente transversal que se da a las carreteras para permitir que el agua, que directamente cae sobre ellas escurra hacia sus dos hombros. En las carreteras normales de dos carriles de circulación y en secciones de tangente es común que el bombeo se disponga con una pendiente entre el 2 y el 3%, desde el eje del camión hasta el hombro correspondiente. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.7.1.1.2. Cunetas**

Las cunetas son zanjas longitudinales que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial proveniente de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de flujos de canales abiertos. Las dimensiones, la pendiente y otras características de las cunetas, se determinan mediante el flujo que va a escurrir por las mismas. Las cunetas, por lo general, se construyen de sección transversal trapecial o triangular. En algunos casos será necesario proteger las cunetas mediante zampeados, debido a la velocidad provocada por la pendiente. (HERNÁNDEZ, 2003).

Pueden revestirse de concreto, mampostería de piedra o simplemente con grama. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.7.1.1.3. Bordillos**

Los bordillos son estructuras que al igual que las cunetas se colocan en el sentido longitudinal de la carretera, con la finalidad de conducir el agua hacia los lavaderos o aliviaderos, al evitar erosiones en los taludes y la saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la carretera. En los pavimentos rígidos, el bordillo también puede cumplir con la función de incrementar la resistencia a la flexión de las losas de concreto. La altura del bordillo debe ser suficiente para que no sea rebasado por el agua acumulada, pero no debe rebasar ciertos límites arriba de los cuales crea una impresión visual de confinamiento, la cual es inconveniente. (HERNÁNDEZ, 2003).

Los bordillos de concreto hidráulico requieren juntas de expansión, que suelen disponerse a cada 10 metros; también, deberá cuidarse el curado del concreto. Las interrupciones de los bordillos deberán tener un ancho de 40 a 50 centímetros y estar espaciadas entre 30 a 40 metros, y depende del caudal de agua a evacuar. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.7.1.2. Drenaje subterráneo**

El drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material. Son usuales los drenajes ciegos que consisten en zanjas bajo las cunetas rellenas con material graduado con una base firme que evita filtraciones más allá de donde se desea, con el agua hacia un lugar donde se le pueda retirar de manera superficial del camino, las dimensiones varían según las características hidrológicas del lugar donde se van a construir. El material se graduará cuidadosamente en capas con tamaños uniformes. (HERNÁNDEZ, 2003).

También se usan con el mismo fin drenajes con tubos perforados que recogen el agua de la parte inferior de camino bajo las cunetas, su construcción consiste en la apertura de una zanja para colocar un tubo de barro o concreto que canalice el agua. El cuidado con que se coloquen los tubos, la determinación de su diámetro y resistencia, influirá en la funcionalidad y duración del drenaje. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.7.2. Drenaje mayor**

Las obras de drenaje mayor requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas se puede mencionar los puentes, puente-vado y bóvedas. Aunque los estudios estructurales de estas obras son diferentes para cada una, la primera etapa de selección e integración de datos preliminares es común (HERNÁNDEZ, 2003).

## **II.8. Generalidades de pavimentación**

El pavimento es el 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, al proporcionar una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente con seguridad confort y durabilidad. (HERNÁNDEZ, 2003).

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. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos De tránsito, de la intemperie y del agua. (HERNÁNDEZ, 2003).

Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. (HERNÁNDEZ, 2003).

### **II.8.1. Componentes estructurales del pavimento**

A continuación, se detalla las diferentes capas que incluye una fundición de pavimento. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.1.1. Terreno de fundación**

Es aquel que sirve de fundación al pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que una vez compactado tiene las secciones transversales y pendientes indicados en los planos de diseño. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.1.2. Subrasante**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad, generalmente de 30 centímetros como mínimo,

donde no le afecte la carga de diseño que corresponde a la estructura prevista. (HERNÁNDEZ, 2003).

El soporte que la subrasante presta al pavimento se expresa con el valor del módulo de reacción K de la subrasante y puede ser determinado mediante ensayos en el terreno o por correlación con otros valores indicadores del soporte, establecidos mediante otros ensayos. (HERNÁNDEZ, 2003).

Cuando el tiempo y equipo de laboratorio no permiten obtener el valor de K, por medio del ensayo del plato, para efectos de diseño, puede considerarse la relación aproximada entre k y el valor relativo de soporte de California o CBR. La función de la subrasante es soportar las cargas que transmiten el pavimento y darle sustentación, además, se considera la cimentación del pavimento. (HERNÁNDEZ, 2003).

### **II.8.1.3. Subbase**

Es la primera capa del pavimento y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado de un espesor compactado, según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. No siempre se utiliza un pavimento. (HERNÁNDEZ, 2003).

Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías. Las principales funciones de la subbase son: Transmite y distribuye las cargas provenientes de la base. (HERNÁNDEZ, 2003).

Sirve de material de transición entre la terracería y la base, así también, como elemento aislador; proveniente de la contaminación de la base cuando la terracería contenga materiales muy plásticos.

Rompe la capilaridad de la terracería y drena el agua proveniente de la base, hasta las cunetas. Es importante que la base y la subbase en su sección transversal sean interceptadas por las cunetas, para que éstas drenen fácilmente el agua que aquéllas eliminan. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.1.4. Base**

Es la capa de material selecto que se coloca encima de la subbase o subrasante, cuyo espesor debe ser no mayor de 35 centímetros, ni menor de 10 centímetros. (HERNÁNDEZ, 2003).

Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa, además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento, como la estabilización para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.1.5. Carpeta de rodadura**

Es la superficie que está sometida directamente a la acción de las cargas de los vehículos y la intemperie. Puede estar constituida, en general de una carpeta asfáltica o una losa de concreto. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.2. Tipos de pavimentos de concreto**

Los pavimentos de concreto pueden agruparse en cinco categorías, según el grado de refuerzo que contenga, a continuación, se indican los principales. (HERNÁNDEZ, 2003).

- Pavimentos de concreto simple, sin varillas pasa juntas Pavimentos de concreto simple, con varillas pasa juntas

- Pavimentos de concreto reforzado, refuerzo continuo
- Pavimentos de concreto preesforzado
- Pavimentos de concreto reforzado con fibras sintéticas o de acero

### **II.8.3. Fundamentos sobre el concreto**

El concreto, o también llamado hormigón es básicamente un material artificial utilizado en ingeniería, que se obtiene al mezclar dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento pórtland y agua, los agregados son algunos materiales pétreos como la grava o piedra triturada y la arena, además, se incluye una pequeña cantidad de aire. Esta mezcla forma una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. (HERNÁNDEZ, 2003).

La pasta está compuesta de cemento pórtland, agua y aire atrapado, o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40% del volumen total del concreto. El volumen absoluto del cemento está comprendido usualmente entre el 7 y el 15% y el agua entre el 14 y 21%. El contenido de aire en concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, al depender del tamaño máximo del agregado grueso. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.3.1. Componentes del concreto**

El concreto está compuesto de cemento pórtland y agua, los agregados son algunos materiales pétreos como la grava o piedra triturada y la arena. (HERNÁNDEZ, 2003).

##### **II.8.3.1.1. Cemento**

Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa solida de resistencia y durabilidad adecuadas. Para la fabricación de concreto se utiliza el cemento hidráulico, el cual debe su nombre

a la propiedad de necesitar agua para completar el proceso químico, mediante el cual el polvo de cemento se fragua y endurece para convertirse en una masa sólida, denominándosele a dicho proceso hidratación. (HERNÁNDEZ, 2003).

El cemento pórtland es el más común de los cementos hidráulicos. Es un material grisáceo pulverizado, al conformarse fundamentalmente de silicatos de calcio y aluminio. (HERNÁNDEZ, 2003).

Las materias primas utilizadas, comúnmente para su fabricación son limonitas que proporcionan el CaO y arcillas o esquistos que proveen el  $\text{SiO}_2$  y el  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Estos materiales se muelen se mezclan, se funden en un horno hasta obtener el llamado clinker, que a su vez se enfría y se muele para lograr la finura requerida. (HERNÁNDEZ, 2003).

Los materiales inertes o agregados, pueden dividirse en dos grupos: materiales finos, como pueden ser la arena, y materiales gruesos, como grava, piedras o escoria. En general, se llaman materiales finos si sus partículas son menores que 5 milímetros y gruesos si su tamaño varía entre 5 milímetros y 50 milímetros. Para la mayoría de las construcciones medianas y pequeñas se utilizan agregados gruesos de 25 mm (1") o 19 mm (3/4"). (HERNÁNDEZ, 2003).

El agua para el concreto debe ser potable, libre de impurezas, detergentes, aceites, algas, cloruros, azúcares, sulfatos, sales comunes, aguas alcalinas, agua de mar, aguas de enjuague, aguas negras, impurezas orgánicas y demás. (HERNÁNDEZ, 2003).

### **II.8.3.2. Dosificación del concreto**

La resistencia, la economía y otras cualidades del concreto dependen en gran medida de las proporciones relativas de cada componente. Es por ello que se debe tener mucho

cuidado en la forma de realizar la medición de cada material. La mejor forma de medir la cantidad de cada material es por masa o peso, si no es posible, puede realizarse por el método volumétrico, aunque hay que tomar en cuenta que esta medida puede verse afectada por el grado de compactación de material y por la humedad; sin embargo, es la forma más práctica. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.3.3. Mezclado del concreto**

El objetivo de mezclar es recubrir todas las partículas de agregado con pasta de cemento y revolver todos los componentes hasta lograr una masa uniforme.

El procedimiento de mezclado puede ser manual o con mezcladora mecánica. Independientemente del método de mezclado, el objetivo principal es de producir un suficiente intercambio de materiales para obtener un concreto uniforme. (HERNÁNDEZ, 2003).

#### **II.8.3.4. Curado del concreto**

El curado consiste en mantener en el concreto un contenido de humedad y temperatura satisfactoria durante un período definido inmediatamente después de colocación y acabado, con el propósito que se desarrollen las propiedades. El curado es necesario para asegurar la continua hidratación del cemento y desarrollo de resistencia del concreto. Si la temperatura es favorable, la hidratación es rápida los primeros días después de haber colocado el concreto. (HERNÁNDEZ, 2003).



### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.**

Se realizó la investigación en aldea Chixajau sector II, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz con el propósito de comprobar la hipótesis, ya que las boletas de investigación se generaron a tres clases de población que los cuales son:

La primera población consiste 63 agricultores, se encuestaron a 54 agricultores ya que se realizó un cálculo de tamaño de muestra con un 95% de nivel de confianza y el 5% de error de muestra, dicha población se le giraron la boleta de investigación para la comprobación del efecto general o la variable dependiente (Y).

La segunda población consiste de 6 técnicos de la Municipalidad de Santa Cruz que el cual se encuestó a la totalidad con la técnica del censo, se realiza la investigación para la comprobación de la causa principal (Variable independiente o X).

La tercera población comprende de 152 habitantes, se realiza un cálculo de tamaño de muestra con un 95% de nivel de confianza y el 5% de error de muestreo con una población de 109 encuestados del diagnóstico de la problemática.

Los resultados de las encuestas fueron tabulados, gráficas y analizadas para poder comprobar la hipótesis planteada “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

De la gráfica 1 a la 5 son para la comprobación del efecto y de la 6 a la 10 para la comprobación de la causa.

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

**Cuadro 9**

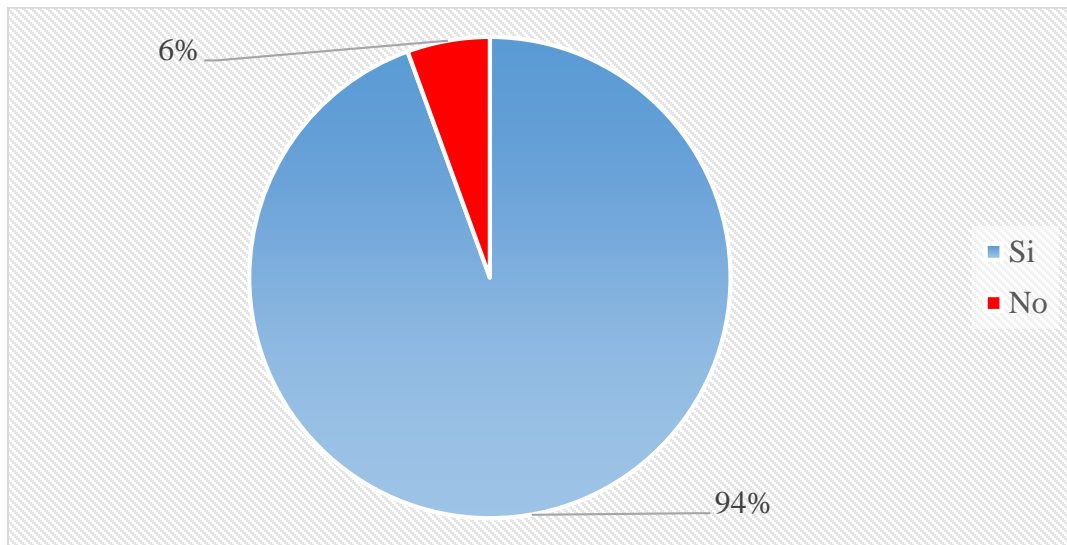
Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
<b>Si</b>	51	94
<b>No</b>	3	6
<b>Totales</b>	54	100

**Fuente:** Agricultores del sector II, aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Julio de 2018.

**Gráfica 1**

Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.



**Fuente:** Agricultores del sector II, aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Julio de 2018.

**Análisis:** La mayoría de los agricultores considera que existe un incremento en los costos de transporte en los productos agrícolas, de acuerdo a la información obtenida se contribuye a comprobar el efecto.

**Cuadro 10**

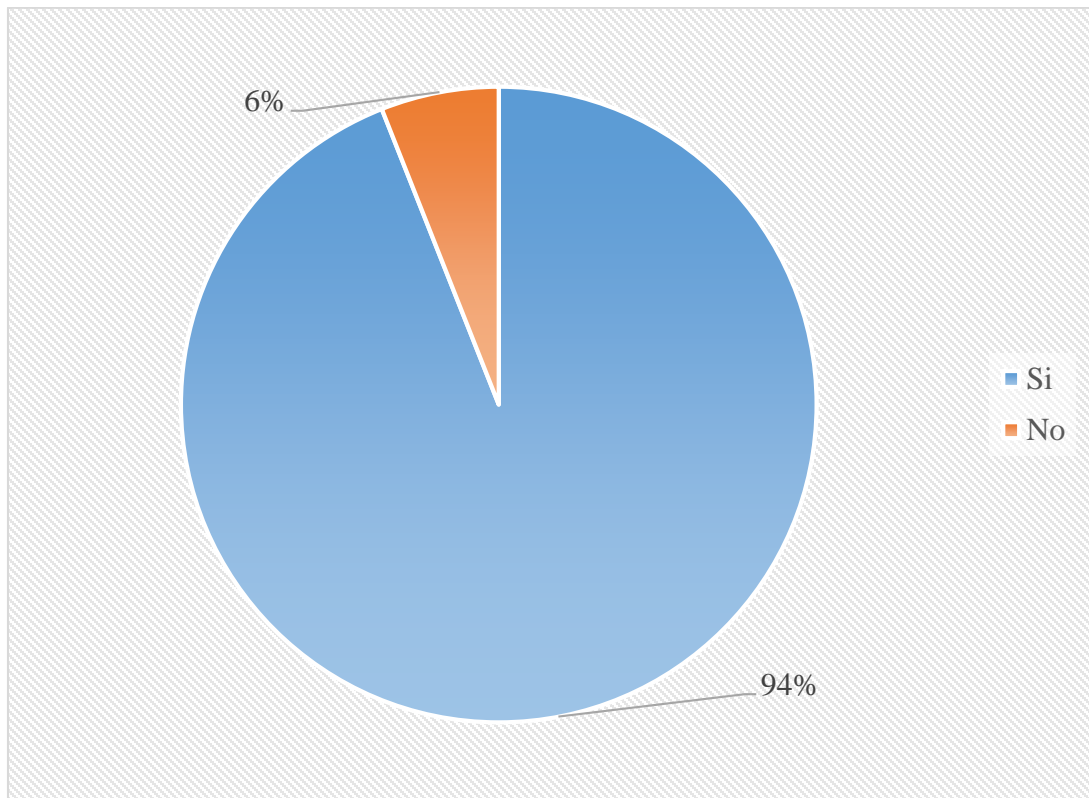
Agricultores que opinan que el flete este aumento en los últimos años.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	51	94
No	3	6
<b>Totales</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Fuente:** agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

**Gráfica 2**

Agricultores que opinan que el flete está en aumento en los últimos años.



**Fuente:** agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: La mayoría de los agricultores opinan que el flete está en aumento en los últimos años, de acuerdo a la información obtenida favorece a comprobar el efecto.

**Cuadro 11**

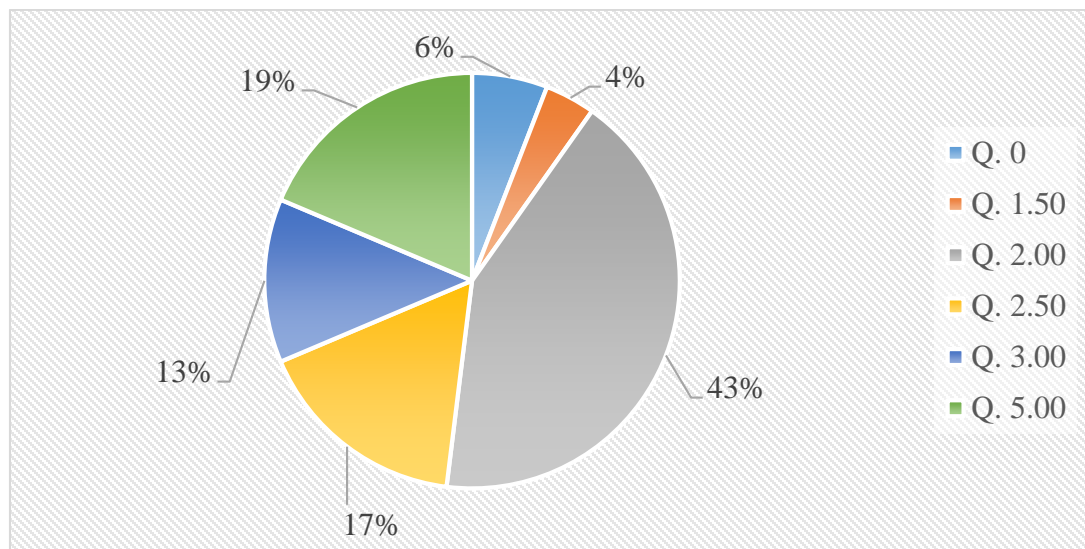
Agricultores que consideran el aumento de flete anualmente.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Q. 0.00	3	6
Q.1.50	12	4
Q.2.00	23	43
Q.2.50	9	17
Q.3.00	7	13
Q.5.00	10	19
Totales	54	100

Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

**Gráfica 3**

Agricultores que consideran el aumento de flete anualmente.



Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: los agricultores consideran que existe un aumento de flete anualmente por quintal de producto, de acuerdo a la información obtenida favorece a comprobar el efecto.

**Cuadro 12**

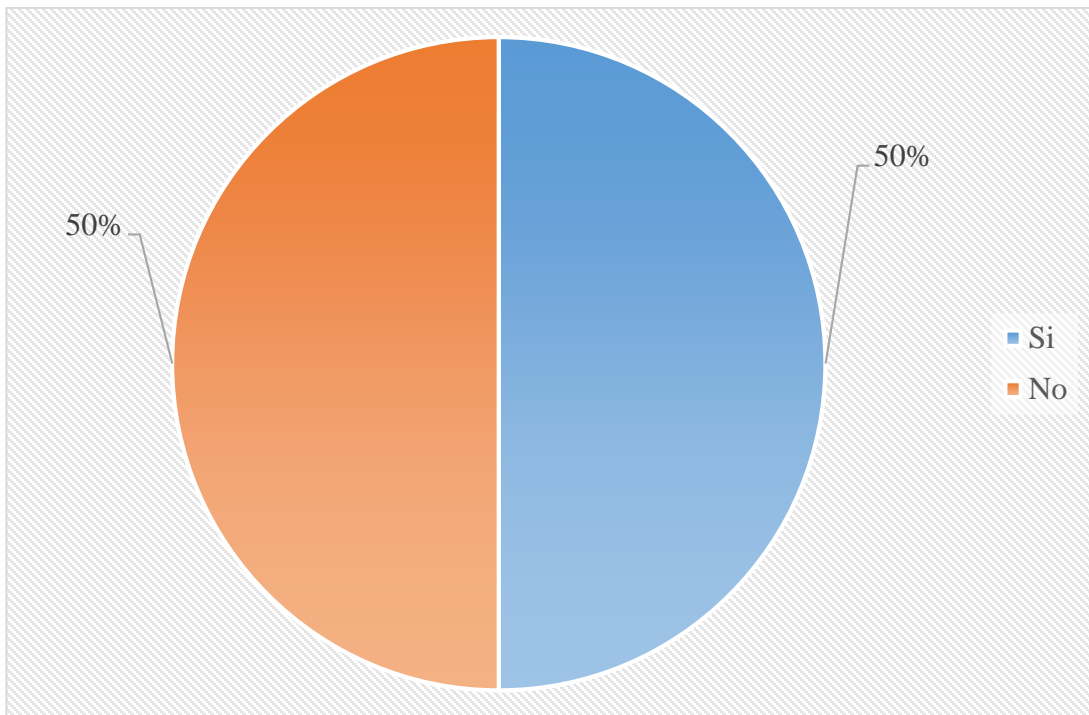
Agricultores que han tratado de disminuir los costos de transporte en sus productos.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	27	50
No	27	50
<b>Totales</b>	54	100

**Fuente:** agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

**Gráfica 4**

Agricultores que han tratado de disminuir los costos de transporte en sus productos.



**Fuente:** agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: la mitad de los agricultores que han tratado de disminuir los costos de transporte al utilizar otros medios y tratar de gestionar un proyecto de carretera accesible, de acuerdo a la información obtenida se aporta a la comprobación del efecto.

**Cuadro 13**

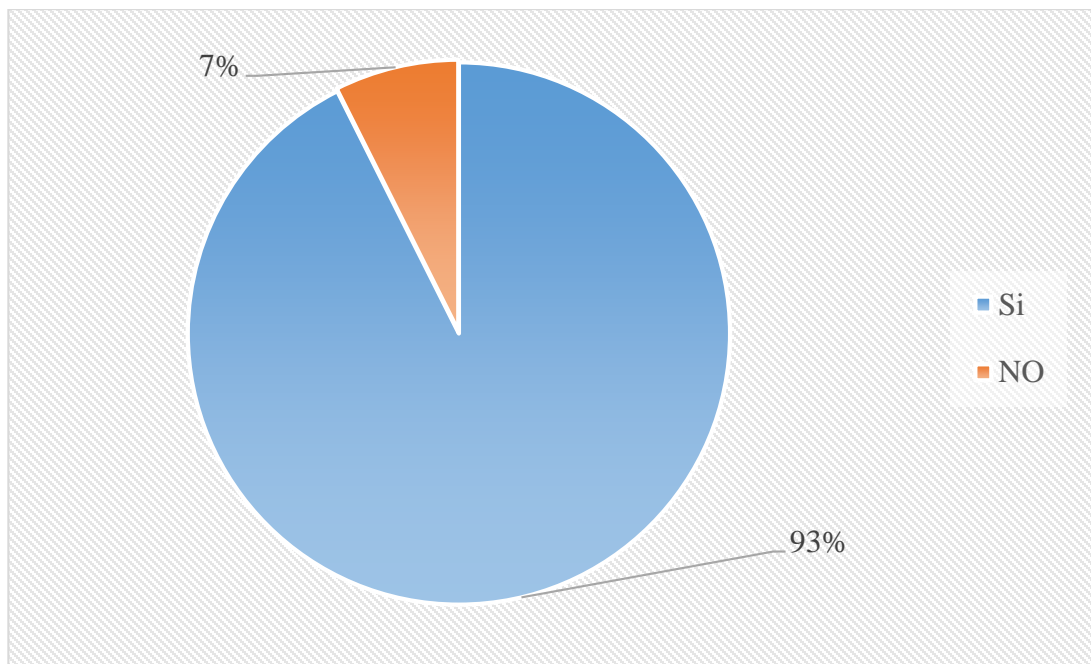
Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	50	93
No	4	7
Totales	54	100

Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

**Gráfica 5**

Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.



Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: La mayoría de agricultores opina que disminuirán los costos de transporte al tener una carretera accesible ya que el flete podría disminuir, de acuerdo a la información obtenida se contribuye a comprobar el efecto.

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

**Cuadro 14**

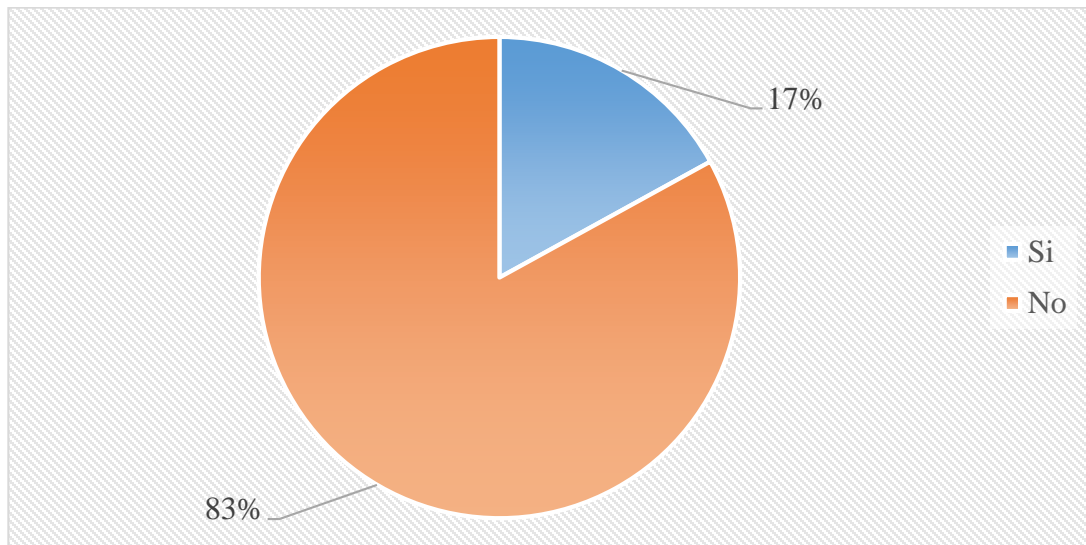
Técnicos que consideran que existe algún perfil de anteproyecto para el tramo de carretera de sector I al sector II de Aldea Chixajau.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
<b>Si</b>	1	17
<b>No</b>	5	5
<b>Totales</b>	6	100

**Fuente:** Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Gráfica 6**

Técnicos que consideran que existe algún perfil de anteproyecto para el tramo de carretera de sector I al sector II de Aldea Chixajau.



**Fuente:** Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

Análisis: más de  $\frac{3}{4}$  de los técnicos consideran que no existe un perfil de anteproyecto para el tramo de carretera del sector I al sector II de aldea Chixajau, de acuerdo a la información obtenida contribuye a comprobar la causa.

### Cuadro 15

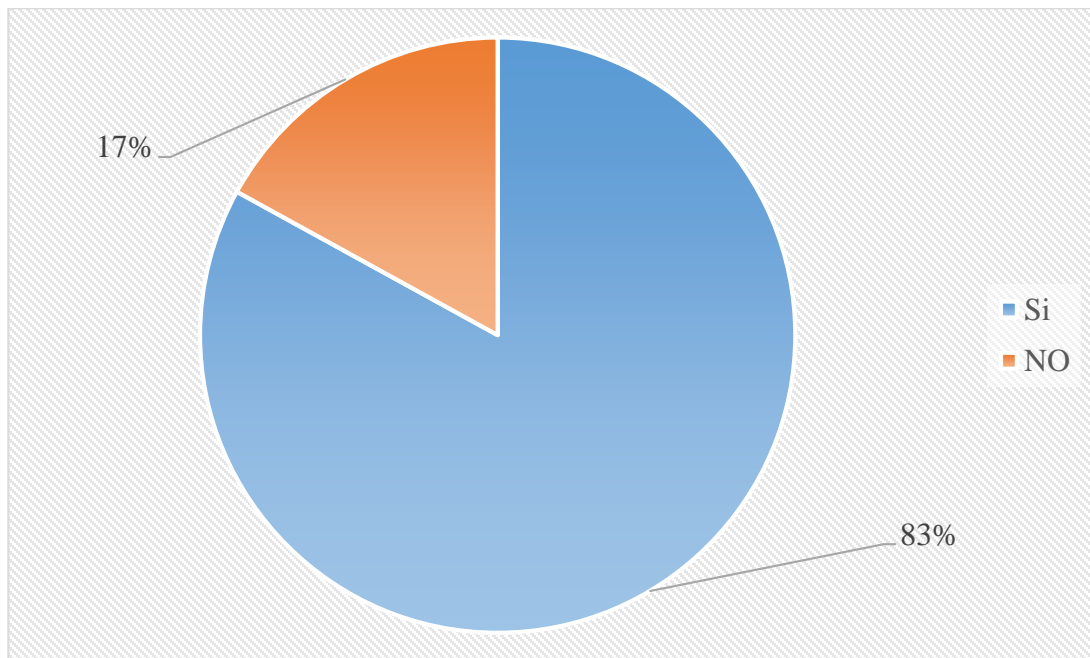
Técnicos que consideran que la construcción de la carretera puede ayudar a los agricultores a reducir sus costos.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	85
No	1	17
Totales	6	100

Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

### Gráfica 7

Técnicos que consideran que la construcción de la carretera puede ayudar a los agricultores a reducir sus costos.



Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Análisis:** casi la totalidad de los técnicos consideran que al construir una carretera ayudará a los agricultores a reducir sus costos de transporte, de acuerdo a la información obtenida se ayuda a confirmar la causa.



### Cuadro 16

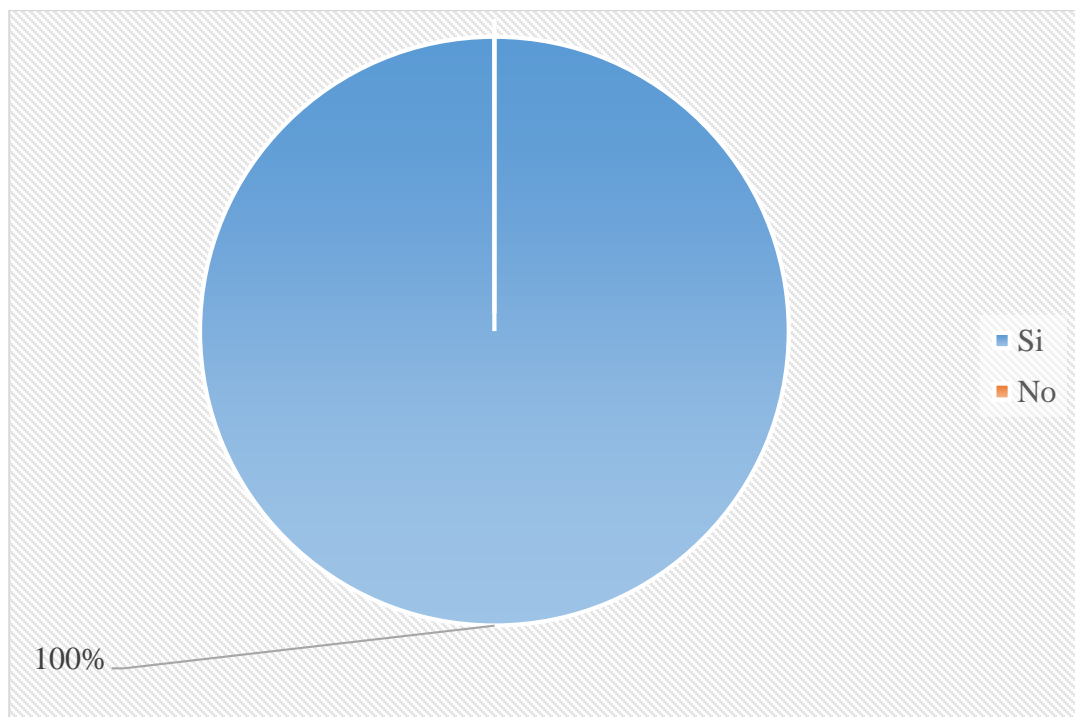
Técnicos que indican que existe personal especializado al momento de formular proyectos de infraestructura.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	100
No	0	0
Totales	6	100

Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

### Gráfica 8

Técnicos que indican que existe personal especializado al momento de formular proyectos de infraestructura.



Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Análisis:** la totalidad de los técnicos indican que si existe personal especializado para formular un proyecto de infraestructura por ende se ayuda a ratificar la causa.

### Cuadro 17

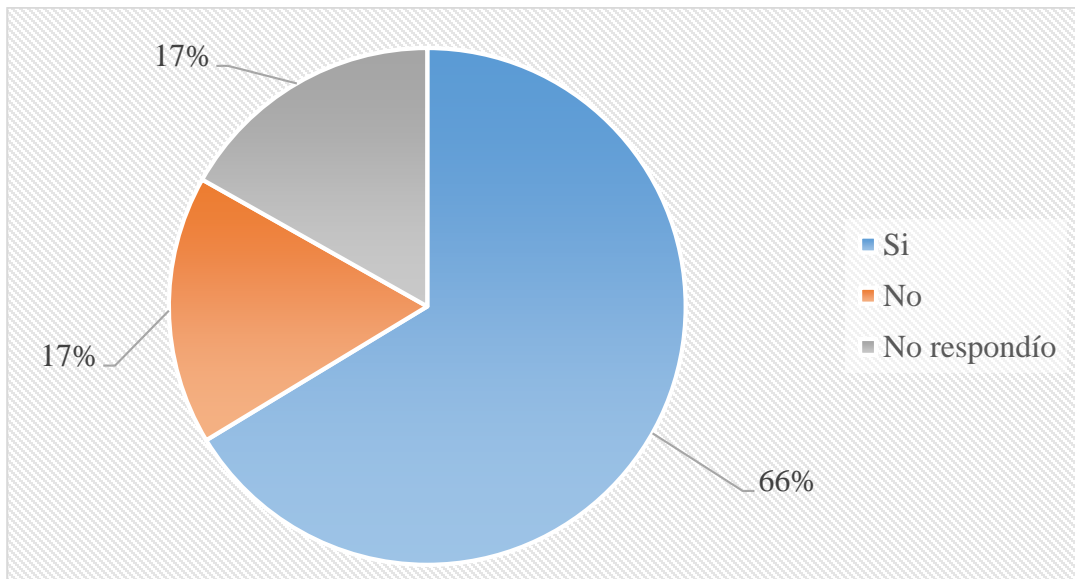
Técnicos que consideran que aldea Chixajau sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	66
No	1	17
No Respondió	1	17
Totales	6	100

Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

### Gráfica 9

Técnicos que consideran que aldea Chixajau sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación.



Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Análisis:** más de la mitad de los técnicos consideran que aldea Chixajau cumple con los requisitos necesarios para perfilar un proyecto de pavimentación, de acuerdo a la información obtenida ayuda a confirmar la causa.

### Cuadro 18

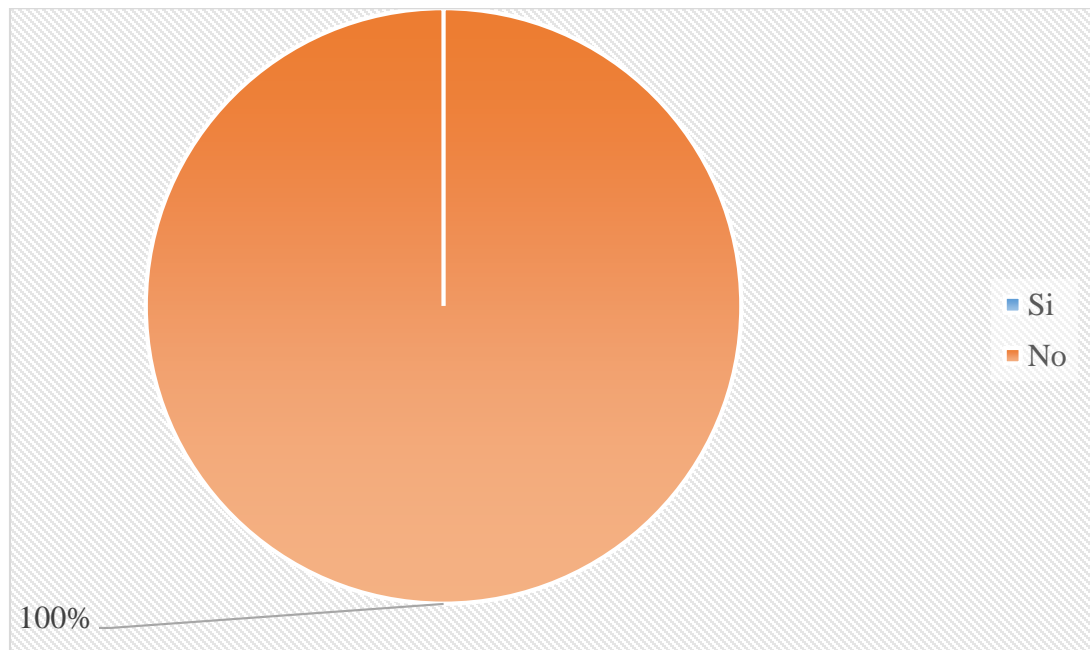
Técnicos que indican que el Consejo comunitario de desarrollo de aldea Chixajau ha ingresado la solicitud para la construcción de carretera.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	6	100
Totales	6	100

Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

### Gráfica 10

Técnicos que indican que el Consejo comunitario de desarrollo de aldea Chixajau ha ingresado la solicitud para la construcción de carretera.



Fuente: Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Análisis:** todos los técnicos indican que el consejo comunitario de desarrollo de aldea Chixajau no ha ingresado ninguna solicitud para la construcción de una carretera, de acuerdo a la información obtenida contribuye a comprobar la causa.

#### **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La investigación se realizó en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz sobre el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido entre sectores I y II.

##### **IV.1. Conclusiones**

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”. Con 95% nivel de confianza y 5% de error de muestreo.
2. Los costos de transporte de los productos agrícolas han incrementado constantemente.
3. Por el mal camino el flete es cada vez más elevado.
4. Incrementa anualmente el flete por quintal de producto.
5. No han buscado alternativas para disminuir los costos de transporte.
6. Al tener una carretera accesible bajarían los costos de transporte.
7. No existe un perfil de anteproyecto para la construcción de carretera.
8. La construcción de una carretera ayudará a disminuir los costos de transporte.
9. Labora personal especializado para formular proyectos de infraestructura.
10. Aldea Chixajau reúne los requisitos para perfilar proyectos de pavimentación.
11. El consejo de desarrollo de aldea Chixajau no ha ingresado solicitud para la construcción de dicha carretera.

#### **IV.2. Recomendaciones**

1. Implementar el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.
2. Reducir los costos de transporte de los productos agrícolas.
3. Mejorar el estado del camino para que el flete no sea elevado.
4. Disminuir los costos del flete por quintal de producto.
5. Buscar alternativas para disminuir los costos de transporte.
6. Efectuar el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido.
7. Crear perfil de anteproyecto para la construcción de carretera de aldea Chixajau.
8. Construir el tramo carretero de pavimento rígido.
9. Capacitar al personal para formular proyectos de infraestructura.
10. Perfilar proyectos de pavimentación.
11. Ingresar solicitud para la construcción de dicha carretera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Caminos. (2014). *Red Vial De La Republica De Guatemala*. Guatemala.
- Chinchilla, J. M. (2005). *Trabajo de graduacion "Plantamiento de Solucion a la problematica de la infraestructura vial de Guatemala, la modalidad de contratación estudio, diseño y construcción"*. Guatemala.
- Conceptodefinicion.de. (septiembre de 2018). *Definición de transporte*. Obtenido de Conceptodefinición: <https://conceptodefinicion.de/transporte/>
- Fundacion Wikipedia, Inc. (17 de Octubre de 2018). *wikipedia La Enciclopedia Libre*. Obtenido de wikipedia.: <https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte>
- Gallardo, J. H. (2003). *Trabajo De Graduacion "Diseño Geometrico y Estructural De Pavimento Rigido Para El Camino Caserio Vasconcelos, Cantón Xajaac - Caserío El Triunfo, Cantón Pujujil II Municipio de Sololá, Departamento de Sololá*. Guatemala.
- GALLARDO, J. H. (2013). *DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO*. Guatemala.
- HERNÁNDEZ, J. E. (2003). *ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL TRAMO CARRETERO*. GUATEMALA.
- Keller, I. G. (2002). *Ingenieria De Caminos Rurales*. Mexico.
- Martinez, M. J. (2006). *Tesis "Análisis Fianciero de la Empresa Servicio y Trasporte de Guatemala"*. Guatemala.
- MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de transito*. peru.
- Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geometrico De Vias*. Colombia.
- Paul Starkey, Simon Ellis, John Hine, Anna Hine. (2002). *Mejora de la Movilidad Rural*. Centro America: Banco Mundial.
- PONCE, A. D. (2003). *DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO*. GUATEMALA.

## ANEXOS

### Anexo 1. Árbol de problemas resumido y comentado

#### Árbol de problemas

**Tópico:** Camino en mal estado.

Efecto o consecuencia general



(Variable dependiente)

Incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años.

Problema central o clave



(Causa intermedia)

Camino en mal estado entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

Causa principal



(Variable independiente)

Inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal.

#### Hipótesis:

“El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

¿Es la inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido por el camino en mal estado entre sectores I y II, la causante del incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; en los últimos 5 años?

## Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Reducir los costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

Objetivo específico



Mejorar el estado del camino entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

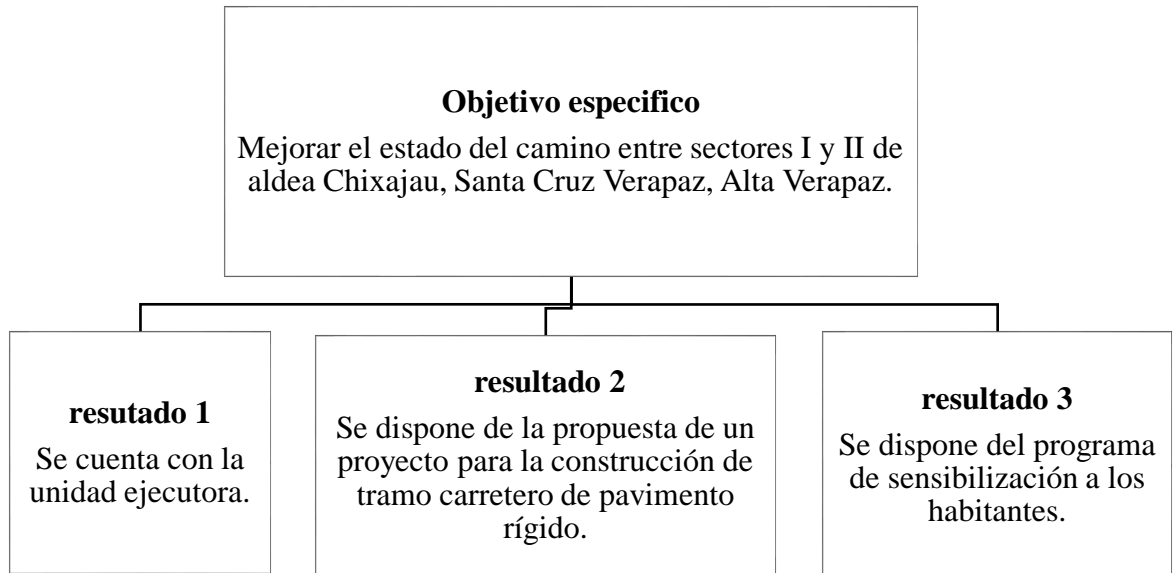
Medio



Propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.



## Anexo 2. Medio para solucionar la problemática



### **Anexo 3. 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 objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años.”**.

Esta boleta está dirigida a los agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 95% del nivel de confianza y el 5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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

1. ¿Considera que existe un incremento de costo de transporte de los productos agrícolas?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿En su opinión el flete esta aumentado en los últimos años?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Cuánto ha sido el aumento de flete anualmente?

3.1. Q. 2.00\_\_\_\_\_

3.4. Q. 10.00\_\_\_\_\_

3.2. Q. 5.00\_\_\_\_\_

3.5. Especifique Q. \_\_\_\_\_

3.3. Q. 8.00 \_\_\_\_\_

4. ¿Ha tratado de disminuir los costos de transporte en sus productos?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

5. ¿Cree usted que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

#### **Anexo 4. 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 objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal.”**.

Esta boleta censal está dirigida a los técnicos de la oficina de planificación de la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

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

1. ¿Existe algún perfil de anteproyecto para el tramo de carretera de sector I al sector II de aldea Chixajau?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Al construir una carretera puede ayudar a los agricultores a reducir sus costos de transporte?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Existe en la Institución personal especializado al momento de formular proyectos de infraestructura?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

4. ¿Recauda la aldea los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación en aldea Chixajau Sector II?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

5. ¿El presidente del Consejo comunitario de desarrollo COCODE de aldea Chixajau ha ingresado la solicitud para la construcción de carretera?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 5. Boleta de diagnóstico de la problemática.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de Investigación

Problema central

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar problema central siguiente: **“Camino en mal estado entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.”**.

Esta boleta está dirigida a los habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 95% del nivel de confianza y el 5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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

1. ¿Cómo califica la carretera de aldea Chixajau entre sector I y Sector II?
  - 1.1. Intransitable\_\_\_\_\_
  - 1.2. En Mal Estado \_\_\_\_\_
  - 1.3. Regular \_\_\_\_\_
  - 1.4. Buena \_\_\_\_\_
2. ¿Qué tan frecuente utiliza la carretera?
  - 2.1. Poco Frecuente\_\_\_\_\_
  - 2.2. Muy Frecuente\_\_\_\_\_
3. ¿Quién cree que sea el responsable de mantener las carreteras en buen estado?

3.1. Municipalidad \_\_\_\_\_

3.2. Gobierno \_\_\_\_\_

3.3. Caminos \_\_\_\_\_

3.4. CIV \_\_\_\_\_

4. ¿Has observado deficiencias en las autoridades al mantener la carretera en buen estado?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Población finita cualitativa

Variable dependiente

A continuación, se describe el anexo metodológico para el cálculo de la muestra al 95% del nivel de confianza y el 5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los agricultores de aldea Chixajau Sector II, Santa Cruz Verapaz.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

De donde:

Z = Valor tabulado = 1.96

p = Probabilidad de éxito = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 0.5

d = error de muestreo = 0.05

n = tamaño de la muestra = 54

N = población = 63

Se aclara que se utilizó el 50% del valor p, debido a que no se contaban con investigaciones previas al respecto; lo que supone es la máxima variación en las combinaciones de (p)(q).



Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Población finita cualitativa

Variable intermedia

A continuación, se describe el anexo metodológico para el cálculo de la muestra al 95% del nivel de confianza y el 5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

De donde:

Z = Valor tabulado = 1.96

p = Probabilidad de éxito = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 0.5

d = error de muestreo = 0.05

n = tamaño de la muestra = 54

N = población = 63

Se aclara que se utilizó el 50% del valor p, debido a que no se contaban con investigaciones previas al respecto; lo que supone es la máxima variación en las combinaciones de (p)(q).

## **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 0.99, 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.

### **calculo del coeficiente de correlación**

Requisito: Coeficiente de correlación:  $> +- 0.80 < =$

<b>AÑO</b>	<b>X</b>	<b>Y Costos de transporte (Q.)</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
2015	1	<b>5</b>	5	1	<b>25</b>
2016	2	<b>6</b>	12	4	<b>36</b>
2017	3	<b>7.5</b>	22.5	9	<b>56.25</b>
2018	4	<b>9</b>	36	16	<b>81</b>
2019	5	<b>10.5</b>	52.5	25	<b>110.25</b>
<b>Totales</b>	15	38	128	55	<b>308.5</b>

<b>n=</b>	<b>5</b>
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	128
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	308.5
$\sum Y=$	38
$n\sum XY=$	640
$\sum X*\sum Y=$	570
<b>Numerador=</b>	<b>70</b>
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	1542.5
$(\sum Y)^2=$	1444
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	980.5
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	4925
<b>Denominador:</b>	<b>70.17834424</b>
<b>r=</b>	<b>0.9974587</b>

**FORMULA:**

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

Comentario: La correlación es de 0.997 por lo que hay correlación entre la variable dependiente e independiente, porque se cumple con el parámetro  $\geq + - 0.80$  a  $+ - \leq 1$ . Esto indica que el efecto si se relaciona con la causa, por lo que puede aplicarse la línea recta para proyectar el efecto a cinco años.

### **Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal**

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación 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  $+ - 1$ ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

#### **Ecuación de la línea recta.**

$$y = a + b x$$

<b>AÑO</b>	<b>X</b>	<b>Y (Costos de transporte quetzales* quintal)</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
2016	1	5	5	1	25
2017	2	6	12	4	36
2018	3	7.5	22.5	9	56.25
2019	4	9	36	16	81
2020	5	10.5	52.5	25	110.25
<b>Totales</b>	15	38	128	55	308.5

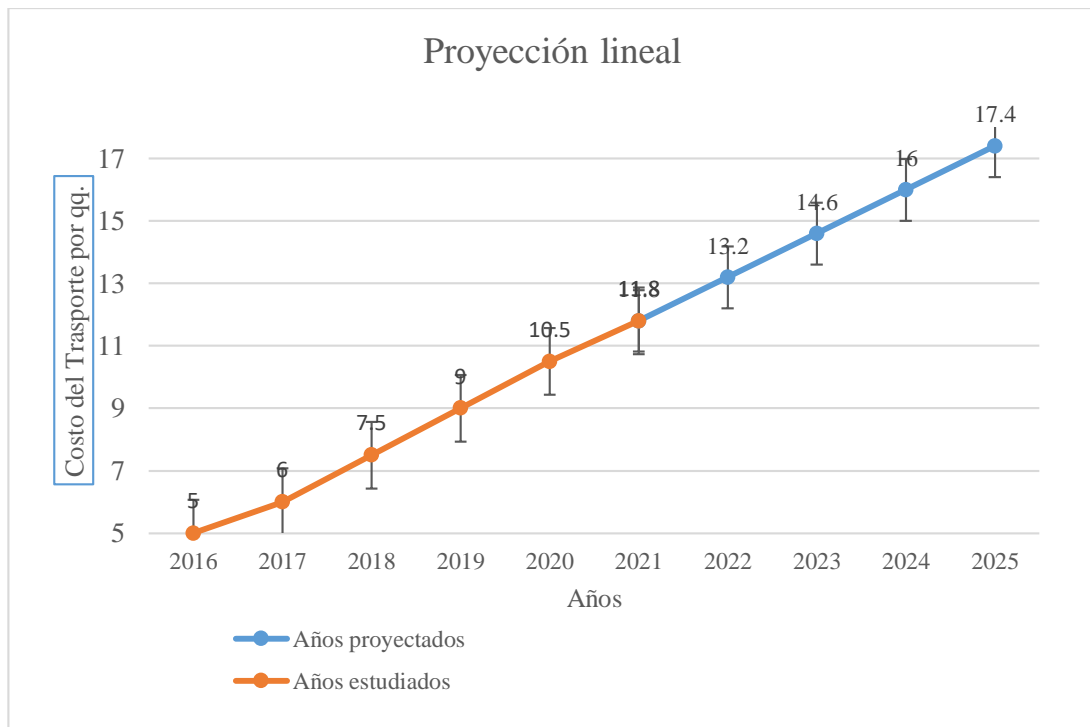
<b>n=</b>	<b>5</b>
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	128
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	308.5
$\sum Y=$	38
<b>n <math>\sum XY=</math></b>	<b>640</b>
$\sum X * \sum Y=$	570
<b>Numerador de b:</b>	<b>70</b>
<b>Denominador de b:</b>	
<b>n <math>\sum X^2=</math></b>	<b>275</b>
<b><math>(\sum X)^2=</math></b>	<b>225</b>
<b>n <math>\sum X^2 - (\sum X)^2 =</math></b>	<b>50</b>
<b>b=</b>	<b>1.4</b>
<b>Numerador de a:</b>	
$\sum Y=$	38
<b>b * <math>\sum X =</math></b>	<b>21</b>
<b>Numerador de a:</b>	<b>17</b>
<b>a=</b>	<b>3.4</b>

**FORMULAS:**

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

### Cálculos de la proyección sin proyecto

Y=	a	+	b	X	Costos de transporte quetzales* quintal
Y (2021) =	3.4	+	1.4	6	11.8
Y (2022) =	3.4	+	1.4	7	13.2
Y (2023) =	3.4	+	1.4	8	14.6
Y (2024) =	3.4	+	1.4	9	16
Y (2025) =	3.4	+	1.4	10	17.4



Fuente: Caál Quejem, W.N., noviembre de 2018.

### Proyección sin proyecto

X (años)	Y (Costos de transporte quetzales* quintal)
2020	10.5
2021	11.8
2022	13.2
2023	14.6
2024	16
2025	17.4

Fuente: Caál Quejem, W.N., noviembre de 2018.

### Cálculos de la proyección con proyecto

años	Costos de transporte quetzales* quintal SIN PROYECTO	Porcentaje de solución	intervención	Costos de transporte quetzales* quintal CON PROYECTO
20120	Q10.50	0%	Q0.00	Q10.50
2021	Q11.80	5%	Q0.59	Q11.21
2022	Q13.20	5%	Q0.66	Q12.54
2023	Q14.60	10%	Q1.46	Q13.14
2024	Q16.00	20%	Q3.20	Q12.80
2025	Q17.40	60%	Q10.44	Q6.96

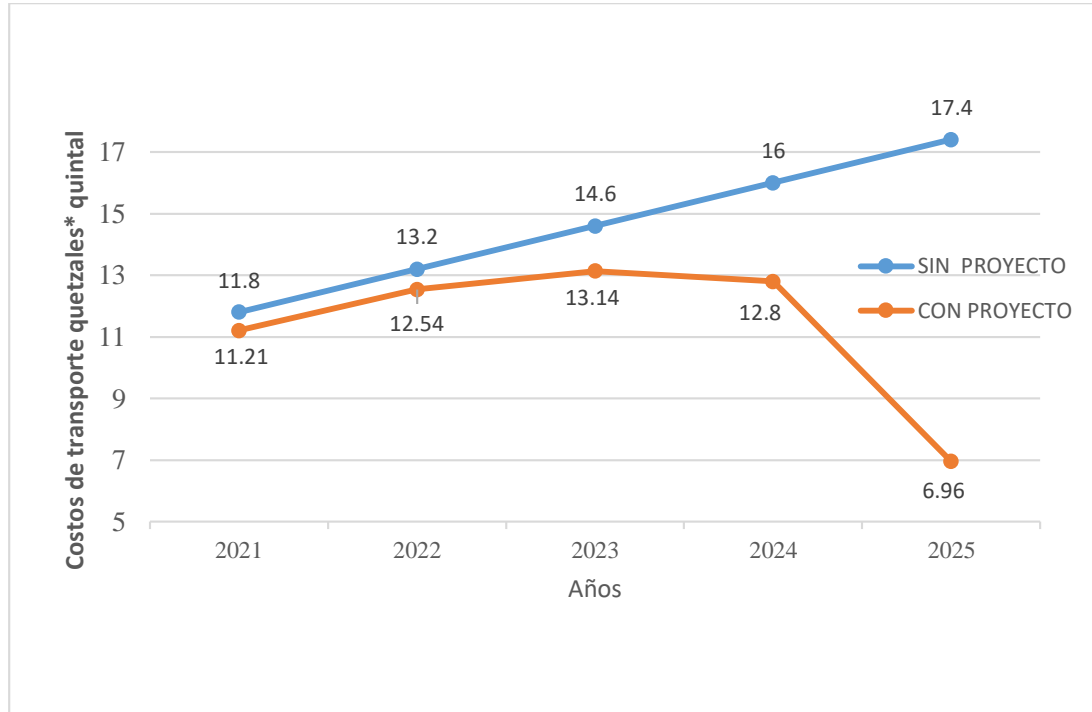
Fuente: Caál Quejem, W.N., noviembre de 2020.

### Comparación de la situación con y sin proyecto

Análisis comparativo con y sin propuesta.			
Año	Costos de transporte quetzales* quintal		Diferencial
	Sin proyecto	Con proyecto	
2021	Q11.80	Q11.21	Q0.59
2022	Q13.20	Q12.54	Q0.66
2023	Q14.60	Q13.14	Q1.46
2024	Q16.00	Q12.80	Q3.20
2025	Q17.40	Q6.96	Q10.44
SUMATORIA	Q73.00	Q56.65	Q16.35

Fuente: Caál Quejem, W.N., noviembre de 2020.

### Gráfica comparativa con y sin proyecto



Fuente: Caál Quejem, W.N., noviembre de 2020.



Comentario: de no aplicarse la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz para el año 2025 llegara a Q.17.40 el costo de trasporte por quintal y de aplicarse la propuesta el costo de trasporte será de Q.6.96 por quintal realizando una aproximación llegara a Q.7.00 por quintal por tal razón el conveniente realizar la la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

## Anexo 9. Diagnóstico de la problemática.

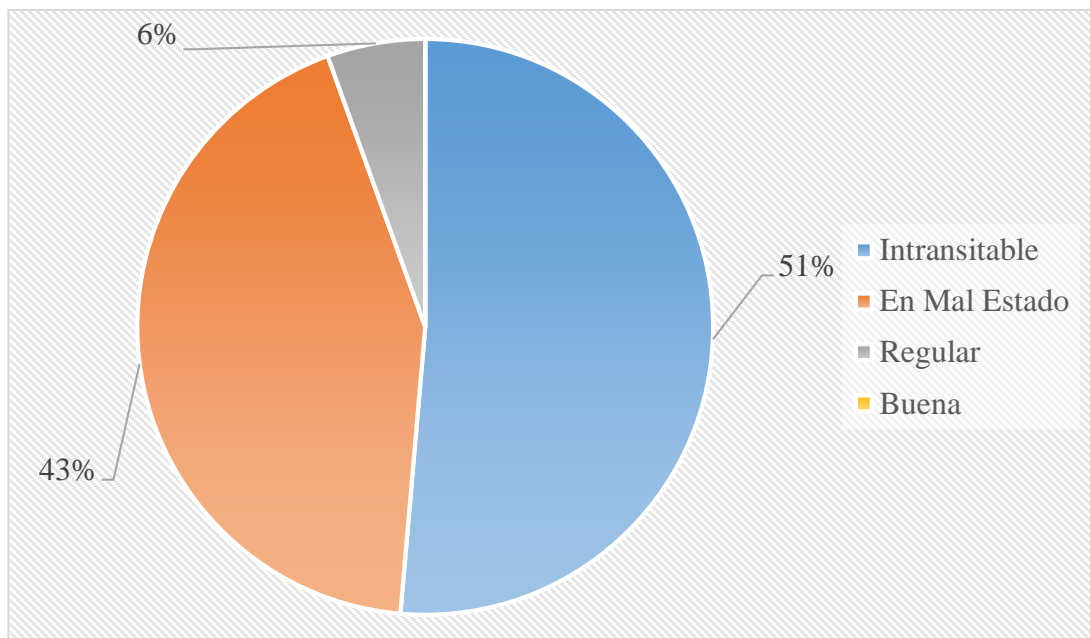
### Gráficas y Cuadros para la comprobación del problema Central.

Habitantes que califican la carretera de Aldea Chixajau sector I al Sector II

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Intransitable	56	85
En Mal Estado	47	17
Regular	6	0
Buena	0	0
<b>Totales</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

Habitantes que califican la carretera de Aldea Chixajau sector I al sector II



**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

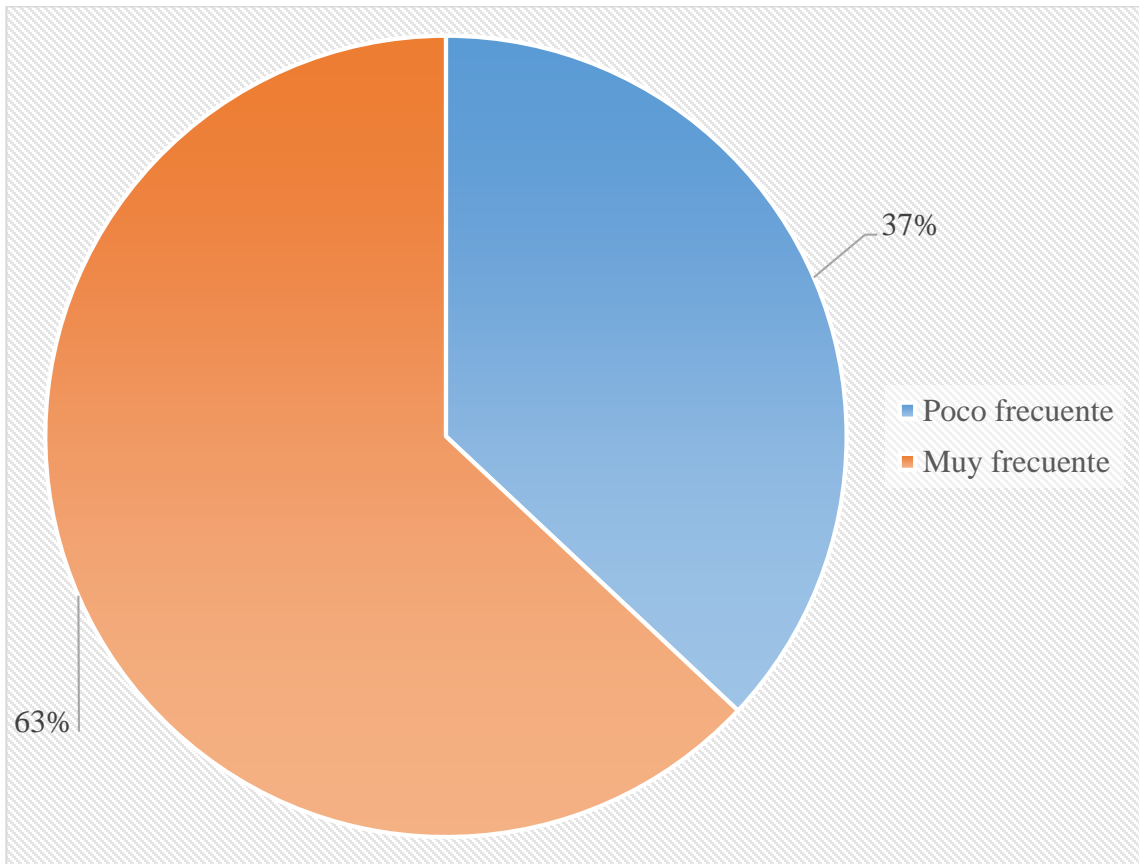
**Análisis:** La mayoría de habitantes califica la carretera de Aldea Chixajau intransitable de acuerdo a la información obtenida se confirma el problema central.

Habitantes que indican la frecuencia que utilizan la carretera.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Poco Frecuente	40	37
Muy Frecuente	69	63
<b>Totales</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

Habitantes que indican la frecuencia que utilizan la carretera.



**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

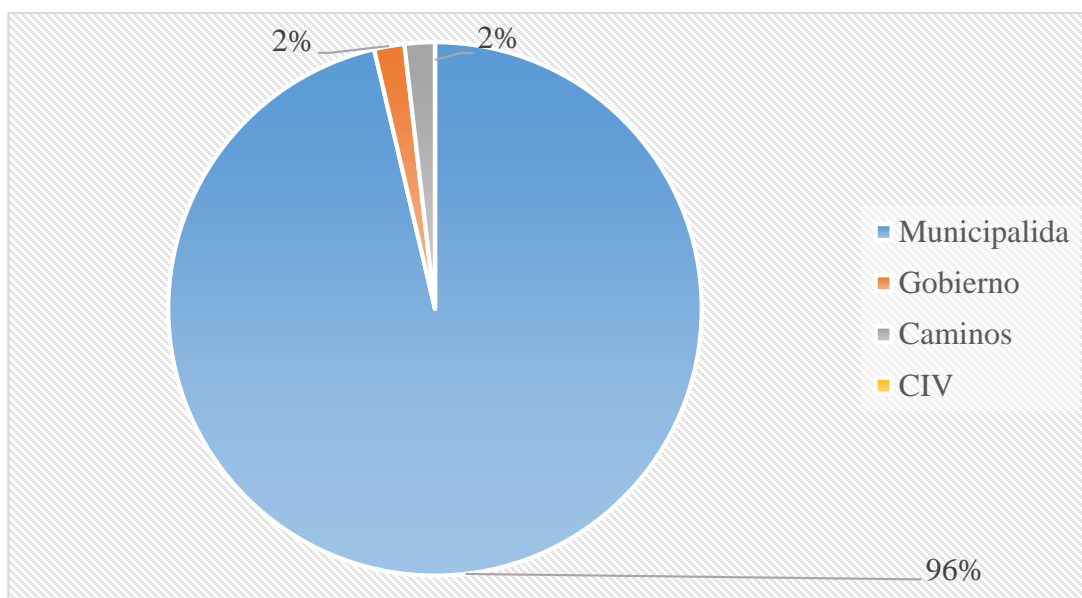
**Análisis:** La mayoría de habitantes indican que utilizan muy frecuente la carretera. De acuerdo a la información obtenida se confirma el problema central.

Habitantes que consideran quien es el responsable de mantener las carreteras en buen estado.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Municipalidad	105	96
Gobierno	2	2
Caminos	2	2
Civ	0	0
<b>Totales</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

Habitantes que consideran quien es el responsable de mantener las carreteras en buen estado.



**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

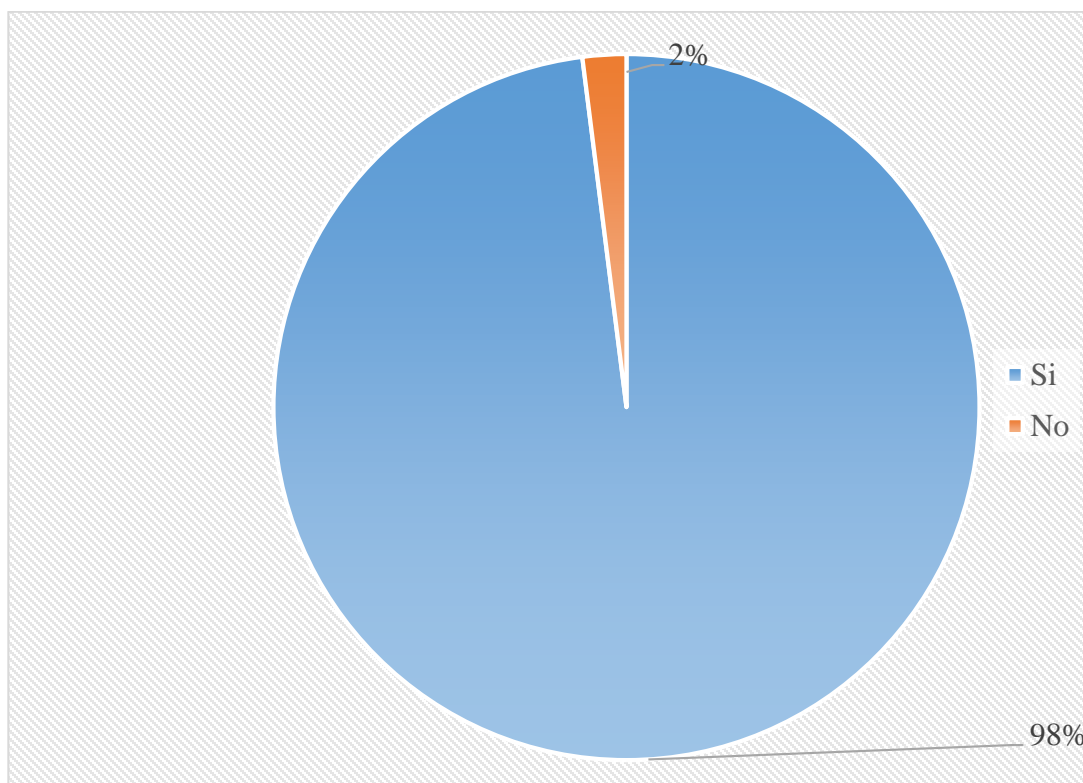
**Análisis:** La mayoría de habitantes consideran que el responsable de mantener las carreteras en buen estado es la municipalidad, de acuerdo a la información obtenida se confirma el problema central.

Habitantes que consideran la deficiencia en las autoridades al mantener la carretera en buen estado.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	107	98
No	2	2
<b>Totales</b>	109	100

**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

Habitantes que consideran la deficiencia en las autoridades al mantener la carretera en buen estado.



**Fuente:** Habitantes de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz

**Análisis:** habitantes consideran que la deficiencia en las autoridades es el resultado de una carretera en mal estado, de acuerdo a la información obtenida se confirma el problema central

Wilson Neftaly Caál Quejem

TOMO II

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Asesor metodológico general: Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda.

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Wilson Neftaly Caál Quejem

En el acto de investidura previo a su graduación como

Ingeniero Civil.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRAMO  
CARRETERO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA TRÁNSITO VEHICULAR Y  
PEATONAL ENTRE SECTORES I Y II DE ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ  
VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Licenciatura en Ingeniería Civil:

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, abril de 2020



Este documento fue presentado por el autor  
previo a obtener el título de Ingeniero Civil en  
el grado académico de licenciado.

<b>Índice</b>	<b>pág.</b>
PROLOGO .....	
PRESENTACIÓN .....	
I. RESUMEN.....	1
II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	11
ANEXOS.....	

## **Prólogo**

Como parte del programa de graduación y de acuerdo con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó la propuesta sobre el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. previo a optar en el grado académico de licenciado, al título de Ingeniero Civil con Énfasis en construcciones rurales; por lo que fue necesario realizar la investigación, en aldea antes mencionada.

La propuesta hace referencia de forma metódica la problemática al tomar en cuenta los puntos de vista tanto de agricultores como profesionales calificados que laboran en la municipalidad de Santa Cruz Verapaz quienes amablemente han proporcionado información vital, junto con las técnicas utilizadas para la investigación.

## **Presentación**

De acuerdo al programa de graduación, en el presente documento se detalla la investigación realizada en aldea Chixajau Santa Cruz Verapaz, la cual se enfoca al proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

La agricultura de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, es una de las fuentes principales para la producción familiar de alimentos y representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro y sigue aumentando en los últimos años, por lo tanto, varios productores en distintas áreas de la localidad han dedicado iniciativas para emprendimientos de producción.

## I. RESUMEN

El trabajo de graduación que se desarrolla es la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, santa cruz Verapaz" el cual se enfoca en los altos costos de transporte que pagan los agricultores que allí laboran, causado por el mal estado de la carretera,

El consejo de desarrollo no ha presentado solicitud para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido, lo cual pospone en tiempo indefinido la solución más adecuada a dicha problemática, que afecta al lugar, los beneficios de implementar el proyecto son muchos no solo para agricultores sino para la aldea en conjunto.

La propuesta plasmada hace referencia de forma metódica y planificada de la problemática al tomar en cuenta los puntos de vista tanto de agricultores como profesionales calificados que laboran en la municipalidad de Santa Cruz Verapaz quienes amablemente han proporcionado información vital, junto con las técnicas utilizadas para la investigación. El transporte abarca tanto el desplazamiento de personas como de sus bienes respectivos de un lugar a otro por lo que resulta muy importante que el espacio del suelo donde dará movimiento el transporte sea de calidad y con las condiciones aptas para dicha actividad.

Por lo que se investiga de todas las formas posibles no solo técnicas sino también prácticas como la visualización directa, se tuvo relación con las personas viven esta situación para comprender y estudiar de manera correcta la problemática.

**Planteamiento del problema:** El principal problema que afronta aldea Chixajau sector II de Santa Cruz Verapaz es el camino en mal estado, ya que año con año sufren incrementos en costo de transporte para los agricultores.

Dicha aldea cuenta con una apertura inicial de 150 metros lineales que fue ejecutado hace seis años, sin ninguna ayuda parte de alguna institución del estado y dicha apertura fue realizada por los pobladores del lugar, sin ningún estudio y diseño de la carretera.

hoy en día se encuentra en mal estado ya que en tiempos de lluvia el camino se vuelve intransitable con tramos con demasiada pendiente y sus productos agrícolas tienen que trasportarlos por medio de animales y personas hasta el sector I de aldea Chixajau esto hace que los agricultores tengan aumentos de costos en sus productos.

**Hipótesis causal:** “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

**Hipótesis interrogante:** ¿Es la inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido por el camino en mal estado entre sectores I y II, la causante del incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz; en los últimos 5 años?

**Objetivo general:** Reducir los costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

**Objetivo Específico:** Mejorar el estado del camino entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

**Justificación:** El principal problema es el camino en mal estado de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz hoy en día se encuentra en mal estado ya que en tiempos de lluvia el camino se vuelve intransitable con tramos con demasiada

pendiente y sus productos agrícolas tienen que transportarlos por medio de animales y personas hasta el sector I de aldea.

Debido a la falta de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido los agricultores se ven afectados puesto que los costos de transporte son elevados y han ido en aumento en los últimos cinco años, debido a la problemática antes mencionada.

Por tal motivo es necesario implementar el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, con la ayuda la unidad ejecutora, en este caso es la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

**Metodología:** Para lograr la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo, y para comprobar la hipótesis se tuvo que auxiliar al método inductivo, la información obtenida fue tabulada y analizada para obtener los resultados y conclusiones.

## **Métodos**

### **Método utilizado para la formulación de la hipótesis.**

**Método deductivo:** El método deductivo se aplicó para determinar la hipótesis, anteriormente se identificó el problema que concurre en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, sobre el incremento de costos de producto hacia a los agricultores de dicha área de incidencia, seguidamente se integraron la causa y el efecto que produjo el árbol de problema.

**Método analítico:** Mediante el apoyo del método analítico se logró identificar y aclarar los datos que se obtuvieron de la formulación de la hipótesis, y por medio del cual se analizaron las causas que influyeron los altos costos de transporte para los

agricultores en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción de un tramo carretero de pavimento rígido.

**Método marco lógico:** Con el método marco lógica se tiene una interpretación de una visión bastante amplia de la problemática, pues en ella se detalla los objetivos y los resultados y poder interpretar la categoría que se desea alcanzar con el estudio.

#### **Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.**

**Método inductivo:** Se utilizó este método para obtener los resultados exactos y específicos del problema que se identificó entre los sectores donde se realizó el estudio de investigación, estos resultados sirvieron para la elaboración, análisis, presentación, conclusiones y recomendaciones.

**Método estadístico:** Este método permitió determinar por medio de boletas de encuestas, la comprobación de la hipótesis y así establecer que: “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”.

**Método sintético:** Con la interpretación de la información se utilizó la síntesis para obtener las conclusiones, recomendaciones y resultados de la investigación realizada en campo.

#### **Técnicas**

##### **Técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis.**

**Lluvia de ideas:** Esta consistió en enumerar todas las ideas que permitieron encontrar el problema más saliente que existen en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.



**Observación directa:** Esta técnica se realizó directamente con los agricultores de la aldea para identificar los problemas que les afectan al momento de transportar sus productos hacia el mercado central.

**Entrevistas:** Esta se realizó a los agricultores y pobladores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, para tener información más detallada y precisa sobre el problema que se observó.

**Técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis.**

**Censo:** Fue utilizado en 6 empleados de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, para la comprobación de la causa principal.

**Cálculo de la muestra:** Se utilizó para comprobar el efecto, según el presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE de aldea Chixajau sector II existen 69 agricultores, con una muestra de 54 agricultores. Así mismo se comprobó el problema central en una población de 152 habitantes, que generan una muestra de 109 habitantes para ser entrevistados.

**Encuestas:** Se formularon tres tipos de encuestas dirigidas a los agricultores y a los habitantes de aldea Chixajau sector II, Santa Cruz Verapaz y a los empleados de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad d Santa Cruz Verapaz, Para poder comprobar las tres variables: Efecto general, el problema central, y la causa principal.

**Técnica de análisis:** Una vez hecha la tabulación de los resultados de las encuestas para la comprobación de las tres variables. Esta técnica se realizó para obtener el análisis de las conclusiones y recomendaciones del proceso.

**Coefficiente de Correlación:** Se formuló y se realizó el procedimiento estadístico de coeficiente de correlación para conocer si existe o no relación entre la variable dependiente, y la variable independiente.

**Proyección:** Al realizar la proyección en línea recta se obtuvo la gráfica de proyección lineal que ayuda a conocer el comportamiento de las variables, esto determino el impacto que tendrá agricultores de aldea Chixajau sector II, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

**Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.**

**Cuadro 1**

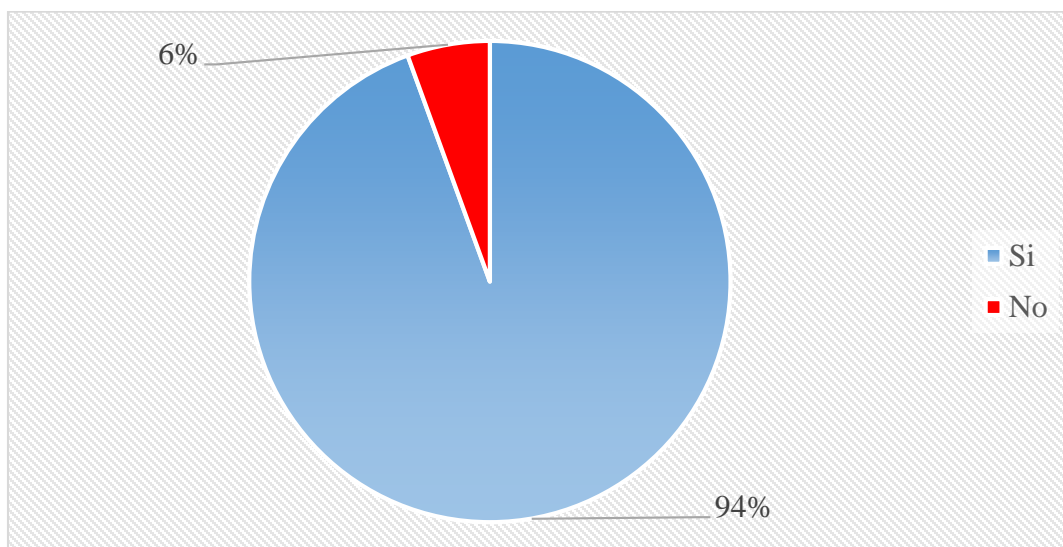
Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	51	94
No	3	6
Totales	54	100

**Fuente:** Agricultores del sector II, aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Julio de 2018.

**Gráfica 11**

Agricultores que consideran un incremento en el costo de transporte de los productos agrícolas.



**Fuente:** Agricultores del sector II, aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Julio de 2018.

**Análisis:** La mayoría de los agricultores considera que existe un incremento en los costos de transporte en los productos agrícolas, de acuerdo a la información obtenida se contribuye a comprobar el efecto.

## Cuadro 2

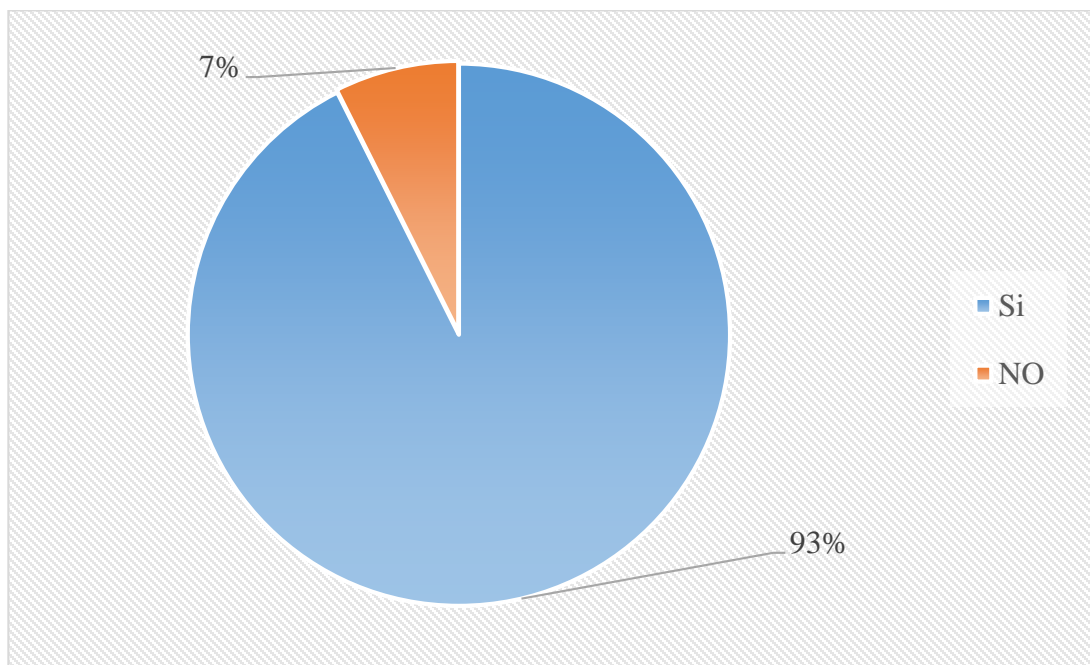
Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	50	93
No	4	7
<b>Totales</b>	54	100

Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

## Gráfica 2

Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.



Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: La mayoría de agricultores opina que disminuirán los costos de transporte al tener una carretera accesible ya que el flete podría disminuir, de acuerdo a la información obtenida se contribuye a comprobar el efecto.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa

### Cuadro 3

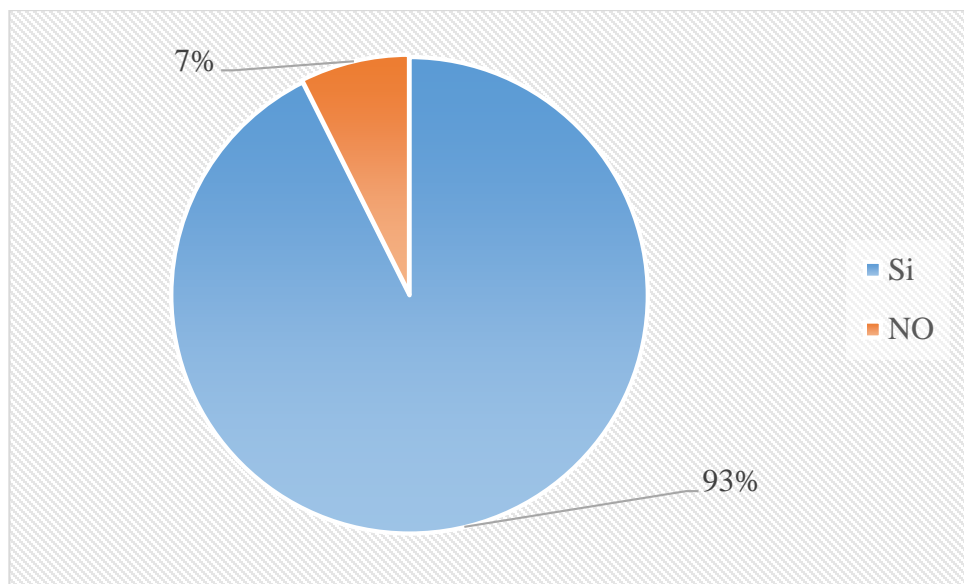
Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
Si	50	93
No	4	7
Totales	54	100

Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

### Gráfica 3

Agricultores que opinan que disminuiría los costos de transporte al tener una carretera accesible.



Fuente: agricultores de Aldea Chixajau sector II, Julio de 2018.

Análisis: La mayoría de agricultores opina que disminuirán los costos de transporte al tener una carretera accesible ya que el flete podría disminuir, de acuerdo a la información obtenida se contribuye a comprobar el efecto.

Técnicos que consideran que aldea Chixajau sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación.

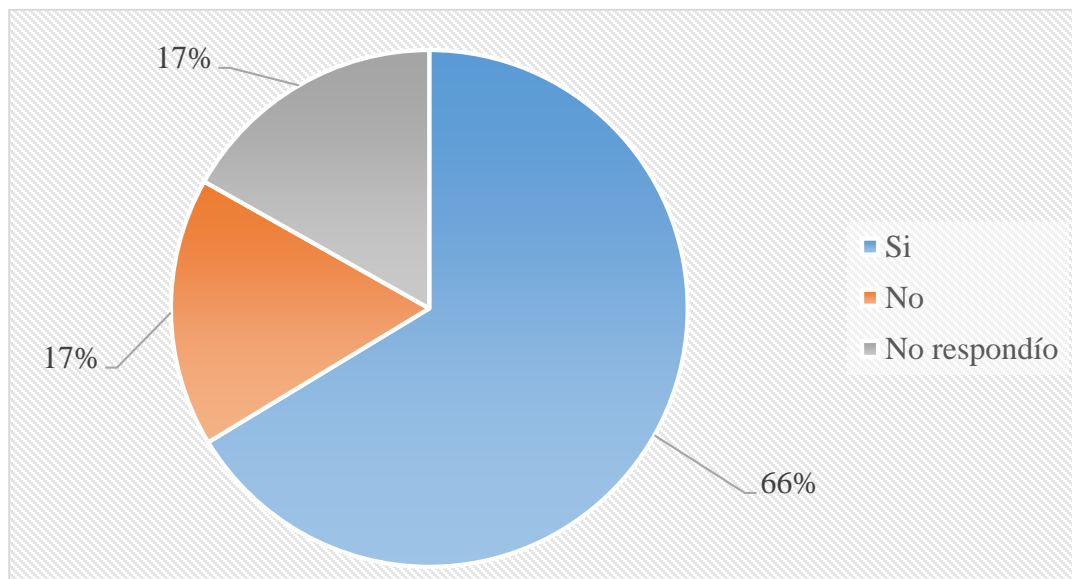
**Cuadro 4**

Respuesta	Valor Absoluto	Valor relativo (%)
<b>Si</b>	4	66
<b>No</b>	1	17
<b>No Respondió</b>	1	17
<b>Totales</b>	6	100

**Fuente:** Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Gráfica 4**

Técnicos que consideran que aldea Chixajau sector II recauda los requisitos necesarios para perfilar algún proyecto de pavimentación.



**Fuente:** Técnicos de la Oficina de Planificación Municipal de Santa Cruz Verapaz, Julio de 2018.

**Análisis:** más de la mitad de los técnicos consideran que aldea Chixajau cumple con los requisitos necesarios para perfilar un proyecto de pavimentación, de acuerdo a la información obtenida ayuda a confirmar la causa.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La investigación se realizó en aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz sobre el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido entre sectores I y II.

### **Conclusión**

- Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento en costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, en los últimos 5 años por el camino en mal estado entre sectores I y II es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción un tramo carretero de pavimento rígido”. Con 95% nivel de confianza y 5% de error de muestreo.

### **Recomendación**

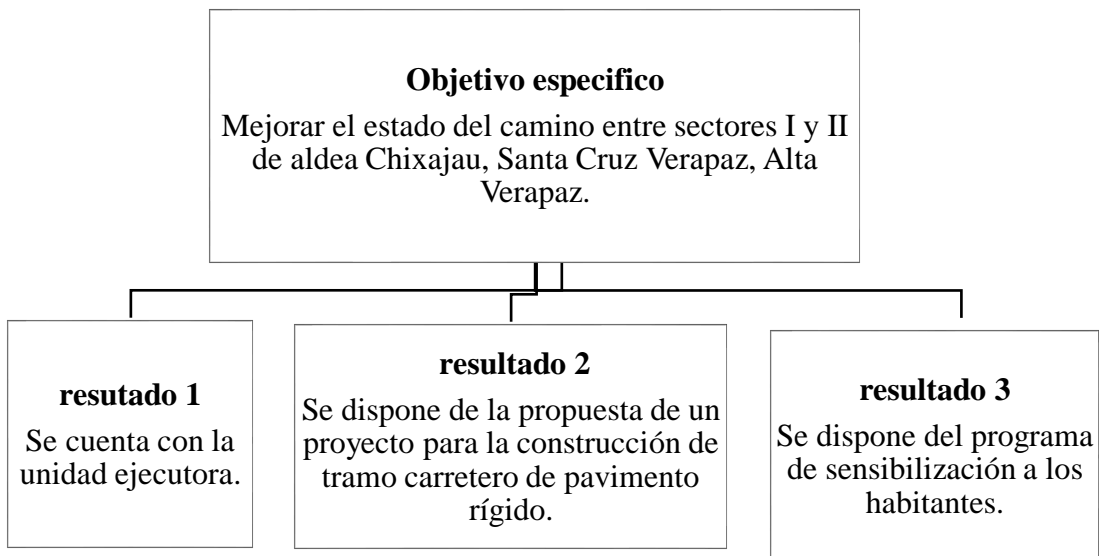
- Implementar el proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

## ANEXOS

### Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

El trascendental problema que afronta aldea Chixajau sector II de Santa Cruz Verapaz es el camino en mal estado, ya que año con año sufren incrementos en costo de transporte para los agricultores con la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal viene a mejorar el estado del camino entre sector I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

#### Diagrama del medio de solución de la problemática.





**Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora la Municipalidad de Santa Cruz Verapaz**

**Actividad 1. Localización de la unidad ejecutora:** Se realiza reuniones sobre la problemática que confronta aldea Chixajau Sector II y la búsqueda de la solución para ejecutar las actividades en el lugar.

**Actividad 2. Reuniones con las autoridades de la aldea.** Se realiza reuniones con las autoridades de la aldea y municipalidad en la oficina de planificación Municipal de la Municipalidad de Santa Cruz Verapaz para tener acuerdos, apoyo de aldea y llenar los requisitos para que la unidad ejecutora pueda perfilar dicho proyecto.

**Actividad 3. Visita de Campo:** Se harán visitas de campo de parte de los técnicos y trabajadores sociales de la unidad ejecutora para realizar un diagnóstico y recabar información que se necesita para perfilar el proyecto.

**Actividad 4. Supervisión:** la supervisión de la ejecución del proyecto está a cargo de la Municipalidad de Santa Cruz Verapaz que es la unidad ejecutora hasta la conclusión de los trabajos de la construcción de la carretera.

**Actividad 5. Inauguración del proyecto:** Tiene el honor la Municipalidad de Santa Cruz

Verapaz en conjunto con los habitantes del lugar.

**Resultado 2. Se dispone de la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal**

**Especificaciones técnicas del proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal**

Tienen por objetivo establecer las condiciones esenciales, forma y contenido de construcción de la obra, deberes y demás obligaciones que deben cumplir al realizar la ejecución de los proyectos arriba mencionados, lo que permitirá asignar órdenes de trabajos programados.

**Actividad 1. Topografía del terreno**

La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados. Para las referencias de los trazos con teodolito cuya aproximación angular sea un décimo de minuto y con cinta metálica; la nivelación se ejecutará con nivel montado.

**Actividad 2. Excavaciones (corte de cajuela; remoción de materiales no adecuados)**

Conjunto de operaciones necesarias para extraer, y si es preciso, remover previamente parte de un terreno.

**2.1. Excavación**

Se ejecutará con maquinaria pesada y todo el material cortado deberá de ser transportado y depositado en el lugar que autorice el supervisor del proyecto.

**Actividad 3. Reacondicionamiento de sub-rasante existente**

**3.1. Materiales inadecuados para sub-rasante.**

Son materiales inadecuados para la construcción de la sub-rasante, los siguientes:

Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre.

### **3.2. Materiales adecuados para sub-rasante.**

Son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR), que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionada y que, además, no sean inadecuados para sub-rasante de acuerdo a lo indicado en estas especificaciones

### **3.3. Requisitos de construcción**

#### **3.3.1. Operaciones de construcción.**

**3.3.1.1 Limpieza.** Se debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la sub-rasante a reacondicionar.

**3.3.1.2 Reemplazo de material inadecuado.** Cuando en la sub-rasante aparezcan áreas con material inadecuado, el Supervisor debe delimitarlas y notificarlo por escrito que se debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado. Durante estas operaciones el Contratista debe señalar dichas áreas para evitar accidentes. Según lo ordene el Supervisor, las excavaciones deben rellenarse: (1) con material de préstamo que sea apropiado para sub-rasante; al efectuar la compactación de acuerdo con AASHTO T-180; ó (2) con material de sub-base.

**3.3.1.3. Escarificación, tendido y conformación.** En las áreas que necesiten Reacondicionamiento, Se debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una

profundidad de 200 milímetros, al eliminar las rocas mayores de 100 milímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie a efectuar cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros.

**3.3.1.4. Cortes mayores de 200 mm.** Si con los cortes y rellenos de 200 milímetros, la superficie reacondicionada no se ajusta a los niveles indicados en los planos, el Supervisor podrá ordenar cortes más profundos o completar los rellenos con material de préstamo apropiado, que cumpla con los requisitos de material adecuado

**3.3.1.5. Compactación.** La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de  $\pm 3$  por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T 191; se pueden usar otros métodos técnicos, como los no destructivos. Para el caso de sub-rasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima.

**3.3.1.6. Deflexión.** Se establece una deflexión máxima para la capa de sub-rasante reacondicionada de 3.0 milímetros. El Supervisor deberá ordenar los vaciados que sean necesarios y su reemplazo con material de préstamo o de sub-base y, en caso necesario, complementar estos trabajos con la construcción de sub-drenaje adecuado.

#### **Actividad 4. Capa de base de material selecto**

##### **4.1 Descripción.**

Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material de base; el control de laboratorio y operaciones necesarias para construir en una o varias capas, una base del espesor

compactado requerido, sobre la sub-rasante previamente aceptada de acuerdo a estas Especificaciones; todo de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por el Supervisor, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación.

#### **4.1.1 Conformación y compactación.**

La capa de base debe conformarse, ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T-180;

### **Actividad 5. Pavimentos en concreto**

#### **5.1. Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción sobre subrasante, y base preparada y aceptada previamente, de la losa de pavimento de concreto, con la fabricación y suministro del concreto estructural, y el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación

#### **5.2. Materiales**

**5.2.1. Cementos hidráulicos:** Estos cementos deben cumplir con una clase de resistencia de 28MPa (4,000 psi, 281kg/cm<sup>2</sup>) o mayor.

**5.2.2. Agregado fino:** Debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, que llene los requisitos sobre cantidad de finos allí estipuladas, para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial.

**5.2.3. Agregado grueso.** Debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado

clasificado, que llene los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas.

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

**5.2.5. Aditivos.** Los aditivos para concreto se deben emplear con la aprobación previa del Supervisor y de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del concreto de la mezcla básica.

## **5.2. Colocación y compactación del concreto.**

**5.2.1. Acondicionamiento de la superficie.** Las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de la subrasante, sub-base o base, previamente preparadas,

**5.2.2. Colocación del concreto con formaleta fija.** Debe usarse para áreas irregulares o en áreas inaccesibles al equipo de pavimentación de formaleta deslizante o en casos de tramos cortos donde no sea práctico el empleo de este último.

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

### **5.3. Acabado, texturizado y ranurado del concreto.**

**5.3.1. Acabado final:** El acabado final se debe efectuar el procedimiento estipulado en la sección 553.17 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, Noviembre 2002.

**5.3.2. Texturizado y ranurado con pavimentadora de formaleta deslizante:** Inmediatamente detrás de la alisadora o llana mecánica de la pavimentadora, y una vez el concreto está próximo a perder el brillo se procede al texturizado y ranurado según se describe en las Especificaciones Generales para Construcción.

### **5.4. Alisado**

Después del enrasado y nivelado indicados, la superficie debe ser uniformizada, alisándola transversal o longitudinalmente, o en ambos sentidos, por medio de una llana o flotador de tipo adecuado. De preferencia, el alisado se debe ejecutar en el sentido longitudinal, excepto en los lugares en los que esta forma no sea factible. El alisado puede ser efectuado manualmente o por máquinas alisadoras que produzcan resultados equivalentes.

### **5.5. Método de curado.**

#### **5.5.1. Curado por compuestos líquidos formadores de membranas de curado**

A todas las superficies se les deben dar el acabado superficial especificado y se les deben mantener mojadas -por rociado continuo de agua o aplicación de cubiertas mojadas- antes de proceder a la aplicación del compuesto líquido.

El compuesto líquido para curado debe cumplir con los requisitos de 551.08 (f) y tener una consistencia que permita regarlo a las temperaturas existentes durante la construcción para formar una película o membrana continua y uniforme. Debe, además, estar libre de materias en suspensión resultantes de las condiciones de almacenamiento o de temperatura, ser relativamente antitóxico y de tal naturaleza que

no reaccione al contacto con el concreto. Si es del tipo transparente o translucido, debe contener una tintura temporal que asegure una cobertura uniforme; el color, generalmente blanco, debe permanecer visible cuando menos durante cuatro (4) horas,

### **5.6. Remoción de las formaletas.**

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

## **Actividad 6. Construcción de bordillos**

**6.1. Bordillos.** Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera para el encauzamiento de las aguas, sobre todo en las secciones en relleno, así como para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.

### **6.2. Descripción.**

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, la formaleta, excavación si la hay y todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de los bordillos, de acuerdo con los planos.



## **6.3 Materiales**

### **6.3.1 Requisitos de los materiales.**

El bordillo debe ser de concreto con una clase de resistencia de 28 MPa (4,000 psi, 281 kg/cm<sup>2</sup>) y debe cumplir, en lo aplicable, con los requisitos de la Sección 4.3 de estas

### **Actividad 7. Supervisión**

El supervisor es la máxima autoridad del proyecto, entendiéndose como supervisor el profesional delegado y los auxiliares que para el efecto se designen. El supervisor velara porque los trabajos se desarrollen con total apego a las especificaciones y planos que fueron elaborados para la construcción del proyecto.

### **Resultado 3. Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.**

- **Planificación:** Se realizará una reunión para planificar los métodos a utilizar para facilitar conocimientos del mantenimiento de la carretera con los habitantes de aldea Chixajau Sector I y II, Santa Cruz Verapaz
- **Convocatorias:** Realizar la convocatoria dirigida a los habitantes de aldea Chixajau Sector I y II, Santa Cruz Verapaz.
- **Sensibilización del mantenimiento de la infraestructura:** En la sensibilización del mantenimiento de la carretera pavimentada se utilizarán métodos de aprendizaje y recomendaciones del cuidado de la infraestructura.

#### **Se desarrollará los siguientes temas:**

- ✓ Limpieza de cunetas.
- ✓ Limpieza de deslizamientos de tierra menores.
- ✓ Despeje de zanjas y zonas laterales.
- ✓ Reparación de la señalización vertical.

- ✓ Limpieza de los elementos derramados en la carretera (Calzada)
- ✓ Repintado de señalización horizontal.

ya que estos son mantenimientos preventivos y rutinarios que se realizan en el transcurso del año la finalidad de este mantenimiento es evitar el inicio del deterioro de la carretera normalmente se realiza antes de la temporada con mayor precipitaciones.

- **Entrega de informes:** Se deben de entregar informes quincenales y mensuales sobre los avances de las actividades.

- **Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.**

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>Objetivo general:</b> Reducir los costos de transporte para agricultores de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.	En el primer año después de la implementación del proyecto, los costos de transporte para los agricultores disminuyeron en un 60%.	Encuestas.	El Consejo de Desarrollo Departamental contribuye económicamente en la construcción del tramo carretero.

<p><b>Objetivo específico:</b> Mejorar el estado del camino entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.</p>	<p>En el primer año después de la implementación del proyecto, el estado del tramo carretero mejora en un 100%.</p>	<p>Reportes del proceso. Fotografía del culminación de proyectos. Actas de inauguración</p>	<p>El Consejo de Desarrollo Departamental contribuye económicamente en la construcción del tramo carretero.</p>
<p><b>Resultado 1:</b> Se cuenta con la unidad ejecutora.</p>			
<p><b>Resultado 2:</b> Se dispone de la propuesta de un proyecto para la construcción de tramo carretero de pavimento rígido.</p>			
<p><b>Resultado 3:</b> Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.</p>			

**Fuente:** Caál Quejem, W.N., noviembre de 2018.

### Anexo 3.

#### Anexo 3.1. Presupuesto

#### ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ

##### Presupuesto

RENGLONES DE TRABAJO						
No.	Descripción de Renglon	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Total	% Según Renglon
<b>R-1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	985.00	Q 4.30	Q 4,235.50	0.25
<b>R-2</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE</b>					
2	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	4433.00	Q 25.25	Q 111,933.25	6.63
<b>R-3</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>					
3	TENDIDO, CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BALASTO	m2	4433.00	Q 18.80	Q 83,340.40	4.94
<b>R-4</b>	<b>DRENAJES</b>					
4	MANTENIMIENTO DE TRANSVERSALES (EXISTENTES)	Especie	5.00	Q 2,277.45	Q 11,387.25	0.67
<b>R-5</b>	<b>PAVIMENTO VEHICULAR</b>					
5	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO CICLOPEO	m2	4433.00	Q 278.10	Q 1,232,817.30	73.00
6	BORDILLO	ml	680.00	Q 161.00	Q 109,480.00	6.48
7	CUNETA	ml	645.00	Q 162.00	Q 104,490.00	6.19
<b>R-6</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>					
8	REFORESTACIÓN (10,000 m2 /1 HECTÁRIA)	Especie	1100.00	Q 24.75	Q 27,225.00	1.61
<b>R-7</b>	<b>ROTULO DEL PROYECTO</b>					
9	ROTULO	Especie	1.00	Q 3,804.30	Q 3,804.30	0.23
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 1,688,713.00</b>	<b>100.00</b>

**ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

**Datos Generales**

1	Longitud:	0+985.00	Km.
2	Ancho de Rodadura	4.50	mts
3	Cunetas Naturales	0.50	mts
4	Bordillo	680.00	ml
5	Distancia de Acarreo	8+00	Km.

**PRESUPUESTO**

Integracion de Costos Unitarios

**R-1**

PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	985.00		
1	Materiales				
1.1	Madera / Estacas	Unidad	120.00	Q 10.00	Q 1,200.00
			<b>Total Materiales</b>		<b>Q 1,200.00</b>
2	Mano de Obra				
2.1	Topografo y 2 Ayudantes	Dia	2.00	Q 600.00	Q 1,200.00
2.2	Equipo de Topografia /Estación Total	Dia	2.00	Q 500.00	Q 1,000.00
			<b>Total Mano de Obra</b>		<b>Q 2,200.00</b>
3	<b>Total Costos Directos</b>				<b>Q 3,400.00</b>
4	<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>				<b>Q 680.00</b>
5	<b>Fletes</b>				<b>Q 155.50</b>
			<b>TOTAL DE RENGLON</b>		<b>Q 4,235.50</b>
			<b>Costo Unidad</b>		<b>Q 4.30</b>

**R-2**

CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
<b>2</b>	<b>CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE</b>	<b>m2</b>	<b>4433.00</b>		
<b>1</b>	<b>Materiales</b>				
1.1	No Aplica				
			<b>Total Materiales</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>				
2.1	Operador Excavadora	Hrs	30.00	Q 25.00	Q 750.00
2.2	Peones / 2 Personas	Día	10.00	Q 150.00	Q 1,500.00
2.3	Operador Motoniveladora	Hrs	30.00	Q 30.00	Q 900.00
2.4	Operador Vibrocompactadora	Hrs	60.00	Q 25.00	Q 1,500.00
			<b>Total Mano de Obra</b>	<b>Q</b>	<b>4,650.00</b>
<b>3</b>	<b>Maquinaria</b>				
3.1	Excavadora	Horas	30.00	Q 400.00	Q 12,000.00
3.2	Motoniveladora	Horas	30.00	Q 600.00	Q 18,000.00
3.3	Vibrocompactadora	Horas	60.00	Q 400.00	Q 24,000.00
3.4	Camion de Volteo	Día	18.00	Q 1,000.00	Q 18,000.00
3.5	Lubricantes	Especie	1.00	Q 2,000.00	Q 2,000.00
3.6	Repuestos	Especie	1.00	Q 3,000.00	Q 3,000.00
3.7	Llantas	Especie	4.00	Q 2,000.00	Q 8,000.00
			<b>Total Maquinaria</b>	<b>Q</b>	<b>85,000.00</b>
<b>4</b>	<b>Total Costos Directos</b>			<b>Q</b>	<b>89,650.00</b>
<b>5</b>	<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>			<b>Q</b>	<b>17,930.00</b>
<b>6</b>	<b>Fletes</b>			<b>Q</b>	<b>4,353.25</b>
	<b>TOTAL DE RENGLON</b>			<b>Q</b>	<b>111,933.25</b>
	<b>Costo Unidad</b>			<b>Q</b>	<b>25.25</b>

R3

REVESTIMIENTO					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
3	TENDIDO, CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BALASTO	m2	4433.00		
1	Materiales				
1.1	Material Selecto	m3	665	Q 25.00	Q 16,625.00
1.2	Cal	Saco	148	Q 18.00	Q 2,664.00
			<b>Total Materiales</b>		<b>Q 19,289.00</b>
2	Mano de Obra				
2.1	Operador de Motoniveladora	Hrs	50.00	Q 30.00	Q 1,500.00
2.2	Operador de Vibrocompactadora	Hrs	56.00	Q 25.00	Q 1,400.00
2.3	Peones / 2 personas	Dia	10.00	Q 150.00	Q 1,500.00
			<b>Total Mano de Obra</b>		<b>Q 4,400.00</b>
3	Maquinaria				
3.1	Motoniveladora	Hrs	50.00	Q 600.00	Q 30,000.00
3.2	Vibrocompactadora	Hrs	56.00	Q 400.00	Q 22,400.00
3.3	Camion Pipa.	Dia	10.00	Q 1,000.00	Q 10,000.00
			<b>Total Maquinaria</b>		<b>Q 62,400.00</b>
4			<b>Total Costos Directos</b>		<b>Q 66,800.00</b>
5			<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>		<b>Q 13,360.00</b>
6			<b>Fletes</b>		<b>Q 3,180.40</b>
			<b>TOTAL DE RENGLON</b>		<b>Q 83,340.40</b>
			<b>Costo Unitario</b>		<b>Q 18.80</b>

**R-4**

DRENAJES						
4	MANTENIMIENTO DE TRANSVERSALES (EXISTENTES)	Especie	5.00			
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total	
<b>1</b>	<b>Materiales</b>					
1.1	Arena de Río	m3	5.00	Q 250.00	Q	1,250.00
1.2	Piedrín de 3/4"	m3	5.00	Q 275.00	Q	1,375.00
1.3	Cernido de Pomez	m3	5.00	Q 290.00	Q	1,450.00
1.4	Cemento UGC	Sacos	5.00	Q 80.00	Q	400.00
1.5	Piedra	m3	5.00	Q 150.00	Q	750.00
1.6	Alambre de Amarre	lbs	15.00	Q 9.00	Q	135.00
1.7	Clavos distintos tamaños	lbs	5.00	Q 9.00	Q	45.00
1.8	Madera Distintos Tamaños	Especie	2.00	Q 500.00	Q	1,000.00
			<b>Total Materiales</b>		<b>Q</b>	<b>6,405.00</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>					
2.1	Albañiles / 1 Personas Q. 100.00 c/u	Dia	6.00	Q 100.00	Q	600.00
2.2	Peones / 2 personas Q. 75.00 c/u	Dia	6.00	Q 150.00	Q	900.00
					<b>Q</b>	<b>1,500.00</b>
<b>3</b>	<b>Herramientas</b>					
3.1	Palas	Especie	2.00	Q 150.00	Q	300.00
3.2	Piochas	Especie	2.00	Q 120.00	Q	240.00
3.3	Carretillas de Mano	Especie	2.00	Q 450.00	Q	900.00
			<b>Total Herramienta</b>		<b>Q</b>	<b>1,440.00</b>
<b>4</b>	<b>Costos Indirectos</b>				<b>Q</b>	<b>9,345.00</b>
<b>5</b>	<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>				<b>Q</b>	<b>1,401.75</b>
<b>6</b>	<b>Fletes</b>				<b>Q</b>	<b>640.50</b>
			<b>TOTAL DE RENGLON</b>		<b>Q</b>	<b>11,387.25</b>
			<b>Costo Unitario</b>		<b>Q</b>	<b>2,277.45</b>



**R-5**

PAVIMENTO VEHICULAR					
5	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO CICLOPEO	m2	4433.00		
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
<b>1</b>	<b>Materiales</b>				
1.1	Arena de Río	m³	439.00	Q 250.00	Q 109,750.00
1.2	Piedrín de 3/4"	m³	320.00	Q 275.00	Q 88,000.00
1.3	Cemento UGC	Sacos	7661.00	Q 80.00	Q 612,880.00
1.4	Sellador Elastomérico para juntas	Libra	3696.00	Q 8.50	Q 31,416.00
1.5	Antisol	Galon	296.00	Q 135.00	Q 39,960.00
1.6	Tubería y accesorios en PVC	Especie	3.00	Q 1,000.00	Q 3,000.00
1.7	Perfil metálico tipo "C" de 2"x6l x20"	Especie	111.00	Q 230.00	Q 25,530.00
1.8	Regla de 2"x4"x8'	Especie	99.00	Q 30.00	Q 2,970.00
1.9	Alambre de Amarre	Especie	100.00	Q 8.00	Q 800.00
<b>Total Materiales</b>					<b>Q 914,306.00</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>				
2.1	Albañiles / 3 Personas Q. 125.00 c/u	Día	27.00	Q 375.00	Q 10,125.00
2.2	Peones / 12 personas Q. 75.00 c/u	Día	27.00	Q 900.00	Q 24,300.00
2.3	Colocación de Formaleta para Pavimento	ml	1478.00	Q 3.00	Q 4,434.00
2.4	Corte de Pavimento	ml	1699.00	Q 5.00	Q 8,495.00
2.5	Colocación de Emulsión para juntas	ml	1699.00	Q 5.00	Q 8,495.00
					<b>Q 55,849.00</b>
<b>3</b>	<b>Maquinaria</b>				
3.1	Mezcladora	Día	23.00	Q 400.00	Q 9,200.00
3.2	Cortadora de Pavimento	Día	12.00	Q 100.00	Q 1,200.00
<b>Total Maquinaria</b>					<b>Q 10,400.00</b>
<b>4</b>	<b>Herramientas</b>				
3.1	Palas	Especie	12.00	Q 150.00	Q 1,800.00
3.2	Piochas	Especie	12.00	Q 120.00	Q 1,440.00
3.3	Carretillas de Mano	Especie	12.00	Q 450.00	Q 5,400.00
<b>Total Herramienta</b>					<b>Q 8,640.00</b>
<b>5</b>	<b>Total Costos Directos</b>				<b>Q 989,195.00</b>
<b>6</b>	<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>				<b>Q 197,839.00</b>
<b>7</b>	<b>Fletes</b>				<b>Q 45,783.30</b>
<b>TOTAL DE RENGLON</b>					<b>Q 1,232,817.30</b>
<b>Costo Unitario</b>					<b>Q 278.10</b>

6	BORDILLO	ml	680.00		
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
<b>1</b>	<b>Materiales</b>				
1.1	Arena de Río	m³	11.00	Q 250.00	Q 2,750.00
1.2	Piedrín de 3/4"	m³	8.00	Q 275.00	Q 2,200.00
1.3	Cemento UGC	Sacos	177.00	Q 80.00	Q 14,160.00
1.4	Tabla de 1"x12"x8'	Especie	12.00	Q 50.00	Q 600.00
1.5	Regla de 2"x4"x8'	Especie	12.00	Q 30.00	Q 360.00
1.6	Bordillo Prefabricado	Especie	1430.00	Q 30.00	Q 42,900.00
1.9	Alambre de Amarre	Libra	70.00	Q 8.00	Q 560.00
			<b>Total Materiales</b>	<b>Q</b>	<b>63,530.00</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>				
2.1	Albañiles / 3 Personas Q. 125.00 c/u	Día	4.00	Q 375.00	Q 1,500.00
2.2	Peones / 6 personas Q. 75.00 c/u	Día	4.00	Q 450.00	Q 1,800.00
2.3	Excavacion para la colocacion de Bordillo	m3	16.00	Q 45.00	Q 720.00
2.4	Preparacion y colocacion de mortero para bordillo	m3	6.00	Q 50.00	Q 300.00
2.5	colocacion de bordillo	ml	680.00	Q 25.00	Q 17,000.00
				<b>Q</b>	<b>21,320.00</b>
<b>3</b>	<b>Maquinaria</b>				
3.1	Mezcladora	Día	5.00	Q 400.00	Q 2,000.00
			<b>Total Maquinaria</b>	<b>Q</b>	<b>2,000.00</b>
<b>4</b>	<b>Herramientas</b>				
3.1	Palas	Especie	2.00	Q 150.00	Q 300.00
3.2	Piochas	Especie	2.00	Q 120.00	Q 240.00
3.3	Carretillas de Mano	Especie	2.00	Q 450.00	Q 900.00
			<b>Total Herramienta</b>	<b>Q</b>	<b>1,440.00</b>
<b>5</b>	<b>Total Costos Directos</b>				<b>Q 88,290.00</b>
<b>6</b>	<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>				<b>Q 17,658.00</b>
<b>7</b>	<b>Fletes</b>				<b>Q 3,532.00</b>
	<b>TOTAL DE RENGLON</b>				<b>Q 109,480.00</b>
	<b>Costo Unitario</b>				<b>Q 161.00</b>

7	CUNETA	ml	645.00			
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.		Sub total
<b>1</b>	<b>Materiales</b>					
1.1	Arena de Río	m³	43.00	Q 250.00	Q	10,750.00
1.2	Piedrín de 3/4"	m³	31.00	Q 275.00	Q	8,525.00
1.3	Cemento UGC	Sacos	429.00	Q 80.00	Q	34,320.00
1.4	Tabla de 1"x12"x8'	Especie	22.00	Q 50.00	Q	1,100.00
1.5	Regla de 2"x4"x8'	Especie	22.00	Q 30.00	Q	660.00
1.9	Alambre de Amarre	Libra	70.00	Q 8.00	Q	560.00
			<b>Total Materiales</b>		<b>Q</b>	<b>55,915.00</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>					
2.1	Albañiles / 3 Personas Q. 125.00 c/u	Día	5.00	Q 375.00	Q	1,875.00
2.2	Peones / 6 personas Q. 75.00 c/u	Día	5.00	Q 450.00	Q	2,250.00
2.3	Excavacion para la colocacion de Cuneta	m3	33.00	Q 45.00	Q	1,485.00
2.4	Preparacion y colocacion de mortero para cuneta	m3	10.00	Q 50.00	Q	500.00
2.5	colocacion de cuneta	ml	645.00	Q 25.00	Q	16,125.00
					<b>Q</b>	<b>22,235.00</b>
<b>3</b>	<b>Maquinaria</b>					
3.1	Mezcladora	Día	11.00	Q 400.00	Q	4,400.00
			<b>Total Maquinaria</b>		<b>Q</b>	<b>4,400.00</b>
<b>4</b>	<b>Herramientas</b>					
3.1	Palas	Especie	3.00	Q 150.00	Q	450.00
3.2	Piochas	Especie	3.00	Q 120.00	Q	360.00
3.3	Carretillas de Mano	Especie	3.00	Q 450.00	Q	1,350.00
			<b>Total Herramienta</b>		<b>Q</b>	<b>2,160.00</b>
<b>5</b>			<b>Total Costos Directos</b>		<b>Q</b>	<b>84,710.00</b>
<b>6</b>			<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>		<b>Q</b>	<b>16,942.00</b>
<b>7</b>			<b>Fletes</b>		<b>Q</b>	<b>2,838.00</b>
			<b>TOTAL DE RENGLON</b>		<b>Q</b>	<b>104,490.00</b>
			<b>Costo Unitario</b>		<b>Q</b>	<b>162.00</b>

**R-6**

MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL					
8	REFORESTACIÓN (10,000 m2 /1 HECTÁRIA)	Especie	1100.00		
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total
<b>1</b>	<b>Materiales/Plantas</b>				
1.1	Plantas de Pinos en Pilon	Especie	1100.00	Q 5.00	Q 5,500.00
1.2	Abono Organico	Sacos	50.00	Q 75.00	Q 3,750.00
			<b>Total Materiales</b>	<b>Q</b>	<b>9,250.00</b>
<b>2</b>	<b>Mano de Obra</b>				
2.1	Siembra de Pinos y Aplicación de Abono	Especie	1100.00	Q 4.00	Q 4,400.00
2.2	Limpia de área de siembra	m2	10000.00	Q 0.50	Q 5,000.00
				<b>Q</b>	<b>9,400.00</b>
<b>3</b>	<b>Herramientas</b>				
3.1	Palas	Especie	5.00	Q 175.00	Q 875.00
3.2	Carretillas de Mano	Especie	3.00	Q 450.00	Q 1,350.00
3.3	Piochas	Especie	3.00	Q 90.00	Q 270.00
3.4	Saca tierra	Especie	5.00	Q 125.00	Q 625.00
			<b>Total Herramienta</b>	<b>Q</b>	<b>3,120.00</b>
<b>4</b>			<b>Total Costos Directos</b>	<b>Q</b>	<b>21,770.00</b>
<b>5</b>			<b>Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)</b>	<b>Q</b>	<b>4,354.00</b>
<b>6</b>			<b>Fletes</b>	<b>Q</b>	<b>1,101.00</b>
			<b>TOTAL DE RENGLON</b>	<b>Q</b>	<b>27,225.00</b>
			<b>Costo Unitario</b>	<b>Q</b>	<b>24.75</b>

**R-7**

ROTULO DEL PROYECTO						
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Sub total	
9	ROTULO	Especie	1.00			
1	MATERIALES					
1.1	COSTANERAS 2*4	Especie	2.00	Q 175.00	Q	350.00
1.2	LAMINA LISA	Especie	2.00	Q 325.00	Q	650.00
1.3	CALCOMANIA	Especie	2.50	Q 150.00	Q	375.00
1.4	BASES DE CONCRETO	Especie	2.00	Q 350.00	Q	700.00
1.5	PINTURA	GL	1.00	Q 140.00	Q	140.00
<b>Total Materiales</b>						<b>Q 2,215.00</b>
2	Mano de Obra (Instalación)	Especie	1.00	Q 900.00	Q	900.00
<b>Total Mano de Obra</b>						<b>Q 900.00</b>
3	Costos Indirectos					Q 3,115.00
4	Costos Indirectos(Gastos de Administración, impuestos, imprevistos)					Q 467.25
5	Fletes					Q 222.05
<b>TOTAL DE RENGLON</b>					<b>Q 3,804.30</b>	
<b>Costo Unidad</b>					<b>Q 3,804.30</b>	

<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>Q 1,688,713.00</b>
-----------------------	-----------------------

ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ

Presupuesto

CRONOGRAMA FÍSICO

No.	Descripción de Renglon	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Total	% Según Renglon	EJECUCION FISICA																			
							MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5															
R-1	PRELIMINARES						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	985.00	Q 4.30	Q 4,235.50	0.25	■																			
R-2	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE																									
2	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	4433.00	Q 25.25	Q 111,933.25	6.63			■	■	■															
R-3	REVESTIMIENTO																									
3	TENDIDO, CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BALASTO	m2	4433.00	Q 18.80	Q 83,340.40	4.94							■	■												
R-4	DRENAJES																									
4	MANTENIMIENTO DE TRANSVERSALES (EXISTENTES)	Especie	5.00	Q 2,277.45	Q 11,387.25	0.67																■				
R-5	PAVIMENTO VEHICULAR																									
5	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO CICLOPEO	m2	4433.00	Q 278.10	Q 1,232,817.30	73.00																				
6	BORDILLO	ml	680.00	Q 161.00	Q 109,480.00	6.48																				
7	CUNETA	ml	645.00	Q 162.00	Q 104,490.00	6.19																				
R-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL																									
8	REFORESTACIÓN (10,000 m2 /1 HECTÁRIA)	Especie	1100.00	Q 24.75	Q 27,225.00	1.61																				
R-7	ROTULO DEL PROYECTO																									
9	ROTULO	Especie	1.00	Q 3,804.30	Q 3,804.30	0.23																				
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 1,688,713.00</b>	<b>100.00</b>	<b>TIEMPO EN SEMANAS</b>																			
							Porcentajes parciales		2.13		9.91		0.67		54.75		32.53									
							Porcentajes Totales		2.13		12.04		12.71		67.47		100.00									

PROYECTO  
MEJORAMIENTO CARRETERA  
ALDEA CHIXAJAU, SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ

PRESUPUESTO  
CRONOGRAMA FINANCIERO

No.	Descripción de Renglon	Unidad	Cantidad	Pre. Unit.	Total	% Según Renglon	EJECUCIÓN FINANCIERA																			
							MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R-1	PRELIMINARES																									
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	985.00	Q 4.30	Q 4,235.50	0.25	Q		4,235.50																	
R-2	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE																									
2	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	m2	4433.00	Q 25.25	Q 111,933.25	6.63	Q		27,983.31	Q			83,949.94													
R-3	REVESTIMIENTO																									
3	TENDIDO, CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BALASTO	m2	4433.00	Q 18.80	Q 83,340.40	4.94				Q			83,340.40													
R-4	DRENAJES																									
4	MANTENIMIENTO DE TRANSVERSALES (EXISTENTES)	Especie	5.00	Q 2,277.45	Q 11,387.25	0.67									Q		11,387.25									
R-6	PAVIMENTO VEHICULAR																									
5	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO CICLOPEO	m2	4433.00	Q 278.10	Q 1,232,817.30	73.00												Q		924,612.98	Q				308,204.33	
6	BORDILLO	ml	680.00	Q 161.00	Q 109,480.00	6.48																	Q			109,480.00
7	CUNETAS	ml	645.00	Q 162.00	Q 104,490.00	6.19																	Q			104,490.00
R-6	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL																									
8	REFORESTACIÓN (10,000 m2 /1 HECTÁRIA)	Especie	1100	25	Q 27,225.00	2																	Q			27,225.00
R-7	ROTULO DEL PROYECTO																									
9	ROTULO	Especie	1.00	Q 3,804.30	Q 3,804.30	0.23	Q		3,804.30																	
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 1,688,713.00</b>	<b>100.00</b>	Q		36,023.11	Q			167,290.34	Q			11,387.25	Q		924,612.98	Q				549,399.33	
							Q		36,023.11	Q			203,313.45	Q			214,700.70	Q		1,139,313.68					1688713	
									2.13				9.91				0.67			54.75					32.53	
									2.13				12.04				12.71			67.47					100.00	
							<b>Porcentajes</b>																			

**Colocar Anexo 4. Otros anexos**

**Anexo 4.1 Memoria de cálculo de área de corte y terraplén.**

ESTACION	SEGMENTOS TERRENO				A1(M2) AREA BAJO SEGMENTO	SA1(M2)	SEGMENTOS RASANTE				A2(M2) AREA BAJO SEGMENTO	SA2(M2)	AREA(M2) SA1- SA2	
	INICIAL		FINAL				INICIAL		FINAL				CORTE	TERRAPLEN
	OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)			OFFSET(M)	ELEV(M)	OFFSET(M)	ELEV(M)				
0+000.00	-2.58	1408.86	-2.35	1408.86	-0.08		-2.58	1408.86	-2.50	1408.94	-0.03			
	-2.35	1408.86	0.00	1409.02	-0.62		-2.50	1408.94	0.00	1409.02	-0.56			
						-0.70						-0.58		-0.12
	0.00	1409.02	2.58	1408.87	-0.67		0.00	1409.02	2.50	1408.94	-0.56			
							2.50	1408.94	2.58	1408.87	-0.02			
						-0.67						-0.58		-0.09
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.00</b>	<b>-0.22</b>	
0+020.00	-2.64	1409.70	-2.06	1409.72	0.13		-2.64	1409.70	-2.50	1409.85	0.04			
	-2.06	1409.72	-1.20	1409.74	0.21		-2.50	1409.85	0.00	1409.77	0.81			
	-1.20	1409.74	0.02	1409.77	0.33		0.00	1409.77	0.02	1409.77	0.01			
						0.68						0.86		-0.18
	0.02	1409.77	1.80	1409.82	0.55		0.02	1409.77	3.00	1409.68	0.72			
	1.80	1409.82	3.68	1409.83	0.64		3.00	1409.68	3.30	1409.43	0.02			
							3.30	1409.43	3.60	1409.68	0.02			
							3.60	1409.68	3.68	1409.83	0.02			
					1.19						0.79	0.41		
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.41</b>	<b>-0.18</b>	
0+040.00	-3.54	1409.94	0.00	1409.98	0.63		-3.54	1409.94	-3.49	1409.84	0.01			
							-3.49	1409.84	-3.19	1409.59	-0.02			
							-3.19	1409.59	-2.89	1409.84	-0.02			



							-2.89	1409.84	0.00	1409.98	0.38		
							0.00	1409.98	0.00	1409.98	0.00		
						<b>0.63</b>						<b>0.35</b>	<b>0.29</b>
	0.00	1409.98	0.41	1409.98	0.08		0.00	1409.98	0.63	1410.01	0.13		
	0.41	1409.98	0.63	1410.01	0.05								
						<b>0.13</b>						<b>0.13</b>	<b>0.00</b>
	0.63	1410.01	1.14	1410.07	0.13		0.63	1410.01	1.47	1410.05	0.21		
	1.14	1410.07	1.47	1410.05	0.09								
						<b>0.23</b>						<b>0.21</b>	<b>0.01</b>
	1.47	1410.05	2.13	1410.01	0.16		1.47	1410.05	2.50	1410.10	0.30		
	2.13	1410.01	2.61	1409.99	0.11		2.50	1410.10	2.61	1409.99	0.03		
						<b>0.27</b>						<b>0.33</b>	<b>-0.06</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.30</b>	<b>-0.06</b>	
0+060.00	-3.11	1409.80	-2.35	1409.80	0.00		-3.11	1409.80	-3.10	1409.79	0.00		
	-2.35	1409.80	2.22	1409.92	0.27		-3.10	1409.79	-2.80	1409.54	-0.04		
	2.22	1409.92	2.40	1409.93	0.02		-2.80	1409.54	-2.50	1409.79	-0.04		
	2.40	1409.93	3.17	1409.93	0.10		-2.50	1409.79	0.00	1409.86	0.06		
							0.00	1409.86	2.50	1409.79	0.06		
							2.50	1409.79	2.80	1409.54	-0.04		
							2.80	1409.54	3.10	1409.79	-0.04		
							3.10	1409.79	3.17	1409.93	0.00		
						<b>0.39</b>						<b>-0.05</b>	<b>0.44</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.44</b>	<b>0.00</b>	
0+080.00	-2.61	1409.87	-2.32	1409.89	-0.02		-2.61	1409.87	-2.50	1409.98	0.00		
	-2.32	1409.89	-1.02	1410.01	0.03		-2.50	1409.98	0.00	1410.06	0.21		
	-1.02	1410.01	0.00	1410.06	0.10								

					0.11						0.21		-0.10
--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	------	--	-------

	0.00	1410.06	2.53	1410.16	0.44		0.00	1410.06	2.50	1409.98	0.21		
	2.53	1410.16	3.19	1410.15	0.15		2.50	1409.98	2.80	1409.73	-0.02		
							2.80	1409.73	3.10	1409.98	-0.02		
							3.10	1409.98	3.19	1410.15	0.01		
						0.58					0.17	0.41	

**TOTAL** AREAS(M2):  
0.41 -0.10

0+100.00	-3.05	1410.24	-2.29	1410.30	0.48		-3.05	1410.24	-2.80	1410.03	0.12		
	-2.29	1410.30	-2.18	1410.32	0.08		-2.80	1410.03	-2.50	1410.28	0.16		
	-2.18	1410.32	-2.13	1410.32	0.04		-2.50	1410.28	0.00	1410.36	1.72		
	-2.13	1410.32	-2.02	1410.33	0.08								
	-2.02	1410.33	0.00	1410.36	1.44								
						2.11					2.00	0.10	
	0.00	1410.36	0.69	1410.37	0.50		0.00	1410.36	0.00	1410.36	0.00		
	0.69	1410.37	1.41	1410.42	0.55		0.00	1410.36	2.50	1410.28	1.72		
	1.41	1410.42	1.99	1410.41	0.46		2.50	1410.28	2.80	1410.03	0.16		
	1.99	1410.41	3.19	1410.46	0.96		2.80	1410.03	3.10	1410.28	0.16		
							3.10	1410.28	3.19	1410.46	0.07		
						2.47					2.10	0.36	

**TOTAL** AREAS(M2):  
0.47 0.00

0+120.00	-2.61	1410.27	-1.90	1410.40	0.60		-2.61	1410.27	-2.50	1410.38	0.09		
							-2.50	1410.38	-1.90	1410.40	0.54		
						0.60					0.63	-0.03	
	-1.90	1410.40	-1.19	1410.52	0.69		-1.90	1410.40	0.00	1410.46	1.79		
	-1.19	1410.52	-1.07	1410.53	0.12								

	-1.07	1410.53	0.00	1410.46	1.08									
						1.89						1.79	0.11	
	0.00	1410.46	1.00	1410.39	0.93		0.00	1410.46	0.00	1410.46	0.00			
	1.00	1410.39	2.68	1410.20	1.36		0.00	1410.46	2.50	1410.38	2.33			
							2.50	1410.38	2.68	1410.20	0.14			
						2.29						2.47	-0.18	
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.11	-0.21
0+140.00	-2.53	1408.82	-2.25	1408.83	-0.03		-2.53	1408.82	-2.50	1408.85	0.00			
	-2.25	1408.83	-0.51	1408.79	-0.19		-2.50	1408.85	0.00	1408.78	-0.27			
	-0.51	1408.79	0.00	1408.78	-0.07									
						-0.29						-0.27	-0.02	
	0.00	1408.78	0.58	1408.76	-0.09		0.00	1408.78	0.00	1408.78	0.00			
	0.58	1408.76	0.65	1408.76	-0.01		0.00	1408.78	0.65	1408.76	-0.10			
						-0.10						-0.10	0.00	
	0.65	1408.76	2.24	1408.60	-0.38		0.65	1408.76	3.00	1408.69	-0.47			
	2.24	1408.60	3.09	1408.59	-0.28		3.00	1408.69	3.09	1408.59	-0.03			
						-0.66						-0.50	-0.16	
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.00	-0.18
0+160.00	-3.17	1406.02	-1.02	1405.97	-0.44		-3.17	1406.02	-3.10	1405.88	-0.02			
	-1.02	1405.97	-0.15	1405.96	-0.21		-3.10	1405.88	-2.80	1405.63	-0.13			
	-0.15	1405.96	0.00	1405.95	-0.04		-2.80	1405.63	-2.50	1405.88	-0.13			
							-2.50	1405.88	0.00	1405.95	-0.71			
						-0.68						-1.00	0.32	
	0.00	1405.95	0.17	1405.94	-0.04		0.00	1405.95	0.31	1405.94	-0.08			
	0.17	1405.94	0.31	1405.94	-0.03									
						-0.08						-0.08	0.00	

0.31	1405.94	1.21	1405.95	-0.23		0.31	1405.94	2.50	1405.88	-0.64			
1.21	1405.95	3.15	1405.98	-0.46		2.50	1405.88	2.80	1405.63	-0.13			
						2.80	1405.63	3.10	1405.88	-0.13			
						3.10	1405.88	3.15	1405.98	-0.01			
						<b>-0.69</b>					<b>-0.92</b>	<b>0.23</b>	

<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.55</b>	<b>0.00</b>	
0+180.00	-3.01	1404.28	-2.01	1404.27	-0.07		-3.01	1404.28	-3.00	1404.29	0.00		
	-2.01	1404.27	-0.09	1404.38	-0.04		-3.00	1404.29	-0.09	1404.38	-0.04		
							<b>-0.11</b>					<b>-0.04</b>	<b>-0.08</b>
	-0.09	1404.38	0.37	1404.41	0.02		-0.09	1404.38	0.00	1404.38	0.00		
	0.37	1404.41	0.52	1404.40	0.01		0.00	1404.38	0.52	1404.40	0.02		
							<b>0.03</b>					<b>0.02</b>	<b>0.00</b>
	0.52	1404.40	2.65	1404.30	0.01		0.52	1404.40	2.50	1404.46	0.16		
							2.50	1404.46	2.65	1404.30	0.00		
						<b>0.01</b>					<b>0.16</b>	<b>-0.16</b>	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.00</b>	<b>-0.23</b>	
0+200.00	-3.14	1404.62	0.02	1404.63	-0.16		-3.14	1404.62	-3.10	1404.55	0.00		
	0.02	1404.63	0.07	1404.62	0.00		-3.10	1404.55	-2.80	1404.30	-0.08		
							-2.80	1404.30	-2.50	1404.55	-0.08		
							-2.50	1404.55	0.00	1404.63	-0.22		
							0.00	1404.63	0.07	1404.62	0.00		
							<b>-0.16</b>					<b>-0.38</b>	<b>0.21</b>
	0.07	1404.62	1.60	1404.56	-0.13		0.07	1404.62	2.19	1404.56	-0.18		
	1.60	1404.56	2.19	1404.56	-0.07								
						<b>-0.20</b>					<b>-0.18</b>	<b>-0.02</b>	

	2.19	1404.56	3.10	1404.56	-0.11		2.19	1404.56	2.50	1404.55	-0.04			
							2.50	1404.55	2.80	1404.30	-0.08			
							2.80	1404.30	3.10	1404.55	-0.08			
							3.10	1404.55	3.10	1404.56	0.00			
						-0.11						-0.19	0.08	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.29</b>	<b>-0.02</b>	
0+220.00	-2.50	1405.73	-2.45	1405.73	-0.02		-2.50	1405.73	-2.50	1405.73	0.00			
	-2.45	1405.73	0.00	1405.80	-0.64		-2.50	1405.73	0.00	1405.80	-0.66			
						-0.66						-0.66	0.00	
	0.00	1405.80	0.49	1405.82	-0.11		0.00	1405.80	0.00	1405.80	0.00			
	0.49	1405.82	0.81	1405.78	-0.07		0.00	1405.80	0.81	1405.78	-0.19			
						-0.18						-0.19	0.01	
	0.81	1405.78	2.19	1405.60	-0.47		0.81	1405.78	2.50	1405.73	-0.47			
	2.19	1405.60	2.59	1405.64	-0.16		2.50	1405.73	2.59	1405.64	-0.03			
						-0.63						-0.50	-0.13	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.01</b>	<b>-0.14</b>	
0+240.00	-3.16	1408.29	0.00	1408.24	-0.38		-3.16	1408.29	-3.10	1408.17	-0.01			
							-3.10	1408.17	-2.80	1407.92	-0.10			
							-2.80	1407.92	-2.50	1408.17	-0.10			
							-2.50	1408.17	0.00	1408.24	-0.45			
						-0.38						-0.66	0.29	
	0.00	1408.24	0.32	1408.24	-0.05		0.00	1408.24	0.00	1408.24	0.00			
	0.32	1408.24	0.37	1408.24	-0.01		0.00	1408.24	2.50	1408.17	-0.45			
	0.37	1408.24	0.43	1408.24	-0.01		2.50	1408.17	2.80	1407.92	-0.10			
	0.43	1408.24	3.22	1408.40	-0.18		2.80	1407.92	3.10	1408.17	-0.10			
							3.10	1408.17	3.22	1408.40	-0.01			

						-0.24							-0.67	0.42	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>														<b>0.71</b>	<b>0.00</b>
0+260.00	-3.13	1411.52	-1.76	1411.51	-0.52		-3.13	1411.52	-3.10	1411.46	-0.01				
	-1.76	1411.51	0.00	1411.54	-0.66		-3.10	1411.46	-2.80	1411.21	-0.17				
							-2.80	1411.21	-2.50	1411.46	-0.17				
							-2.50	1411.46	0.00	1411.54	-0.98				
						-1.18						-1.33	0.15		
	0.00	1411.54	0.06	1411.54	-0.02		0.00	1411.54	0.00	1411.54	0.00				
	0.06	1411.54	2.06	1411.50	-0.74		0.00	1411.54	2.50	1411.46	-0.98				
	2.06	1411.50	3.15	1411.57	-0.39		2.50	1411.46	2.80	1411.21	-0.17				
							2.80	1411.21	3.10	1411.46	-0.17				
							3.10	1411.46	3.15	1411.57	-0.02				
						-1.16						-1.34	0.18		
<b>TOTAL</b>														<b>0.33</b>	<b>0.00</b>
0+280.00	-3.26	1414.77	-0.97	1414.62	-1.22		-3.26	1414.77	-3.10	1414.45	-0.10				
	-0.97	1414.62	0.00	1414.52	-0.64		-3.10	1414.45	-2.80	1414.20	-0.27				
							-2.80	1414.20	-2.50	1414.45	-0.27				
							-2.50	1414.45	0.00	1414.52	-1.86				
						-1.86						-2.51	0.64		
	0.00	1414.52	0.43	1414.48	-0.31		0.00	1414.52	0.97	1414.49	-0.70				
	0.43	1414.48	0.97	1414.49	-0.40										
						-0.71						-0.70		-0.01	
	0.97	1414.49	2.00	1414.52	-0.75		0.97	1414.49	2.50	1414.45	-1.16				
	2.00	1414.52	3.14	1414.52	-0.81		2.50	1414.45	2.80	1414.20	-0.27				
							2.80	1414.20	3.10	1414.45	-0.27				

							3.10	1414.45	3.14	1414.52	-0.03			
							-1.55						-1.73	0.18
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.82	-0.01
0+300.00	-3.66	1417.31	-2.30	1417.22	-0.61		-3.66	1417.31	-3.60	1417.20	-0.03			
							-3.60	1417.20	-3.30	1416.95	-0.19			
							-3.30	1416.95	-3.00	1417.20	-0.19			
							-3.00	1417.20	-2.30	1417.22	-0.35			
							-0.61						-0.76	0.16
	-2.30	1417.22	-1.60	1417.17	-0.36		-2.30	1417.22	-0.79	1417.27	-0.71			
	-1.60	1417.17	-0.79	1417.27	-0.40									
							-0.76						-0.71	-0.05
	-0.79	1417.27	-0.47	1417.30	-0.14		-0.79	1417.27	0.00	1417.29	-0.34			
	-0.47	1417.30	0.00	1417.29	-0.19									
							-0.33						-0.34	0.01
	0.00	1417.29	0.25	1417.28	-0.11		0.00	1417.29	0.00	1417.29	0.00			
	0.25	1417.28	1.18	1417.33	-0.38		0.00	1417.29	1.18	1417.33	-0.48			
							-0.49						-0.48	-0.01
	1.18	1417.33	1.53	1417.34	-0.13		1.18	1417.33	1.69	1417.34	-0.19			
	1.53	1417.34	1.69	1417.34	-0.06									
							-0.19						-0.19	0.00
	1.69	1417.34	2.53	1417.34	-0.32		1.69	1417.34	2.50	1417.36	-0.29			
							2.50	1417.36	2.53	1417.34	-0.01			
							-0.32						-0.30	-0.01
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.17	-0.07
0+320.00	-3.15	1420.15	-2.00	1420.22	-0.17		-3.15	1420.15	-3.10	1420.05	-0.01			
	-2.00	1420.22	-1.30	1420.09	-0.13		-3.10	1420.05	-2.80	1419.80	-0.12			

							-2.80	1419.80	-2.50	1420.05	-0.12		
							-2.50	1420.05	-1.30	1420.09	-0.32		
							-0.30					-0.58	0.28
	-1.30	1420.09	-1.17	1420.06	-0.03		-1.30	1420.09	0.00	1420.12	-0.30		
	-1.17	1420.06	0.00	1420.12	-0.28								
							-0.32					-0.30	-0.02
	0.00	1420.12	0.20	1420.13	-0.04		0.00	1420.12	2.50	1420.05	-0.62		
	0.20	1420.13	1.27	1420.25	-0.15		2.50	1420.05	2.80	1419.80	-0.12		
	1.27	1420.25	3.21	1420.27	-0.15		2.80	1419.80	3.10	1420.05	-0.12		
							3.10	1420.05	3.21	1420.27	-0.02		
							-0.34					-0.88	0.54
<b>TOTAL</b>												<b>AREAS(M2):</b>	
												0.82	-0.02
0+340.00	-2.60	1421.16	-1.94	1421.24	0.03		-2.60	1421.16	-2.50	1421.25	0.01		
	-1.94	1421.24	0.00	1421.33	0.27		-2.50	1421.25	0.00	1421.33	0.36		
							0.30					0.37	-0.07
	0.00	1421.33	0.99	1421.37	0.20		0.00	1421.33	2.29	1421.26	0.34		
	0.99	1421.37	2.29	1421.26	0.22								
							0.43					0.34	0.09
	2.29	1421.26	2.51	1421.24	0.02		2.29	1421.26	2.50	1421.25	0.02		
							2.50	1421.25	2.51	1421.24	0.00		
							0.02					0.02	0.00
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												0.09	-0.07
0+360.00	-3.31	1420.13	-0.91	1419.87	0.20		-3.31	1420.13	-3.10	1419.72	0.00		
	-0.91	1419.87	0.00	1419.79	-0.08		-3.10	1419.72	-2.80	1419.47	-0.10		
							-2.80	1419.47	-2.50	1419.72	-0.10		



							-2.50	1419.72	0.00	1419.79	-0.41			
						<b>0.12</b>							<b>-0.61</b>	<b>0.73</b>
	0.00	1419.79	0.38	1419.76	-0.05		0.00	1419.79	2.50	1419.72	-0.41			
	0.38	1419.76	2.67	1419.54	-0.62		2.50	1419.72	2.67	1419.54	-0.05			
						<b>-0.67</b>							<b>-0.46</b>	<b>-0.21</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>													<b>0.73</b>	<b>-0.21</b>
<b>0+380.00</b>	<b>-3.13</b>	<b>1417.14</b>	<b>-2.84</b>	<b>1417.12</b>	<b>-0.07</b>		<b>-3.13</b>	<b>1417.14</b>	<b>-3.10</b>	<b>1417.08</b>	<b>-0.01</b>			
	<b>-2.84</b>	<b>1417.12</b>	<b>-2.29</b>	<b>1417.09</b>	<b>-0.14</b>		<b>-3.10</b>	<b>1417.08</b>	<b>-2.80</b>	<b>1416.83</b>	<b>-0.12</b>			
	<b>-2.29</b>	<b>1417.09</b>	<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>-0.55</b>		<b>-2.80</b>	<b>1416.83</b>	<b>-2.50</b>	<b>1417.08</b>	<b>-0.12</b>			
							<b>-2.50</b>	<b>1417.08</b>	<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>-0.63</b>			
						<b>-0.76</b>							<b>-0.88</b>	<b>0.12</b>
	<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>0.49</b>	<b>1417.16</b>	<b>-0.10</b>		<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>0.00</b>			
	<b>0.49</b>	<b>1417.16</b>	<b>0.80</b>	<b>1417.13</b>	<b>-0.07</b>		<b>0.00</b>	<b>1417.15</b>	<b>0.80</b>	<b>1417.13</b>	<b>-0.18</b>			
						<b>-0.17</b>							<b>-0.18</b>	<b>0.01</b>
	<b>0.80</b>	<b>1417.13</b>	<b>2.67</b>	<b>1416.90</b>	<b>-0.65</b>		<b>0.80</b>	<b>1417.13</b>	<b>2.50</b>	<b>1417.08</b>	<b>-0.45</b>			
							<b>2.50</b>	<b>1417.08</b>	<b>2.67</b>	<b>1416.90</b>	<b>-0.06</b>			
						<b>-0.65</b>							<b>-0.51</b>	<b>-0.14</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>													<b>0.13</b>	<b>-0.14</b>
<b>0+400.00</b>	<b>-3.12</b>	<b>1415.92</b>	<b>-2.99</b>	<b>1415.91</b>	<b>-0.01</b>		<b>-3.12</b>	<b>1415.92</b>	<b>-3.10</b>	<b>1415.88</b>	<b>0.00</b>			
	<b>-2.99</b>	<b>1415.91</b>	<b>0.08</b>	<b>1415.80</b>	<b>-0.34</b>		<b>-3.10</b>	<b>1415.88</b>	<b>-2.80</b>	<b>1415.63</b>	<b>-0.06</b>			
							<b>-2.80</b>	<b>1415.63</b>	<b>-2.50</b>	<b>1415.88</b>	<b>-0.06</b>			
							<b>-2.50</b>	<b>1415.88</b>	<b>0.00</b>	<b>1415.80</b>	<b>-0.32</b>			
							<b>0.00</b>	<b>1415.80</b>	<b>0.08</b>	<b>1415.80</b>	<b>-0.01</b>			
						<b>-0.35</b>							<b>-0.47</b>	<b>0.12</b>
	<b>0.08</b>	<b>1415.80</b>	<b>3.02</b>	<b>1415.69</b>	<b>-0.66</b>		<b>0.08</b>	<b>1415.80</b>	<b>3.00</b>	<b>1415.71</b>	<b>-0.62</b>			
							<b>3.00</b>	<b>1415.71</b>	<b>3.02</b>	<b>1415.69</b>	<b>-0.01</b>			

						-0.66						-0.63			-0.03
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>													<b>0.12</b>	<b>-0.03</b>	
0+420.00	-2.60	1415.70	-2.26	1415.69	-0.14		-2.60	1415.70	-2.50	1415.80	-0.04				
	-2.26	1415.69	-0.14	1415.87	-0.67		-2.50	1415.80	-0.14	1415.87	-0.62				
							-0.81						-0.66		-0.15
	-0.14	1415.87	-0.04	1415.88	-0.02		-0.14	1415.87	0.00	1415.87	-0.03				
	-0.04	1415.88	0.00	1415.87	-0.01										
							-0.03						-0.03		0.00
	0.00	1415.87	2.36	1415.59	-0.86		0.00	1415.87	0.00	1415.87	0.00				
	2.36	1415.59	2.72	1415.57	-0.19		0.00	1415.87	2.50	1415.80	-0.66				
								2.50	1415.80	2.72	1415.57	-0.09			
						-1.05						-0.75		-0.30	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>													<b>0.00</b>	<b>-0.44</b>	
0+440.00	-2.55	1416.60	-0.60	1416.55	-0.41		-2.55	1416.60	-2.50	1416.65	-0.01				
	-0.60	1416.55	-0.40	1416.56	-0.05		-2.50	1416.65	-0.40	1416.56	-0.38				
							-0.46						-0.39		-0.07
	-0.40	1416.56	-0.21	1416.58	-0.04		-0.40	1416.56	0.00	1416.55	-0.09				
	-0.21	1416.58	0.06	1416.55	-0.06		0.00	1416.55	0.06	1416.55	-0.02				
							-0.10						-0.11		0.01
	0.06	1416.55	0.24	1416.52	-0.04		0.06	1416.55	0.43	1416.53	-0.09				
	0.24	1416.52	0.43	1416.53	-0.05										
							-0.09						-0.09		0.00
	0.43	1416.53	3.71	1416.65	-0.64		0.43	1416.53	3.00	1416.43	-0.79				
								3.00	1416.43	3.30	1416.18	-0.14			
								3.30	1416.18	3.60	1416.43	-0.14			

							3.60	1416.43	3.71	1416.65	-0.03			
							-0.64						-1.11	0.47
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.47	-0.08
0+460.00	-2.58	1418.09	-1.75	1418.12	-0.04		-2.58	1418.09	-2.50	1418.16	0.00			
							-2.50	1418.16	-1.75	1418.12	-0.01			
							-0.04						-0.01	-0.03
	-1.75	1418.12	-1.62	1418.13	0.00		-1.75	1418.12	0.00	1418.04	-0.13			
	-1.62	1418.13	0.00	1418.04	-0.11									
							-0.11						-0.13	0.01
	0.00	1418.04	0.24	1418.02	-0.03		0.00	1418.04	0.00	1418.04	0.00			
	0.24	1418.02	0.25	1418.03	0.00		0.00	1418.04	0.25	1418.03	-0.03			
							-0.03						-0.03	0.00
	0.25	1418.03	0.72	1418.08	-0.05		0.25	1418.03	2.75	1417.90	-0.47			
	0.72	1418.08	2.07	1418.09	-0.09		2.75	1417.90	3.05	1417.65	-0.11			
	2.07	1418.09	3.45	1418.12	-0.07		3.05	1417.65	3.35	1417.90	-0.11			
							3.35	1417.90	3.45	1418.12	-0.02			
							-0.21						-0.71	0.51
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.52	-0.03
0+480.00	-3.22	1420.19	0.00	1420.01	1.00		-3.22	1420.19	-3.10	1419.94	0.03			
							-3.10	1419.94	-2.80	1419.69	0.01			
							-2.80	1419.69	-2.50	1419.94	0.01			
							-2.50	1419.94	0.00	1420.01	0.46			
							1.00						0.51	0.49
	0.00	1420.01	0.34	1419.99	0.07		0.00	1420.01	0.85	1419.99	0.18			
	0.34	1419.99	0.85	1419.99	0.10									
							0.18						0.18	0.00

	0.85	1419.99	3.11	1419.95	0.41		0.85	1419.99	2.50	1419.94	0.29			
							2.50	1419.94	2.80	1419.69	0.01			
							2.80	1419.69	3.10	1419.94	0.01			
							3.10	1419.94	3.11	1419.95	0.00			
						0.41						0.30	0.11	
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.60	0.00
0+500.00	-2.59	1420.50	-2.20	1420.50	0.23		-2.59	1420.50	-2.50	1420.58	0.06			
	-2.20	1420.50	0.00	1420.66	1.50		-2.50	1420.58	0.00	1420.66	1.81			
						1.73						1.87	-0.14	
	0.00	1420.66	0.00	1420.66	0.00		0.00	1420.66	0.00	1420.66	0.00			
	0.00	1420.66	1.83	1420.55	1.29		0.00	1420.66	2.50	1420.58	1.81			
	1.83	1420.55	2.59	1420.49	0.48		2.50	1420.58	2.59	1420.49	0.06			
						1.77						1.87	-0.10	
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.00	-0.24
0+520.00	-3.11	1420.03	-1.15	1420.06	0.20		-3.11	1420.03	-3.10	1420.01	0.00			
							-3.10	1420.01	-2.80	1419.76	-0.02			
							-2.80	1419.76	-2.50	1420.01	-0.02			
							-2.50	1420.01	-1.15	1420.06	0.12			
						0.20						0.09	0.10	
	-1.15	1420.06	-0.42	1420.06	0.09		-1.15	1420.06	-0.21	1420.08	0.12			
	-0.42	1420.06	-0.21	1420.08	0.03									
						0.11						0.12	-0.01	
	-0.21	1420.08	-0.10	1420.09	0.02		-0.21	1420.08	0.00	1420.09	0.03			
	-0.10	1420.09	0.00	1420.09	0.01									
						0.03						0.03	0.00	

	0.00	1420.09	0.35	1420.07	0.05		0.00	1420.09	2.50	1420.01	0.27			
	0.35	1420.07	2.54	1419.97	0.18		2.50	1420.01	2.54	1419.97	0.00			
						0.22						0.28		-0.05
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.10	-0.06
0+540.00	-3.40	1419.33	-3.06	1419.33	0.01		-3.40	1419.33	-3.10	1418.73	-0.08			
	-3.06	1419.33	-1.90	1418.74	-0.30		-3.10	1418.73	-2.80	1418.48	-0.21			
							-2.80	1418.48	-2.50	1418.73	-0.21			
							-2.50	1418.73	-1.90	1418.74	-0.34			
						-0.29						-0.84	0.54	
	-1.90	1418.74	-1.86	1418.72	-0.02		-1.90	1418.74	0.00	1418.80	-1.00			
	-1.86	1418.72	0.00	1418.80	-0.99		0.00	1418.80	2.50	1418.73	-1.33			
	0.00	1418.80	1.86	1418.65	-1.06		2.50	1418.73	2.56	1418.66	-0.04			
	1.86	1418.65	2.56	1418.66	-0.45									
						-2.53						-2.37		-0.16
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.54	-0.16
0+560.00	-3.18	1417.04	-2.96	1417.03	0.02		-3.18	1417.04	-3.10	1416.88	0.00			
	-2.96	1417.03	-0.94	1417.02	0.20		-3.10	1416.88	-2.80	1416.63	-0.05			
	-0.94	1417.02	0.00	1416.96	0.06		-2.80	1416.63	-2.50	1416.88	-0.05			
							-2.50	1416.88	0.00	1416.96	-0.02			
						0.29						-0.11	0.40	
	0.00	1416.96	0.44	1416.93	0.01		0.00	1416.96	0.00	1416.96	0.00			
	0.44	1416.93	0.77	1416.93	0.00		0.00	1416.96	0.77	1416.93	0.02			
						0.01						0.02		-0.01
	0.77	1416.93	3.15	1416.97	0.07		0.77	1416.93	2.50	1416.88	-0.03			
							2.50	1416.88	2.80	1416.63	-0.05			
							2.80	1416.63	3.10	1416.88	-0.05			

						3.10	1416.88	3.15	1416.97	0.00				
						0.07							-0.13	0.20
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.60	-0.01
0+580.00	-3.17	1414.38	-2.82	1414.37	0.00		-3.17	1414.38	-3.10	1414.24	0.00			
	-2.82	1414.37	-1.74	1414.43	0.03		-3.10	1414.24	-2.80	1413.99	-0.08			
	-1.74	1414.43	-0.80	1414.34	0.02		-2.80	1413.99	-2.50	1414.24	-0.08			
	-0.80	1414.34	0.00	1414.31	-0.03		-2.50	1414.24	0.00	1414.31	-0.22			
						0.02							-0.38	0.40
	0.00	1414.31	1.72	1414.26	-0.13		0.00	1414.31	0.00	1414.31	0.00			
	1.72	1414.26	3.08	1414.22	-0.17		0.00	1414.31	2.50	1414.24	-0.22			
							2.50	1414.24	2.80	1413.99	-0.08			
							2.80	1413.99	3.08	1414.22	-0.07			
						-0.30							-0.37	0.07
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
													0.47	0.00
0+600.00	-3.17	1411.56	-0.53	1411.47	-0.73		-3.17	1411.56	-3.10	1411.41	-0.02			
							-3.10	1411.41	-2.80	1411.16	-0.15			
							-2.80	1411.16	-2.50	1411.41	-0.15			
							-2.50	1411.41	-0.53	1411.47	-0.69			
						-0.73							-1.01	0.29
	-0.53	1411.47	-0.42	1411.46	-0.04		-0.53	1411.47	0.00	1411.48	-0.17			
	-0.42	1411.46	0.00	1411.48	-0.13									
						-0.17							-0.17	0.00
	0.00	1411.48	0.37	1411.44	-0.12		0.00	1411.48	0.79	1411.46	-0.25			
	0.37	1411.44	0.79	1411.46	-0.14									
						-0.26							-0.25	-0.01

	0.79	1411.46	3.17	1411.54	-0.68		0.79	1411.46	2.50	1411.41	-0.60		
							2.50	1411.41	2.80	1411.16	-0.15		
							2.80	1411.16	3.10	1411.41	-0.15		
							3.10	1411.41	3.17	1411.54	-0.02		
						-0.68					-0.93	0.25	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.53</b>	<b>-0.01</b>
0+620.00	-2.57	1408.88	-1.82	1408.86	-0.12		-2.57	1408.88	-2.50	1408.95	-0.01		
	-1.82	1408.86	0.00	1409.02	-0.16		-2.50	1408.95	0.00	1409.02	-0.11		
						-0.28					-0.12	-0.16	
	0.00	1409.02	0.00	1409.02	0.00		0.00	1409.02	0.00	1409.02	0.00		
	0.00	1409.02	2.26	1408.71	-0.37		0.00	1409.02	2.50	1408.95	-0.11		
	2.26	1408.71	2.72	1408.73	-0.14		2.50	1408.95	2.72	1408.73	-0.04		
						-0.52					-0.15	-0.36	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.00</b>	<b>-0.53</b>
0+640.00	-3.13	1407.48	-2.76	1407.42	-0.03		-3.13	1407.48	-3.10	1407.43	0.00		
	-2.76	1407.42	-0.27	1407.50	-0.17		-3.10	1407.43	-2.80	1407.18	-0.07		
	-0.27	1407.50	3.15	1407.52	-0.07		-2.80	1407.18	-2.50	1407.43	-0.07		
							-2.50	1407.43	0.00	1407.50	-0.17		
							0.00	1407.50	2.50	1407.43	-0.17		
							2.50	1407.43	2.80	1407.18	-0.07		
							2.80	1407.18	3.10	1407.43	-0.07		
							3.10	1407.43	3.15	1407.52	0.00		
						-0.27					-0.61	0.34	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.34</b>	<b>0.00</b>
0+660.00	-2.63	1407.13	0.01	1407.18	-2.15		-2.63	1407.13	-2.50	1407.26	-0.10		
							-2.50	1407.26	0.00	1407.18	-1.89		

						0.00	1407.18	0.01	1407.18	-0.01			
						<b>-2.15</b>					<b>-1.99</b>		<b>-0.16</b>
	0.01	1407.18	0.81	1407.20	-0.63		0.01	1407.18	3.00	1407.09	-2.51		
	0.81	1407.20	1.95	1407.28	-0.83		3.00	1407.09	3.30	1406.84	-0.30		
	1.95	1407.28	3.71	1407.31	-1.20		3.30	1406.84	3.60	1407.09	-0.30		
							3.60	1407.09	3.71	1407.31	-0.08		
						<b>-2.66</b>					<b>-3.20</b>	<b>0.53</b>	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.53</b>	<b>-0.16</b>	
0+680.00	-3.13	1409.06	-2.39	1409.08	0.07		-3.13	1409.06	-3.10	1409.00	0.00		
	-2.39	1409.08	-0.13	1409.08	0.23		-3.10	1409.00	-2.80	1408.75	-0.03		
	-0.13	1409.08	0.00	1409.08	0.01		-2.80	1408.75	-2.50	1409.00	-0.03		
							-2.50	1409.00	0.00	1409.08	0.16		
						<b>0.31</b>					<b>0.11</b>	<b>0.21</b>	
	0.00	1409.08	3.12	1409.04	0.26		0.00	1409.08	2.50	1409.00	0.16		
							2.50	1409.00	2.80	1408.75	-0.03		
							2.80	1408.75	3.10	1409.00	-0.03		
							3.10	1409.00	3.12	1409.04	0.00		
						<b>0.26</b>					<b>0.11</b>	<b>0.16</b>	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.36</b>	<b>0.00</b>	
0+700.00	-2.60	1410.89	-2.49	1410.89	0.00		-2.60	1410.89	-2.50	1410.99	0.00		
	-2.49	1410.89	-1.65	1411.02	0.05		-2.50	1410.99	-1.65	1411.02	0.09		
						<b>0.05</b>					<b>0.09</b>		<b>-0.05</b>
	-1.65	1411.02	-1.61	1411.02	0.01		-1.65	1411.02	-1.09	1411.03	0.07		
	-1.61	1411.02	-1.09	1411.03	0.07								
						<b>0.07</b>					<b>0.07</b>	<b>0.00</b>	
	-1.09	1411.03	-0.12	1411.05	0.14		-1.09	1411.03	0.00	1411.07	0.16		



-0.12	1411.05	0.00	1411.07	0.02										
					0.16						0.16			-0.01
0.00	1411.07	1.39	1411.22	0.34		0.00	1411.07	2.50	1410.99	0.33				

1.39	1411.22	3.20	1411.20	0.56		2.50	1410.99	2.80	1410.74	-0.01				
						2.80	1410.74	3.10	1410.99	-0.01				
						3.10	1410.99	3.20	1411.20	0.02				
					0.89						0.33	0.57		

<b>TOTAL</b>												<b>AREAS(M2):</b>	
												0.57	-0.05

0+720.00	-3.07	1410.99	-0.78	1411.11	1.78		-3.07	1410.99	-2.80	1410.77	0.16			
	-0.78	1411.11	0.00	1411.09	0.64		-2.80	1410.77	-2.50	1411.02	0.19			
							-2.50	1411.02	0.00	1411.09	1.95			
						2.42						2.30	0.12	
	0.00	1411.09	2.92	1411.03	2.29		0.00	1411.09	0.00	1411.09	0.00			
	2.92	1411.03	3.09	1411.01	0.12		0.00	1411.09	2.50	1411.02	1.95			
							2.50	1411.02	2.80	1410.77	0.19			
							2.80	1410.77	3.09	1411.01	0.17			
					2.42						2.31	0.11		

<b>TOTAL</b>												<b>AREAS(M2):</b>	
												0.23	0.00

0+740.00	-2.70	1408.33	-1.90	1408.41	-0.05		-2.70	1408.33	-2.50	1408.53	0.00			
	-1.90	1408.41	-0.14	1408.46	0.01		-2.50	1408.53	-0.14	1408.46	0.15			
							-0.04					0.15		-0.19
	-0.14	1408.46	-0.04	1408.46	0.00		-0.14	1408.46	0.00	1408.45	0.00			
	-0.04	1408.46	0.07	1408.45	0.00		0.00	1408.45	0.07	1408.45	0.00			
						0.01						0.01	0.00	
0.07	1408.45	1.74	1408.31	-0.08		0.07	1408.45	3.00	1408.36	-0.06				

	1.74	1408.31	3.28	1408.08	-0.35		3.00	1408.36	3.28	1408.08	-0.06			
						-0.43						-0.12		-0.31
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
												0.00		-0.51
0+760.00	-3.32	1406.20	-0.59	1405.65	-2.79		-3.32	1406.20	-3.10	1405.75	-0.22			
							-3.10	1405.75	-2.80	1405.50	-0.40			
							-2.80	1405.50	-2.50	1405.75	-0.40			
							-2.50	1405.75	-0.59	1405.65	-2.38			
						-2.79						-3.39	0.60	
	-0.59	1405.65	-0.36	1405.60	-0.30		-0.59	1405.65	0.00	1405.62	-0.77			
	-0.36	1405.60	0.00	1405.62	-0.48									
						-0.78						-0.77		-0.01
	0.00	1405.62	0.00	1405.62	0.00		0.00	1405.62	0.00	1405.62	0.00			
	0.00	1405.62	0.02	1405.62	-0.02		0.00	1405.62	0.02	1405.62	-0.02			
						-0.03						-0.03	0.00	
	0.02	1405.62	0.36	1405.59	-0.45		0.02	1405.62	0.48	1405.59	-0.62			
	0.36	1405.59	0.48	1405.59	-0.17									
						-0.63						-0.62		0.00
	0.48	1405.59	3.41	1405.58	-3.97		0.48	1405.59	2.76	1405.48	-3.21			
							2.76	1405.48	3.06	1405.23	-0.48			
							3.06	1405.23	3.36	1405.48	-0.48			
							3.36	1405.48	3.41	1405.58	-0.07			
						-3.97						-4.24	0.27	
<b>TOTAL</b>													<b>AREAS(M2):</b>	
												0.86		-0.01
0+780.00	-3.12	1404.89	-2.60	1404.88	-0.05		-3.12	1404.89	-3.10	1404.85	0.00			
	-2.60	1404.88	-0.22	1404.74	-0.42		-3.10	1404.85	-2.80	1404.60	-0.08			
	-0.22	1404.74	0.39	1404.67	-0.17		-2.80	1404.60	-2.50	1404.85	-0.08			

						-2.50	1404.85	0.00	1404.70	-0.54			
						0.00	1404.70	0.39	1404.67	-0.12			
						<b>-0.65</b>					<b>-0.82</b>	<b>0.17</b>	
0.39	1404.67	1.30	1404.58	-0.33		0.39	1404.67	2.09	1404.57	-0.62			
1.30	1404.58	2.09	1404.57	-0.33									
						<b>-0.66</b>					<b>-0.62</b>		<b>-0.03</b>
2.09	1404.57	3.62	1404.56	-0.64		2.09	1404.57	3.00	1404.52	-0.40			

						3.00	1404.52	3.30	1404.27	-0.18			
						3.30	1404.27	3.60	1404.52	-0.18			
						3.60	1404.52	3.62	1404.56	-0.01			
						<b>-0.64</b>					<b>-0.77</b>	<b>0.12</b>	

**TOTAL AREAS(M2):** **0.29** **-0.03**

0+800.00	-3.19	1405.75	-0.69	1405.69	-0.50		-3.19	1405.75	-3.10	1405.57	-0.02		
	-0.69	1405.69	-0.32	1405.67	-0.09		-3.10	1405.57	-2.80	1405.32	-0.14		
	-0.32	1405.67	0.00	1405.65	-0.09		-2.80	1405.32	-2.50	1405.57	-0.14		
							-2.50	1405.57	0.00	1405.65	-0.78		
						<b>-0.67</b>					<b>-1.09</b>	<b>0.42</b>	
	0.00	1405.65	0.00	1405.65	0.00		0.00	1405.65	0.00	1405.65	0.00		
	0.00	1405.65	0.21	1405.62	-0.06		0.00	1405.65	0.91	1405.62	-0.26		
	0.21	1405.62	0.91	1405.62	-0.21								
						<b>-0.27</b>					<b>-0.26</b>		<b>-0.01</b>
	0.91	1405.62	2.79	1405.61	-0.57		0.91	1405.62	2.50	1405.57	-0.52		
	2.79	1405.61	3.12	1405.61	-0.10		2.50	1405.57	2.80	1405.32	-0.14		
							2.80	1405.32	3.10	1405.57	-0.14		
							3.10	1405.57	3.12	1405.61	-0.01		

						-0.68							-0.81	0.13	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>														<b>0.55</b>	<b>-0.01</b>
0+820.00	-3.58	1406.68	-1.52	1406.84	-0.10		-3.58	1406.68	-3.51	1406.53	-0.01				
	-1.52	1406.84	-0.08	1406.76	-0.01		-3.51	1406.53	-3.21	1406.28	-0.12				
							-3.21	1406.28	-2.91	1406.53	-0.12				
							-2.91	1406.53	-0.08	1406.76	-0.44				
						-0.11						-0.70	0.59		
	-0.08	1406.76	0.11	1406.75	-0.01		-0.08	1406.76	0.00	1406.77	0.00				
	0.11	1406.75	2.79	1406.68	-0.23		0.00	1406.77	2.50	1406.97	0.16				
							2.50	1406.97	2.79	1406.68	0.01				
					-0.24						0.17		-0.41		
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>														<b>0.59</b>	<b>-0.41</b>
0+840.00	-3.43	1407.77	0.01	1407.91	1.28		-3.43	1407.77	-3.42	1407.76	0.00				
	0.01	1407.91	0.49	1407.94	0.22		-3.42	1407.76	-3.12	1407.51	0.05				
							-3.12	1407.51	-2.82	1407.76	0.05				
							-2.82	1407.76	0.00	1407.91	1.04				
							0.00	1407.91	0.49	1407.94	0.22				
						1.50						1.36	0.13		
	0.49	1407.94	1.92	1408.00	0.71		0.49	1407.94	2.50	1408.04	1.04				
	1.92	1408.00	2.52	1408.02	0.32		2.50	1408.04	2.52	1408.02	0.01				
					1.04						1.05		-0.01		
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>														<b>0.13</b>	<b>-0.01</b>
0+860.00	-2.51	1408.54	-2.44	1408.55	0.02		-2.51	1408.54	-2.50	1408.55	0.00				
	-2.44	1408.55	-2.34	1408.55	0.02		-2.50	1408.55	-2.34	1408.55	0.04				
						0.04						0.04		0.00	
	-2.34	1408.55	-1.94	1408.58	0.10		-2.34	1408.55	0.00	1408.62	0.65				

	-1.94	1408.58	0.00	1408.62	0.56								
						<b>0.67</b>						<b>0.65</b>	<b>0.02</b>
	0.00	1408.62	0.33	1408.63	0.10		0.00	1408.62	0.00	1408.62	0.00		
	0.33	1408.63	0.90	1408.66	0.19		0.00	1408.62	2.50	1408.55	0.69		
	0.90	1408.66	1.65	1408.68	0.27		2.50	1408.55	2.80	1408.30	0.03		
	1.65	1408.68	2.74	1408.61	0.36		2.80	1408.30	3.10	1408.55	0.03		
	2.74	1408.61	3.12	1408.59	0.11		3.10	1408.55	3.12	1408.59	0.01		
						<b>1.04</b>						<b>0.76</b>	<b>0.28</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.30</b>	<b>0.00</b>
0+880.00	-3.48	1408.91	-3.06	1408.92	0.03		-3.48	1408.91	-3.10	1408.15	-0.12		
	-3.06	1408.92	0.00	1408.15	-0.92		-3.10	1408.15	-2.80	1407.90	-0.24		
							-2.80	1407.90	-2.50	1408.15	-0.24		
							-2.50	1408.15	0.00	1408.15	-1.71		
						<b>-0.88</b>						<b>-2.31</b>	<b>1.43</b>
	0.00	1408.15	0.49	1408.02	-0.37		0.00	1408.15	0.00	1408.15	0.00		
	0.49	1408.02	1.98	1407.89	-1.30		0.00	1408.15	2.51	1408.09	-1.78		
	1.98	1407.89	2.78	1407.83	-0.78		2.51	1408.09	2.78	1407.83	-0.23		
						<b>-2.45</b>						<b>-2.02</b>	<b>-0.43</b>
<b>TOTAL</b>												<b>1.43</b>	<b>-0.43</b>
0+900.00	-3.62	1406.06	-2.41	1406.15	-0.19		-3.62	1406.06	-3.53	1405.86	-0.03		
	-2.41	1406.15	-0.65	1405.92	-0.40		-3.53	1405.86	-3.23	1405.61	-0.16		
							-3.23	1405.61	-2.93	1405.86	-0.16		
							-2.93	1405.86	-0.65	1405.92	-0.85		
						<b>-0.59</b>						<b>-1.20</b>	<b>0.61</b>
	-0.65	1405.92	-0.57	1405.91	-0.03		-0.65	1405.92	-0.06	1405.93	-0.20		

	-0.57	1405.91	-0.06	1405.93	-0.18								
						-0.20					-0.20		0.00
	-0.06	1405.93	0.98	1405.98	-0.31		-0.06	1405.93	0.00	1405.93	-0.02		
	0.98	1405.98	1.23	1405.96	-0.07		0.00	1405.93	1.23	1405.96	-0.38		
						-0.39					-0.40		0.02
	1.23	1405.96	2.57	1405.87	-0.47		1.23	1405.96	2.50	1406.00	-0.36		
	2.57	1405.87	2.63	1405.87	-0.02		2.50	1406.00	2.63	1405.87	-0.04		
						-0.49					-0.40		-0.09
<b>TOTAL</b>												<b>AREAS(M2):</b>	
												0.62	-0.09
0+920.00	-3.13	1404.80	-2.48	1404.78	-0.15		-3.13	1404.80	-3.10	1404.73	-0.01		
	-2.48	1404.78	-0.64	1404.79	-0.42		-3.10	1404.73	-2.80	1404.48	-0.12		
							-2.80	1404.48	-2.50	1404.73	-0.12		
							-2.50	1404.73	-0.64	1404.79	-0.47		
						-0.57					-0.72		0.16
	-0.64	1404.79	-0.45	1404.79	-0.04		-0.64	1404.79	0.00	1404.81	-0.14		
	-0.45	1404.79	0.00	1404.81	-0.10		0.00	1404.81	1.24	1404.77	-0.28		
	0.00	1404.81	0.48	1404.77	-0.11								
	0.48	1404.77	1.24	1404.77	-0.18								
						-0.43					-0.42		-0.02
	1.24	1404.77	2.25	1404.77	-0.25		1.24	1404.77	2.50	1404.73	-0.33		
	2.25	1404.77	3.16	1404.85	-0.19		2.50	1404.73	2.80	1404.48	-0.12		
							2.80	1404.48	3.10	1404.73	-0.12		
							3.10	1404.73	3.16	1404.85	-0.01		
						-0.43					-0.59		0.16
<b>TOTAL</b>												<b>AREAS(M2):</b>	
												0.31	-0.02
0+940.00	-2.53	1404.32	-0.81	1404.32	0.00		-2.53	1404.32	-2.50	1404.35	0.00		

	-0.81	1404.32	-0.61	1404.33	0.00		-2.50	1404.35	-0.61	1404.33	0.05			
						<b>0.00</b>						<b>0.05</b>	<b>-0.04</b>	
	-0.61	1404.33	-0.33	1404.36	0.01		-0.61	1404.33	0.00	1404.33	0.01			
	-0.33	1404.36	0.00	1404.33	0.01		0.00	1404.33	2.56	1404.28	-0.03			
	0.00	1404.33	3.18	1404.31	0.02		2.56	1404.28	2.86	1404.03	-0.05			
							2.86	1404.03	3.16	1404.28	-0.05			
							3.16	1404.28	3.18	1404.31	0.00			
						<b>0.04</b>						<b>-0.11</b>	<b>0.15</b>	
<b>TOTAL</b>												<b>0.15</b>	<b>AREAS(M2):</b>	<b>-0.04</b>
0+960.00	-3.19	1404.58	-2.61	1404.58	-0.01		-3.19	1404.58	-3.10	1404.40	-0.01			
	-2.61	1404.58	0.00	1404.47	-0.20		-3.10	1404.40	-2.80	1404.15	-0.10			
							-2.80	1404.15	-2.50	1404.40	-0.10			
							-2.50	1404.40	0.00	1404.47	-0.42			
						<b>-0.21</b>						<b>-0.63</b>	<b>0.42</b>	
	0.00	1404.47	0.64	1404.44	-0.09		0.00	1404.47	0.89	1404.44	-0.13			
	0.64	1404.44	0.89	1404.44	-0.04									
						<b>-0.13</b>						<b>-0.13</b>	<b>0.00</b>	
	0.89	1404.44	3.13	1404.45	-0.35		0.89	1404.44	2.50	1404.40	-0.29			
							2.50	1404.40	2.80	1404.15	-0.10			
							2.80	1404.15	3.10	1404.40	-0.10			
							3.10	1404.40	3.13	1404.45	0.00			
						<b>-0.35</b>						<b>-0.50</b>	<b>0.15</b>	
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>												<b>0.57</b>	<b>0.00</b>	
0+980.00	-3.11	1405.03	-0.77	1405.07	0.15		-3.11	1405.03	-3.10	1405.01	0.00			
	-0.77	1405.07	0.00	1405.09	0.07		-3.10	1405.01	-2.80	1404.76	-0.03			

						-2.80	1404.76	-2.50	1405.01	-0.03			
						-2.50	1405.01	0.00	1405.09	0.17			
					<b>0.22</b>						<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	
0.00	1405.09	0.46	1405.10	0.05		0.00	1405.09	0.00	1405.09	0.00			
0.46	1405.10	1.18	1405.05	0.07		0.00	1405.09	1.18	1405.05	0.10			
					<b>0.12</b>						<b>0.10</b>	<b>0.01</b>	
1.18	1405.05	1.96	1405.01	0.03		1.18	1405.05	2.50	1405.01	0.06			
1.96	1405.01	2.51	1405.00	0.01		2.50	1405.01	2.51	1405.00	0.00			
					<b>0.04</b>						<b>0.06</b>		<b>-0.02</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.13</b>	<b>-0.02</b>	
0+985.53	-3.11	1405.20	-1.68	1405.23	0.17		-3.11	1405.20	-3.10	1405.19	0.00		
	-1.68	1405.23	0.00	1405.26	0.26		-3.10	1405.19	-2.80	1404.94	-0.01		
							-2.80	1404.94	-2.50	1405.19	-0.01		
							-2.50	1405.19	0.00	1405.26	0.34		
					<b>0.43</b>						<b>0.32</b>	<b>0.11</b>	
	0.00	1405.26	0.00	1405.26	0.00		0.00	1405.26	0.00	1405.26	0.00		
	0.00	1405.26	2.29	1405.13	0.24		0.00	1405.26	2.50	1405.19	0.34		
	2.29	1405.13	2.56	1405.12	0.01		2.50	1405.19	2.56	1405.12	0.00		
					<b>0.25</b>						<b>0.34</b>		<b>-0.09</b>
<b>TOTAL AREAS(M2):</b>											<b>0.11</b>	<b>-0.09</b>	

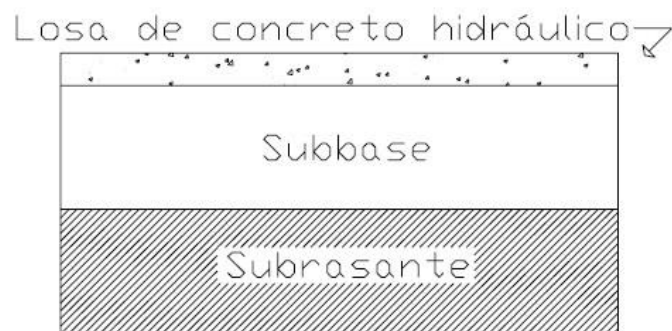


## Anexo 4.2 Bases de diseño

**Proyecto:** Construcción de tramo carretero de pavimento rígido para tránsito vehicular y peatonal entre sectores I y II de aldea Chixajau, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

### Capas que conforman un pavimento rígido

Las capas que conforman el pavimento rígido son: sub-rasante, sub-base, y losa o superficie de rodadura como se muestra en la Figura.



- **Criterios de diseño:**

BASES DE DISEÑO	
DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE DISEÑO
TPDA, vehículos Prom. Diario	3,000 – 500
VHD, vehículos por hora	500 – 75
Factor de horario pico, FHP	0.85
Vehículo de diseño	WB 15, (T3S2CR4)
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	60 Km/h (Directriz)
Número de carriles	2
Ancho de calle (Promedio)	6.10 metros
Tipo superficie de rodadura	Pavimento
Pendiente Long. máxima	28.84%
Sobre elevación	5.00%
Pend. Transversal de calzada	3%
Nivel de servicio	C-D (según el HCM)
Tipo de control de acceso	Sin control
DATOS DEL PAVIMENTO	
Área del proyecto	4,432.5 mts <sup>2</sup> .
Longitud del proyecto	985.00 mts.
Ancho de Rodadura	4.50 mts.
Bordillo	0.10 mts ancho, 0.30 mts alto
Espesor del pavimento	0.15 mts
Resistencia a compresión	4,000 PSI

Distancia de junta transversal	A cada 2.40 metros
--------------------------------	--------------------

Distancia de junta longitudinal	A cada "L/2" metros
Compactación de sub-base	95% (AASHTO T-180)
Compactación base	95% (AASHTO T-180)

- **Procedimientos de diseño.**

Para el diseño del pavimento rígido se seguirá el método AASTHO que se presenta a continuación:

La fórmula general para el diseño de pavimentos rígidos está basada en los resultados obtenidos de la prueba AASHTO.

$$\log_{10}(E18) = \left\{ \begin{array}{l} \text{Desviación normal estándar} \uparrow \\ \text{Error estándar combinado} \uparrow \\ \text{Espesor} \uparrow \\ Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\ \text{Serviciabilidad final} \leftarrow \\ + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10} \left[ \frac{\text{Módulo de ruptura} \uparrow \times \text{Coeficiente de drenaje} \uparrow \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right] \\ \text{Tráfico} \downarrow \end{array} \right\}$$

Módulo de transferencia de      Módulo de elasticidad      Módulo de reacción

- Variables de diseño de un pavimento rígido son:

- ✓ Espesor.
- ✓ Serviciabilidad
- ✓ Tránsito
- ✓ Transferencia de carga
- ✓ Propiedades del concreto
- ✓ Resistencia a la subrasante
- ✓ Drenaje
- ✓ Confiabilidad,

- **TABLAS DE CALCULO CONSIDERADAS**

- ✓ Serviciabilidad:

Se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 a 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente.

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

- ✓ Valores de serviciabilidad final (Pt) en función del tipo de camino.

Tipo de camino	Serviciabilidad final (Pt)
<b>Autopistas</b>	2.5
<b>Carreteras</b>	2.0
<b>Zonas industriales</b>	1.8
<b>Pavimentos urbanos Principales</b>	1.8
<b>Pavimentos urbanos secundarios</b>	1.5

La diferencia entre ambos índices es:  $\Delta PSI = P_o - P_t$ , que se define como pérdida de serviciabilidad.

- ✓ Transito:

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Tabla. Valores de serviciabilidad final (Pt) en función del tipo de camino. Se consideran Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2Ton) también conocidos como ESAL's.

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 82kN en el carril de diseño
<b>1</b>	100
<b>2</b>	80 – 100
<b>3</b>	60 – 80
<b>4</b>	50 – 75

La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común realizar diseños para 30, 40 ó más de 50 años. Otro factor que hay que tomar en cuenta es la tasa de crecimiento anual, que depende del desarrollo económico – social, de la capacidad de la vía, tipo de vehículo que pueden ser más de un tipo que de otro. Es conveniente prever este crecimiento del tráfico, tomando

en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento de tráfico.

- ✓ Valores comunes de tasa de crecimiento.

Caso	Tasa de crecimiento
Crecimiento normal	1% a 3%
Vías completamente saturadas	0% a 1%
Con tráfico inducido*	4% a 5%
Alto crecimiento*	mayor al 5%

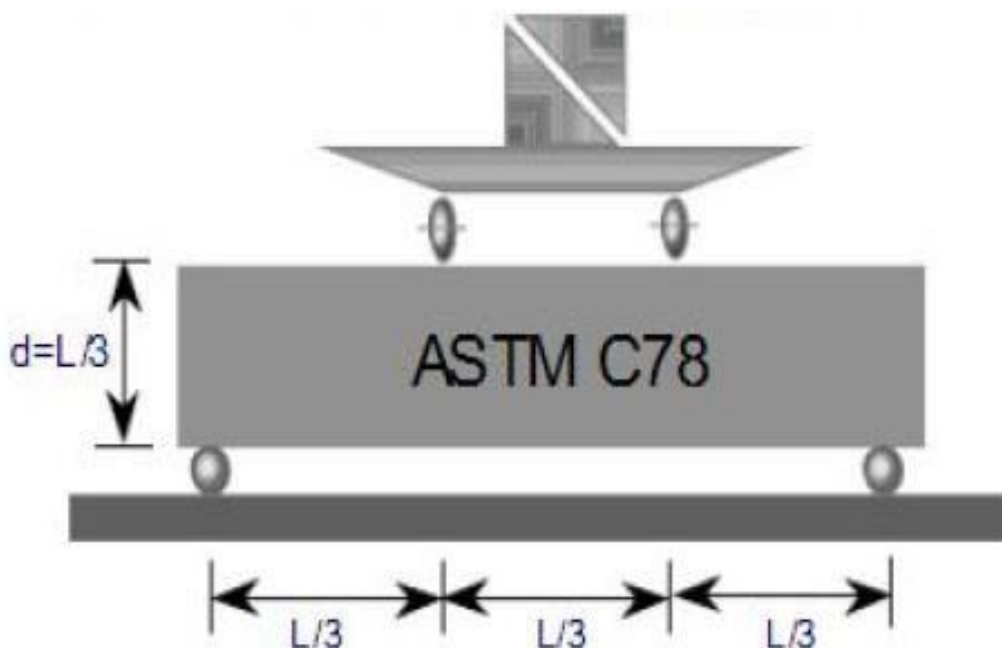
\*solamente durante 3 a 5 años

- ✓ Propiedades del concreto

Son dos las propiedades del concreto que influyen en el diseño y en su comportamiento a lo largo de su vida útil.

- Resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura (MR)
- Módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ )

- Prueba para la obtención de módulo de ruptura.



➤ En la siguiente tabla se muestra el Módulo de Ruptura (MR) recomendado.

Tipo de pavimento	MR recomendado	
	kg/cm <sup>2</sup>	psi
Autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas industriales	45.0	640.1
Urbanas principales	45.0	640.1
Urbanas secundarias	42.0	597.4

- Normas para extracción y ensayo de muestras

Descripción	Normativa empleada
Resistencia al Desgaste del agregado grueso	ASTM C131
Aceptación del agua para la mezcla	ASTM C-94 O AASHTO M 157
Método de ensayo para la medición de temperatura de concreto recién mezclado	ASTM C 1064 / ASTM C 1064M
Toma de muestras	ASTM C172-08 O NTG-41057

Método de ensayo para la determinación del asentamiento	ASTM C143-08 O NTG-41052
Densidad y rendimiento	ASTM C138 / C138M O NTG- 41017h5
Contenido de aire	ASTM C231-09 O NTG-41017h7
Elaboración y curado de especímenes o testigos	ASTM C31 / C31M O NTG-41061

- **Recomendaciones**

Para obtener los resultados deseados debe seguir las recomendaciones de la ACI 318 “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary” y de la ACI 308 “Standard Practice for Curing Concrete” donde se recomienda un curado no menor de 1 días, puede ser mecánico o manual, con o sin aditivos.

Las juntas de construcción deben diseñarse de acuerdo al código ACI 302.1 “Guide for Concrete Floor and Slab Construction” y/o las prácticas recomendaciones por la PCA “Joint Design for Concrete Highway and Street Pavements”

- **Calculo de espesor del pavimento**

Para el cálculo del espesor del pavimento, lo primero que se calculó fue el tránsito promedio diario en ambas direcciones (TPD). Este dato se estableció tomando en cuenta lo que representa el tramo a pavimentar, se consideraron 500 vehículos diarios para 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del 15% del TPDC en ambas direcciones. Según lo mencionado anteriormente, se clasifica en la categoría número 1 de la siguiente tabla.

✓ Clasificación de vehículos, según su categoría

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tándem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
	Calles colectoras,		5	De 40	26	44

2	carreteras.	700 a 5,000	A 18	a 1,000		
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio).  Supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3,000 a 12,000 para 2 carriles  3,000 a 5,000 para 4 carriles o más	8 A 30	De 500 a 5,000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio alto).	3,000 a 20,000 para 2 carriles, 3,000 a 15,000 para 4 carriles o más.	8 A 30	De 1,500 a 8,000	34	60

Una vez conocida la categoría a la que pertenece se encuentra el módulo de reacción K. Este valor se establece por medio del CBR del laboratorio, pero en éste caso, se asumió un 4%. Según la siguiente figura siguiente:

Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.

En donde el módulo de reacción K es de  $3.5 \text{ Kg./cm}^3$ , que es equivalente a  $126.44 \text{ lbs/pulg}^3$ .

Identificando el módulo de reacción K, se clasifica la sub-rasante según la siguiente tabla.

Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K lbs/pulg <sup>3</sup> .
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	75-120
Arena y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180-220
Sub-bases tratadas con cemento.	Muy alto	250-400

Como el suelo de sub-rasante tiene un soporte Medio, se asume un espesor de base de 10 cm. Se calcula el módulo de ruptura del concreto de junta a utilizar, se utilizan juntas de trave por agregados con bordillo integrado. Según el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del 15% f'c; el f'c del concreto tiene un valor de 4,000 psi y el módulo de ruptura será igual a:

$$\text{Módulo de ruptura} = 15\% \times 4,000 \text{ PSI.}$$

Se incluirá un 5% más por factor de seguridad, quedando de la siguiente manera.

$$\text{Módulo de ruptura} = 20\% \times f'c = 20\% \times 4,000 \text{ PSI. Módulo de ruptura} = 600 \text{ PSI.}$$

Para encontrar el espesor del pavimento se necesita definir el tipo de junta a utilizar, por diseño y facilidad se utilizan juntas de trave por agregados con bordillo integrado y haya el espesor de losa en la siguiente tabla.

Pavimento con juntas con agregados de trave

MR	Espesor de la losa pulg.	Sin hombros de concreto o bordillo. Soport Subrasante-Subbase				Espesor de la losa pulg.	Con hombros de concreto o bordillo Soporte Subrasante-Subbase			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	49	6	96	380	700	970
					0					
	7	80	320	840	12	6.5	650	1000	1400	210
					00					0
7.5	490	1200	1500		7	1100	1900			
8	1300	1900								
	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	10	5.5	1	8	23	98
0										



600 PSI	7	15	70	190	75	6	19	84	220	810
					0					
	7.5	110	440	1100	21	6.5	160	520	1400	210
					00					0
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	50	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	89	6.5	29	120	320	110
					0					0
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	220			7.5	1100			
	9	2400								

Se busca en el lado derecho, por incluir bordillo o acera, el diseño de losa. La sub-rasante tiene un carácter medio, al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600 PSI, el cual es de 6.5 pulgadas, el cual cumple con el rango de 130 – 170 K lbs/plg<sup>3</sup>, por facilidad de construcción se dejará una losa de 15 cm. de espesor. El área total pavimentada será de 4,432.5 mts<sup>2</sup>, las juntas transversales serán construidas a cada 2.40 mts. y la junta longitudinal a cada L/2 metros, la pendiente de bombeo será de 3% hacia ambos lados del pavimento.

- **chequeo del espesor de losa, bajo método AASHTO 1993**

CÁLCULOS	
Cantidad de Agua	186 lts/m <sup>3</sup>
Resistencia Necesaria	280
Relación Agua/Cemento, con aire incluido	0.48
Cemento	Agua / 0.48 kg. 387.5 kg.
Peso del agregado	P.U.-P+ (Agu + Cemento) 1,683.33 kg.

% de arena	44.00%
Arena	740.67 kg.
Piedrín	942.66 kg.
PROPORCIONES	PROPIEDAD EN EN PESO
	PESO VOLUMEN
	1.00 1
CEMENTO:	1.91 2
(C/C) ARENA:	2.43 3
(Ar/C) PIEDRIN:	
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA 1m <sup>3</sup>	
Factor = P.U/( $\Sigma$ PROP.PESO)	
Módulo de ruptura del concreto (15% f'c)	456.35 kg
<b>DESIME</b>	
La mezcla tendrá una resistencia a la compresión de 280 kg/cm <sup>2</sup> ó 4000 PSI con módulo de ruptura de 600 PSI, siendo su proporción en volumen de 1: 1.5:1.8	

- Distancia visibilidad de parada: 40.00 mts.
- Distancia visibilidad de paso: 180.00 mts.
- Espesor del pavimento: 0.15 mts.
- Espesor de selecto compactado: 0.10 mts.

Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de k.

TIPOS DE SUELO	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K (PCI)
Suelo de grano fino en el cual el tamaño de las partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arena con gravas, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 – 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Subbase tratada con cemento	Muy alto	250 - 400

Fuente: Salazar Rodríguez Aurelio. Guía para diseño y construcción de pavimentos rígidos

- Considerados en el calculo

- *Módulo de reacción del suelo (K) =  $\frac{10kg}{cm^3}$*

Para poder entrar al nomograma se tendrá que convertir a PCI (*libra/pulgada<sup>3</sup>*)

$$\frac{10kg}{cm^3} \left( \frac{2.2046lb}{1kg} \right) \left( \frac{1cm^3}{6.1024 \times 10^{-2} pulg^3} \right) = 360.65 lb/pulg^3 = 360.65 PCI$$

- *Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 300kg/cm^2$*
- *Módulo de elasticidad del concreto  $E_c$*

$$E_c = 21000 f'c^{1/2}$$

$$E_c = 21000(300)^{1/2} = 3.6 \times 10^5 kg/cm^2$$

$$\frac{3.6 \times 10^5 kg}{cm^2} \left( \frac{2.2046lb}{1kg} \right) \left( \frac{1cm^2}{0.155 pulg^2} \right) = 51.20 \times 10^5 lb/pulg^2 = 5 \times 10^6 psi$$

O bien:

$$E_c = 3.6 \times 10^5 (14.223)$$

$$E_c = 5 \times 10^6 psi$$

- *Módulo de ruptura MR o  $S'c = 650psi$*
- *Coefficiente de transmisión de carga  $J = 2.5$*   
Pavimento de concreto en masa con pasadores en las juntas y acotamientos de concreto.
- *Coefficiente de drenaje  $Cd = 1.20$*   
Corresponde a un drenaje de calidad buena y un 1% de porcentaje de tiempo en el que la estructura esta expuesta a niveles próximos a la saturación.
- *Desviación estándar  $So = 0.30$*
- *Indice de serviciabilidad inicial  $Po = 4.5$*
- *Indice de serviciabilidad final  $Po = 2.5$*  }  $\Delta PSI = 4.5 - 2.5 = 2.0$

TIPO DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE	VPD
A	50	20500
A <sub>1</sub>	25	10250
B	10	4100
C <sub>2</sub>	6	2460
C <sub>3</sub>	4	1640
T <sub>2</sub> - S <sub>2</sub>	3	1230
T <sub>3</sub> - S <sub>2</sub>	2	820

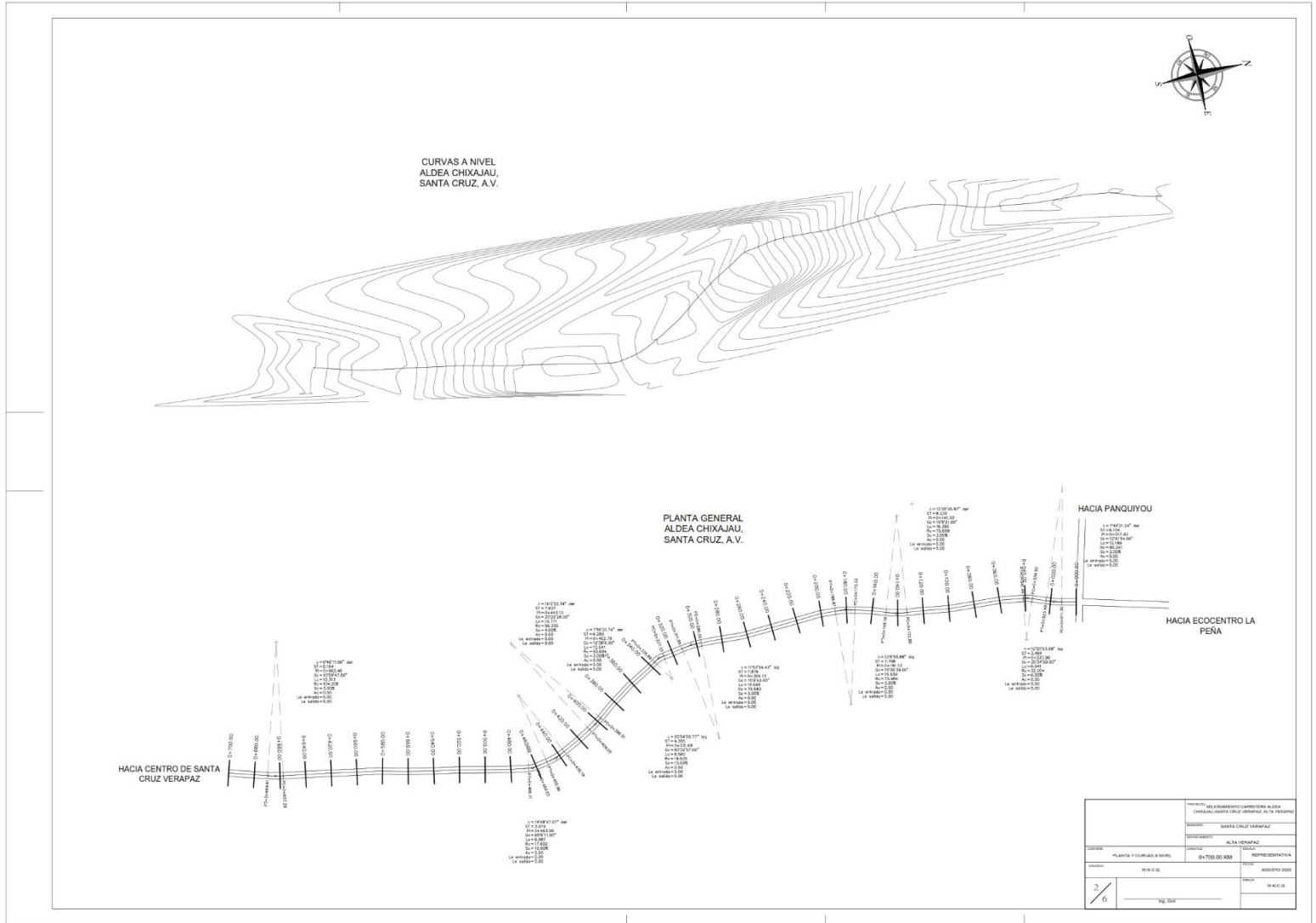
- Aforo del tránsito

- **Diseño del concreto.**

Para el cálculo del diseño del concreto hidráulico, se asumió un valor del 4%. Según el valor del módulo de reacción K, para lo cual se indica de manera obligatoria realizar el ensayo correspondiente al valor soporte de suelo C.B.R. al momento de ejecutar el proyecto por parte de la empresa ejecutora.

### Anexo 4.3 Planos

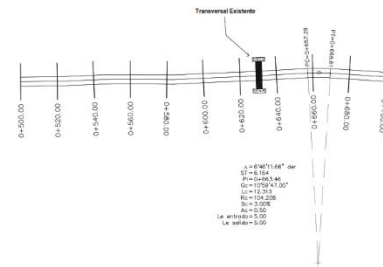






### PLANTA GENERAL

ESC. 1/1000



### NOMENCLATURA

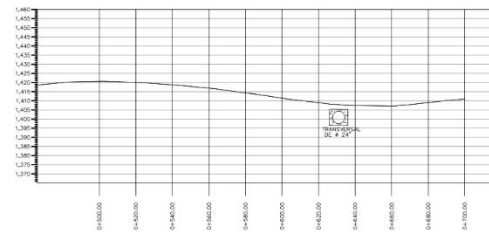
DESCRIPCIÓN	
	PLANTA ELEVACION PLANTA
	INDICA CAMMINAMENTO TOPOGRAFICA
	INDICA PLANTO DE BORDANTE
	+6.6987 % en 114.97m INDICA PENDIENTE EN EL PERFIL
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA TUBERIA DE CONCRETO EN PLANTA
	INDICA TUBERIA DE CONCRETO EN PERFIL
	INDICA CURVA HORIZONTAL
	INDICA CURVA DE NIVEL
	INDICA CURVA VERTICAL
	INDICA RELLENO EN PERFIL
	INDICA CORTE EN PERFIL

### Alcantarillado

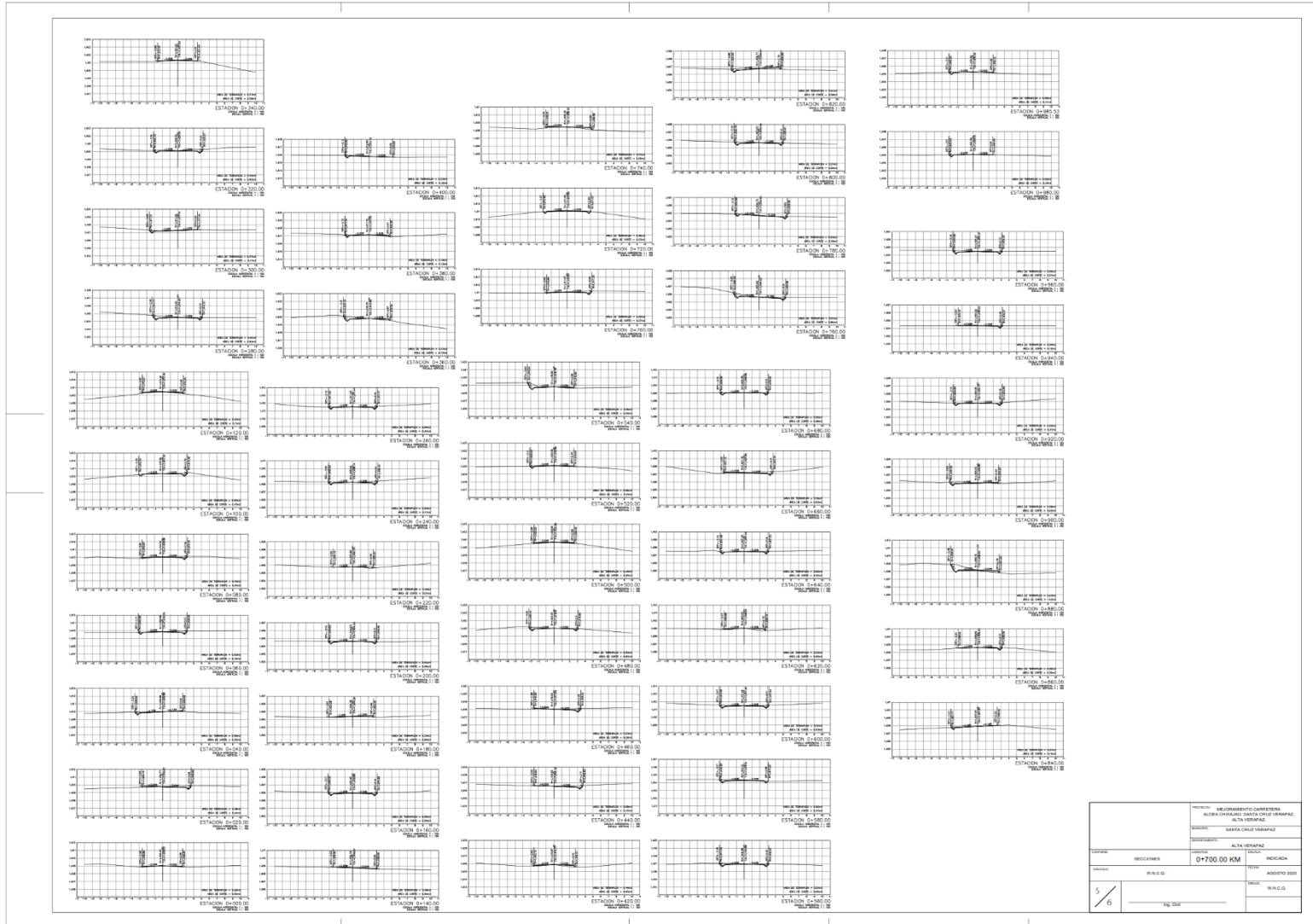
No.	Caminamiento	DIAMETRO	Descripción
4	0+635.00	1 Ø 24"	Transversal Existente

### PERFIL

ESC. 1/1500



PROYECTO		REGULAMIENTO CANTONAL ALDEA CANTONAL SANGOLLO EN BARRAJE ALTA VELOCIDAD	
ESTUDIO		BARRAJE CERRILLO VERDEPAZ	
SECCION		ALTA VELOCIDAD	
PLANTA Y PERFIL		0+700.00 KM	
INDICADA		INDICADA	
FECHA		AGOSTO 2008	
DISEÑADO		W.F.O.G.	
REVISADO		W.F.O.G.	
AUTORIZADO		FIRMA	



PROYECTO: RECONSTRUCCION CARRETERA ALBA ORLANDO SANTA CRUZ VERAPAZ, ALTA VERAPAZ	
DISEÑO: SANTA CRUZ VERAPAZ	
ESTACION: ALTA VERAPAZ	
INDICADA: 0+700.00 KM	INDICADA
W.C.G.	AGOSTO 2008
W.C.G.	W.C.G.
FIG. 041	



