



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE I**

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE PLUVIAL EN LA CARRETERA HACIA  
ALDEA EL BÁLSAMO, PUERTO CORTÉS (2° ETAPA).**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**21641272 MARÍA FERNANDA LARA ZÚNIGA**

**21211126 ROMEL MAURICIO VELÁSQUEZ DALA**

**ASESORES:**

**ING. MARIO CÁRDENAS, ING. SERGIO PAREDES, ING. OTTO FLORES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA; ENERO, 2020**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DESIRÉE TEJADA CALVO**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**JEFE ACADÉMICO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I**

**“ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA”**

**ASESORES TEMÁTICO**

**“ING. MARIO CÁRDENAS, ING. SERGIO PAREDES, ING. OTTO FLORES”**

**TERNA:**

# **DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT 2019**

**MARÍA FERNANDA LARA**

**ROMEL MAURICIO VELÁSQUEZ**

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS**

Autorización

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores:

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula, Cortés, Honduras

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, María Fernanda Lara Zúniga y Romel Velásquez de San Pedro Sula, autores del trabajo de grado titulado: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE PLUVIAL EN LA CARRETERA ALDEA EL BÁLSAMO, PUERTO CORTÉS (1° ETAPA),, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito previo para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizamos a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo y desempeño no lo pude haber logrado sin Dios, y es por eso que le dedico mi esfuerzo y trabajo a Él que me ha bendecido otorgándome la sabiduría, paciencia, templanza para poder llevar a cabo con éxito este proyecto que significa tanto como para los beneficiarios y para mí persona. A mi madre, Roxana Zúniga que siempre estuvo conmigo apoyándome en todo momento a lo largo de mi carrera. A mi padre, Filadelfo Lara que nunca dejó de creer en mí y a mi madrina Karen Zúniga que estuvo conmigo siempre orgullosa para lograr alcanzar la meta. A Luis Diego Arias que nunca me dejó sola en los momentos más difíciles de la carrera y que a lo largo será beneficio para ambos. Y en especial a mis colegas, compañeros y catedráticos que no me dieron la espalda para brindarme su ayuda y conocimiento. Sin ustedes no lo hubiese logrado.

María Fernanda Lara

En primer Lugar, agradezco a Dios por Haberme guiado desde el comienzo y permitirme alcanzar este logro, Dios es y fue mi Fortaleza en este proceso de mi carrera hasta su culminación. Agradezco a mis padres María Dala y Dennis Velásquez por el apoyo incondicional en todos estos años, desde siempre han sido mis mejores consejeros de vida y gracias por el amor y por esas oraciones que me brindan a diario, a mi abuela Patrocinia Carrillo y a mi hermana Zeyli Velásquez por siempre desear todo lo bueno para mí, a Fanny Cano por brindarme su apoyo y amor en los momentos buenos y malos por estar presente en todo tiempo para lograr mis metas. Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Romel Velásquez

## **AGRADECIMIENTOS**

Este logro se lo queremos agradecer primordialmente a Dios, porque Él nos ha permitido tener la bendición de culminar este proyecto.

Agradecemos al apoyo de la Municipalidad de Puerto Cortés, que con mucha disponibilidad nos han apoyado para lograr el objetivo de este proyecto.

Asimismo, agradecer a nuestros coordinadores y asesores que son los que nos han brindado el pan del saber a lo largo de toda la carrera para poder implementar lo estudiado en las aulas de clase a un proyecto el cual llevamos a cabo a la vida real.

Por último, nos gustaría dar un agradecimiento especial al ingeniero Héctor Padilla por su acompañamiento en este proceso y a UNITEC, la institución que nos ha formado, a todo su personal y docentes.

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto gestionado por la municipalidad de Puerto Cortés comprende en el diseño de una estructura de pavimento rígido de 2 kms, junto con un diseño de drenaje pluvial que solucione la problemática de inundaciones en la zona de la Aldea El Bálsamo en épocas de lluvia, dado que en muchas ocasiones las aguas lluvias interrumpen el paso y la comunicación con la aldea.

Para el diseño de la estructura de pavimento se realizó un levantamiento topográfico el cual consta de aproximadamente 1500 puntos georreferenciados mediante la estación total Trimble. Se utilizó una metodología de trazado de 5 puntos transversales que constaron de una línea central, 2 laterales de límite de calzada y 2 laterales representando el límite de terreno de propiedad privada. Se trabajó en el diseño geométrico, optimizando la ruta existente de la carretera. Con el software de Autodesk, CivilCad, se desarrolló el diseño de curvas verticales y horizontales, se trazó la línea central y se utilizó como sección típica una calzada con ancho de 5.20 m (delimitada por la geografía y topografía) la cual consta de un drenaje longitudinal comprendido por cunetas con geometría triangular. Para dar un mayor funcionamiento a la estructura de drenaje se colocarán alcantarillas de aproximadamente 24" para desembocar las aguas superficiales en los puntos indicados según los planos.

Para una mejor visualización del diseño final del proyecto se presentan planos que indican los volúmenes de corte y relleno para trazar la rasante de la carretera, junto con el detalle de sección típica para la elaboración de la subbase y carpeta de rodadura. Asimismo, incluye los detalles de cunetas, alcantarillas ubicadas en estaciones específicas, los puntos de desembocadura de aguas superficiales. La señalización también se ve reflejada en las estaciones de la carretera, las cuales indicarán accidentes geográficos, disminución de velocidad e indicaciones de precaución para que la carretera sea óptima y segura.

Como todo proyecto, se requiere una estimación del monto de inversión para llevar a cabo la obra. En el informe se muestran las actividades a desarrollar junto con las cantidades de obra correspondiente para cada actividad. Incluye, además, las fichas de costo por actividad, un temple desglosado con el presupuesto final de la obra y un cronograma de actividades en donde se verá reflejado una aproximación de días probables que demorará la ejecución de la obra.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. Introducción.....	12
II. Planteamiento Del Problema .....	13
2.1 Precedentes del Problema .....	14
2.2 Definición del Problema .....	14
2.2.1 Enunciado del Problema.....	15
2.2.2 Formulación del Problema.....	15
2.3 Justificación .....	15
2.4 Preguntas De Investigación.....	16
2.5 Objetivos.....	17
2.5.1 Objetivo General.....	17
2.5.2 Objetivos Específicos .....	17
III. Marco Teórico.....	18
3.1 Análisis de la situación actual.....	18
3.1.1 Análisis del Macro Entorno.....	18
3.1.2 Análisis del Microentorno .....	28
3.2 Teorías de Sustento.....	29
3.2.2 Pavimento Rígido.....	29
3.2.3 Alcantarillado de Aguas Lluvias .....	40
3.3 Marco Conceptual.....	42
3.4 Marco Legal.....	51
3.4.1 Ley y Reglamento de Municipalidades .....	51
3.4.2 "DECRETO NÚMERO 91".....	52
IV. Metodología .....	54
4.1 Enfoque.....	54

4.2 Variables de Investigación .....	55
4.2.1. Diagrama de las Variables de Operacionalización .....	57
4.1.2 Diagrama de las variables de operacionalización.....	58
4.1.3 Variable Independiente.....	58
4.1.4 Variable Dependiente.....	59
4.3. Técnicas e Instrumentos Aplicados .....	60
4.3.1 Técnicas.....	60
4.3.2 Instrumentos .....	61
4.3.4 Materiales.....	70
4.4 Metodología de Estudio.....	70
4.4.1 Tipo de Diseño .....	70
V. Análisis y Resultados.....	72
5.1 Aldea el Bálsamo .....	72
5.1.1 Levantamiento Topográfico .....	73
5.1.2 Análisis de Suelo.....	73
5.1.3 Diseño Geométrico.....	87
5.1.4 Diseño de Pavimento.....	91
5.1.5 Diseño de Alcantarillado.....	103
5.2 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	109
5.2.1 PRECIO POR CANTIDAD DE OBRA .....	109
5.2.2 FICHAS DE COSTO .....	110
5.2.3 COSTOS INDIRECTOS .....	117
5.2.3 Cronograma de Actividades en Project.....	118
VI. Conclusiones.....	119
VII. Recomendaciones .....	120

VIII. Bibliografía.....	121
IX. Anexos.....	123
ANEXO 1. NORMA ASTM C 136 .....	123
Análisis Granulométrico De Los Agregados .....	123
ANEXO 2. MÉTODO AASHTO 93 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS .....	127
ANEXO 3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. ....	129
Levantamiento de puntos Topográficos hacia la Aldea el bálsamo.....	130
ANEXO 4. Muestra de Suelo Pavimento Calle Cieneguita. ....	136

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Balneario Los Laureles ubicado en la aldea El Bálsamo.....	16
Ilustración 2. Infraestructura e Infraestructura existente .....	19
Ilustración 3. Resultado de Curvas IDF.....	24
Ilustración 4. Alcantarillado Pluvial Proyectado.....	26
Ilustración 5. Información Ramales de Colector N°6.....	27
Ilustración 6. Carta para modificar el módulo de reacción de la subrasante.....	32
Ilustración 7. Carta para estimular el módulo de reacción compuesto de la subrasante. ....	33
Ilustración 8. Carta para estimar el deterioro relativo de un pavimento rígido.....	34
Ilustración 9. Correcciones del módulo de reacción efectivo de la subrasante .....	35
Ilustración 10. Carta de diseño para pavimentos rígidos.....	37
Ilustración 11. Carta de diseño para pavimentos rígidos.....	38
Ilustración 12. Almágana TRUPER.....	64
Ilustración 13. Copa de Casagrande.....	65
Ilustración 14. Tara Metálica .....	66
Ilustración 15. Microsoft Excel.....	69
Ilustración 16. Ubicación Aldea El Bálsamo.....	72
Ilustración 17. Estratos de Calicata estación 1+185, El Bálsamo.....	74
Ilustración 18. Curva Granulométrica primer estrato .....	76
Ilustración 19. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.....	78
Ilustración 20. Curva Granulométrica segundo estrato .....	79
Ilustración 21. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.....	82
Ilustración 22. Curva granulométrica tercer estrato.....	83
Ilustración 23. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.....	85
Ilustración 24. Detalle de Sección Típica .....	91

Ilustración 25. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).....	92
Ilustración 26. Estructura típica de un pavimento rígido.....	92
Ilustración 27. Correlación aproximada entre clasificación de los suelos y los diferentes ensayos. ....	94
Ilustración 28. Parámetros de Diseño.....	96
Ilustración 29. Efecto de la subbase granular sobre el coeficiente k.....	96
Ilustración 30. Esfuerzo equivalente pavimento sin hombros de concreto hidráulico (Eje Sencillo).....	97
Ilustración 31. Esfuerzo equivalente pavimento sin hombros de concreto hidráulico (Eje Tándem).....	97
Ilustración 32. Factor de Erosión para ejes sencillo. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros. ....	99
Ilustración 33. Factor de erosión para ejes Tándem. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros. ....	100
Ilustración 34. Análisis de fatiga. Repeticiones admisibles en función de la relación de esfuerzos en pavimentos con y sin hombros de concreto.....	101
Ilustración 35. Análisis de Erosión, sin hombros de concreto. Repeticiones admisibles. ....	101
Ilustración 36. Comportamiento de Capa de Rodadura.....	127
Ilustración 37. Ancho de vía de calle El Bálsamo. ....	129

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Factor de crecimiento.....	20
Ecuación 2. Tráfico de Diseño .....	21
Ecuación 3. Caudal de diseño.....	23
Ecuación 4. Cálculo de Intensidad de Lluvias .....	24
Ecuación 5. Módulo Resiliente .....	31
Ecuación 6. Promedio estimado del valor del módulo de rotura.....	35
Ecuación 7. Peso Retenido.....	74
Ecuación 8. Peso retenido acumulado .....	75
Ecuación 9. Porcentaje que pasa por cada tamiz.....	75
Ecuación 10. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60 .....	76
Ecuación 11. Coeficiente de uniformidad.....	77
Ecuación 12. Coeficiente de curvatura.....	77
Ecuación 13. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60 .....	80
Ecuación 14. Coeficiente de uniformidad.....	81
Ecuación 15. Coeficiente de curvatura.....	81
Ecuación 16. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60 .....	84
Ecuación 17. Coeficiente de uniformidad.....	85
Ecuación 18. Coeficiente de curvatura.....	85
Ecuación 19. Determinación de CBR.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atractivos turísticos en Puerto Cortes.....	13
Tabla 2. Valores de Coeficiente de esorrentía.....	23
Tabla 3. Periodos de Retorno de Diseño.....	25
Tabla 4. Relación Máxima de Invertida.....	26
Tabla 5. Estimación del Módulo de Reacción Efectivo de la rasante.....	30
Tabla 6. Testigos permitidos según valor Z. ....	36
Tabla 7. Coeficientes de Drenajes.....	37
Tabla 8. Tabla Tipo de Diseño.....	71
Tabla 9. Análisis granulométrico primer estrato calicata estación1+185.....	75
Tabla 10. Determinación del D10.....	76
Tabla 11. Determinación del D30.....	77
Tabla 12. Determinación del D60.....	77
Tabla 13. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.....	77
Tabla 14. Análisis granulométrico segundo estrato calicata estación1+185, El Bálsamo .....	79
Tabla 15. Determinación del D10.....	80
Tabla 16. Determinación del D30.....	81
Tabla 17. Determinación del D60.....	81
Tabla 18. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.....	81
Tabla 19. Análisis granulométrico primer estrato calicata estación1+185, El Bálsamo.....	82
Tabla 20. Determinación del D10.....	84
Tabla 21. Determinación del D30.....	84
Tabla 22. Determinación del D60.....	84
Tabla 23. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.....	85
Tabla 24. Radios de giro, velocidades y longitud de desarrollo.....	87

Tabla 25. Tabla Resumen de Estaciones con Longitudes Efectivas y Radios de Giro para curvas horizontales.....	88
Tabla 26. Tabla de Coeficientes K y desarrollo de Curva.....	90
Tabla 27. Parámetros de Diseño.....	95
Tabla 28. Configuración del tráfico en El Bálsamo.....	95
Tabla 29. Ejes equivalentes (ESAL).....	95

## I. INTRODUCCIÓN

Honduras es un país en vías de desarrollo el cual carece de infraestructura vial y de un adecuado alcantarillado de aguas lluvias. No obstante, la falta de este tipo de infraestructuras impide el desarrollo socioeconómico de muchas zonas en nuestro país como ser: aldeas, caseríos y pueblos. Sin embargo, es fundamental realizar obras de infraestructura vial para obtener un impacto económico positivo de manera tal, que contribuya a un tránsito vehicular adecuado y a su vez evacue la escorrentía de agua superficial.

La calle que conduce hacia la Aldea el Bálsamo, requiere de un diseño geométrico y de pavimento rígido incluyendo un sistema de alcantarillado de aguas lluvia. Esto se debe a la fuerte demanda de turistas que visitan el balneario Los Laureles el cual se ubica dentro de la aldea. Así mismo, se necesita el diseño para el tránsito diario de los pobladores y camiones que entran a la aldea para el comercio. En vista de sus necesidades, se ha gestionado el proyecto del tramo carretero cuyo fin es diseñar un pavimento rígido con longitud de 2 kilómetros que conduzca desde la intercepción de La Corozona hasta la Aldea el Bálsamo, Puerto Cortes. Para que el diseño sea funcional y eficiente se requiere que cuente con un sistema de alcantarillado de aguas lluvias consiste de drenajes los longitudinales y transversales de acuerdo a los 2 km de calle, de esta manera se contribuye al desarrollo socioeconómico de la zona promoviendo el ecoturismo, las actividades agrícolas y ganaderas de los pobladores.

Los diseños previamente gestionados se llevaron a cabo bajo las normativas y análisis de suelo basados en el manual de SOPTRAVI de carreteras y manual de referencias hidrológicas.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales fuentes económicas del municipio de Puerto Cortés es el turismo por el hecho de contar con un índice de turismo de 918,537 personas en época de verano, según diario LA TRIBUNA (Tribuna, 2019). Esta actividad económica se distribuye entre diferentes atractivos turísticos; como principal atractivo se encuentran 18km de playa como la Playa Coca Cola; en segundo lugar, la Laguna de Alvarado y como tercer lugar se encuentra la zona montañosa con actividad ecoturística la cual comprende a la aldea El Bálsamo. La siguiente tabla muestra los sitios más visitados en el municipio de Puerto Cortés.

Tabla 1. Atractivos turísticos en Puerto Cortes.

Nombre	Descripción
<b>Playa de la Coca Cola</b>	Cuenta con 18 km de playa con vista hacia la Sociedad Nacional Portuaria, donde se logran ver las embarcaciones para la importación y exportación de mercadería.
<b>Playa Cieneguita</b>	Las playas de cieneguita cuentan con más de 2km de extensión, con arena blanca y con champas para degustar los mejores alimentos del mar. Es considerada la mejor costa del norte.
<b>Laguna de Alvarado</b>	En la entrada de Puerto Cortes se puede observar un gran manto de agua dulce, es la laguna de Alvarado cuenta con unos hermosos manglares y aves sobre volando la zona.
<b>Parque Acuático los Laureles</b>	Ubicado en medio de la naturaleza. Apto para hacer turismo ecológico y recreacional dentro de un ambiente familiar, a 3 km de las playas de Cieneguita, comunidad El Bálsamo.

Fuente: Propia

El desarrollo en la infraestructura vial es fundamental para el rubro. Actualmente la carretera existente tiene deficiencias geométricas y no cuenta con un sistema de drenaje para aguas superficiales. En ciertas ocasiones en tiempos de lluvia, las precipitaciones en

la zona provocan que las cuencas hidrográficas pertinentes al sitio se desborden y estas impiden el paso vehicular hacia la aldea.

Los aspectos presentados anteriormente, se enfocan en la investigación para plantear una propuesta de diseño que resuelva los problemas que presenta el tramo carretero hacia la aldea El Bálsamo, mediante la elaboración del diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial de este tramo utilizando todas las herramientas y lineamientos técnicos necesarios.

## **2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Aldea El Bálsamo, está ubicada en el municipio de Puerto Cortes, en el departamento de Cortés, la carretera que conduce hacia la aldea el bálsamo es una red vecinal de terracería que se comunica con una carretera secundaria que conecta con la carretera CA-13. En su mayoría el desarrollo socioeconómico se destaca por primordialmente por el ecoturismo debido al balneario que se encuentra en la propia aldea. Además de esto, camiones repartidores de alimentos ingresan a la aldea para surtir pequeñas tiendas de conveniencia que promueven el comercio en la zona. Asimismo, el transporte en mototaxi es otra forma de ingreso a la economía de la aldea.

Debido a la demanda de turistas en el municipio de Puerto Cortes y de sus alrededores y promoviendo la diversificación del turismo y promoción de encadenamiento productivos para incrementar el nivel de ingresos y las condiciones de vida, la municipalidad de Puerto Cortés ha decidido gestionar el diseño de pavimento para 2km de la carretera hacia la aldea El Bálsamo con el fin de favorecer a sus pobladores a transportarse al casco urbano con mayor facilidad y promover un desarrollo socioeconómico a la zona.

## **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La Aldea El Bálsamo cuenta con una tasa de crecimiento de población del 1.4% desarrollando una población de 486 habitantes (*INE Censo Nacional de Población y Vivienda 2013 estimada y proyectada al 2019*) los cuales viven de actividades económicas como el ecoturismo por el balneario "Los Laureles", el transporte en mototaxi y buses, comercios como pequeñas tiendas de conveniencia y granjas. Sin embargo, la carretera que conduce hasta la aldea carece de pavimento y de un adecuado diseño geométrico,

asimismo carece de un sistema de drenaje que escurra el agua lluvia que se genera a lo largo del año por ser una zona montañosa y lluviosa. Al no contar con lo mencionado anteriormente, esto atrasa el crecimiento socioeconómico e impide la comunicación vial hacia la zona en épocas de lluvia. Una vez identificado el interés y la necesidad de la aldea El Bálsamo y sus pobladores, se demuestra que requieren de una vía de comunicación que incentive su desarrollo socioeconómico.

#### 2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“La aldea El Bálsamo, Puerto Cortés carece de una infraestructura vial adecuada para el tráfico vehicular, que permita el crecimiento socioeconómico y urbanístico de la zona aprovechando su potencial turístico.

#### 2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el diseño óptimo de pavimento del tramo carretero desde la estación 0+000 en La Corozona hasta la estación 2+019 hacia la aldea El Bálsamo, Puerto Cortés de forma tal que permita mejorar la accesibilidad en la zona potenciando su desarrollo ecoturístico?

### **2.3 JUSTIFICACIÓN**

La aldea El Bálsamo cuenta con una población de 458 habitantes (Cortés, 2019) hasta el año 2019 que se encuentra en subdesarrollo y es por eso que existe el interés y la necesidad de los pobladores de tener una carretera de fácil acceso que les permita comunicarse mediante una vía segura y estable a las zonas ecoturísticas como ser el balneario Los Laureles (*v. Ilustración 1*) que se encuentra dentro de la aldea. La municipalidad de Puerto Cortes tiene como finalidad llevar la gestión del proyecto de vía de comunicación de pavimentación hidráulica para poder explotar el turismo en la zona y mejorar las condiciones de vida de la población. La viabilidad del proyecto ayuda a generar desarrollo urbanístico y socioeconómico por sus actividades económicas aparte del turismo como el transporte, vías de acceso hacia residencias ubicadas a 170 m de la estación

0+000, además de facilitar el transporte de los pobladores y el acceso para camiones repartidores que comercializan con tiendas de conveniencia de la aldea.



*Ilustración 1. Balneario Los Laureles ubicado en la aldea El Bálsamo.*

Fuente: (Turismo, 2019)

## **2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Con qué propiedades topográficas y geométricas cuenta el tramo existente desde La Corozona hasta la estación 2+019?
2. ¿Cuáles son los principales accidentes geográficos que intervienen en el diseño de la vía de comunicación?
3. ¿Qué características geotécnicas posee el suelo para optimizarlo en el diseño del pavimento?
4. ¿Cuál será el diseño geométrico más óptimo que requiere la vía de comunicación?
5. ¿Cuál será el espesor de la subestructura más óptimo y qué carpeta de rodadura es la más adecuada?
6. ¿Qué sistema de drenaje longitudinal y transversal requiere la vía para evacuar las aguas superficiales y no afecte la estructura del pavimento?
7. ¿A cuánto asciende el presupuesto total del proyecto de pavimentación de 2kms con carpeta de concreto hidráulico y sistema de drenaje y cuál será el tiempo estimado de duración para la ejecución del proyecto?

## **2.5 OBJETIVOS**

Sabiendo cuáles son las necesidades con las que cuenta la Aldea El Bálsamo, se han planteado una serie de objetivos que conllevará la finalidad del proyecto estableciéndose en un objetivo general y una serie de objetivos específicos, los cuales serán puntuales, breves y concisos de acuerdo a la necesidad de la población.

### **2.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar 2 km de pavimento desde el tramo final de pavimento de La Corozona desde la estación 0+000 hasta la estación 2+019 que dirige hacia la aldea El Bálsamo, Puerto Cortés para que permita mejorar las condiciones socioeconómicas de la comunidad. Utilizando el Manual de Carreteras de Soptravi.

### **2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar un levantamiento topográfico para el tramo de 2km delimitado por el eje central, calles y lotes.
2. Evaluar las propiedades del suelo que se encuentra en el entorno de la carretera para un diseño adecuado de pavimento.
3. Optimizar la ruta existente para el diseño geométrico de la carretera.
4. Definir el espesor de la subbase y carpeta de rodadura más adecuada para el tránsito.
5. Diseñar un sistema de alcantarillado para aguas superficiales de manera que solucione la problemática de inundaciones en la zona.
6. Elaborar un presupuesto factible y económico para el diseño de la carretera junto con el drenaje de aguas superficiales.
7. Planificar un cronograma de actividades eficiente y eficaz para la ejecución del proyecto.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Honduras es un país que se encuentra en vías de desarrollo, del cual carece de infraestructura vial y a su vez de sistemas adecuados de drenajes que eviten el deterioro de la misma carretera. Según el Fondo Vial Hondureño, De la Red Oficial de Carreteras de Honduras, 2,976 km el cual representan un 21.2% están pavimentados y 11,069 km que equivalen un 78.8% No están pavimentadas. (Honduras, s.f.) Lo cual genera un impedimento para el desarrollo económico del país, obstruyendo el incremento a la economía contemplando el sector turístico, agrícola y ganadero y a su vez al desarrollo capital humano.

La densidad de carreteras (13 km por cada 100 km<sup>2</sup>) es la más baja de la región, situación que está, en parte condicionada por la extensa cobertura de bosques del país, a lo cual se agrega que no cuenta con un sistema de planificación vial establecido y regular que optimice el sistema de transporte de forma integral, por lo que la red carretera no ha evolucionado conforme al crecimiento poblacional y productivo. (general, 2018)

##### 3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

La infraestructura de carreteras provee el crecimiento económico de cualquier país, permitiendo principalmente ser una vía de comunicación para las diferentes regiones. A nivel Latinoamericano y del Caribe se presentan insuficiencias lo cual impide el desarrollo para estos países. A pesar de que la región cuenta con carreteras, en comparación con otras regiones la infraestructura y el saneamiento de aguas superficiales se encuentran retrasados en base a carreteras construidas en la región asiática denominada como "Los Tigres de Asia". El siguiente gráfico compara los niveles de la infraestructura de América Latina y el Caribe y Los Tigres de Asia y la infraestructura ya existente en las respectivas regiones.

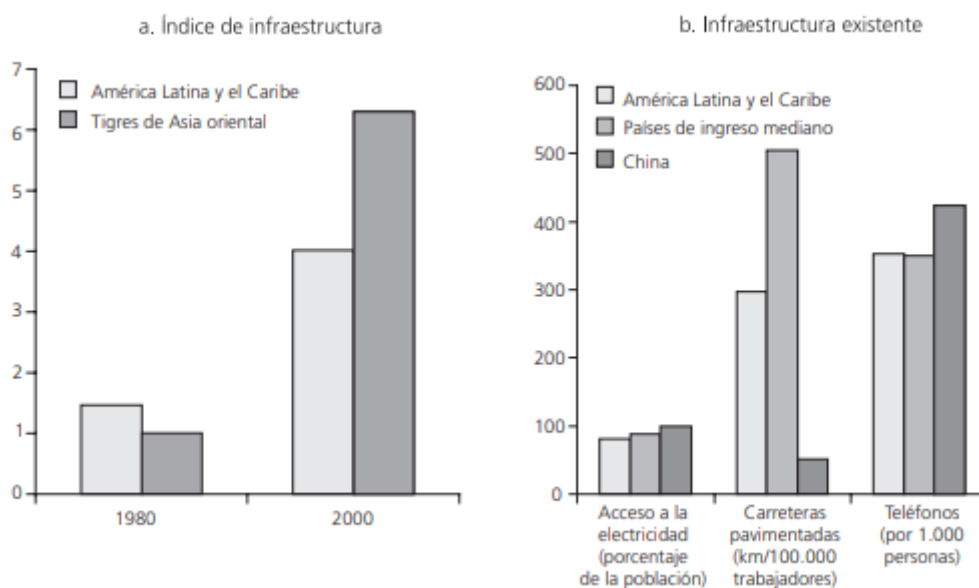


Ilustración 2. Infraestructura e Infraestructura existente

Fuente: (Fay & Morrison, 2007)

Según los gráficos presentados anteriormente, La región latinoamericana para el año 2000 presenta un índice menor de infraestructura en comparación a la región asiática. No obstante, en cuanto a las carreteras existentes estas presentan los servicios básicos como energía eléctrica y telefonía, aunque su nivel de crecimiento sigue siendo bajo en comparación a la región asiática, exceptuando China en cuanto a carreteras pavimentadas.

Como se ha observado, la insuficiencia de la infraestructura está obstaculizando el crecimiento económico y la lucha contra la pobreza. Según los estudios realizados, el impacto del crecimiento es notable: si la infraestructura de la región alcanzara un nivel semejante al de Corea (que representa la mediana de los tigres de Asia oriental), el crecimiento del PIB per cápita podría incrementarse cerca del 4%. Asimismo, se podría reducir la desigualdad entre el 10% y el 20%, lo que significaría un crecimiento más favorable a los pobres (Calderón y Servén, 2007).

Aunque la vía o carretera se encuentre pavimentada es necesario que cuente con un adecuado sistema de drenaje de aguas superficiales. Las fuertes lluvias y tormentas tropicales provocan fallas estructurales en el pavimento por la acumulación de agua e inundaciones. Al infiltrarse el agua, el pavimento se deteriora y genera desgaste para los vehículos que le transitan. Por otro lado, las inundaciones provocan incomunicación y pérdidas económicas.

Un ejemplo ampliamente conocido es el de Barranquilla, Colombia. La frecuente ocurrencia de lluvias convectivas locales intensos convierte a las calles centrales de la ciudad en una especie de ríos urbanos, con elevadas alturas de agua y potentes velocidades de flujo. Estas inundaciones ocurren por una densa concentración urbana que ha desatendido la conservación del drenaje natural y la protección ambiental de los arroyos que atraviesan la ciudad, además de desaciertos en las regulaciones de uso del suelo urbano. (Arroyo, 2016)

### 3.1.1.1 CALLE 5 SE, ESTELÍ

Se dice que Nicaragua es uno de los países que contiene una de las mejores infraestructuras viales a nivel de Centroamérica.

Nicaragua ha experimentado un crecimiento económico sostenido como resultado del buen manejo disciplinado de sus políticas fiscales, financieras, monetarias y cambiarias.

La legislación y procedimientos administrativos relacionados a negocios han contribuido a un fuerte ingreso de inversión extranjera en los últimos años.

Más aun, el excelente desempeño económico ha sido reconocido por el Fondo Monetario Internacional (FMI), a través de una serie de revisiones durante los últimos años. En la más reciente revisión en marzo del 2015 el FMI destacó que el reciente desempeño económico ha sido favorable. (Vilchez, 2016 , pág. 12)

Se realizaron estudios de suelos y de tráfico para poder desarrollar un diseño de infraestructura vial para la carretera de Estelí, Nicaragua. Estos datos son necesarios para crear una vía que esté destinada a una proyección de durabilidad aproximadamente a 20 años.

Factor de Crecimiento (FC)

Se obtiene el factor de crecimiento (Fc) del tránsito por medio de la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{(1+l)^n}{l} * 365$$

*Ecuación 1. Factor de crecimiento.*

Fuente. (Vilchez, 2016 , pág. 15)

Dónde:

l = Tasa de Crecimiento

n = Periodo de Diseño = 20 años

365 = Días del Año

Periodo de Diseño de acuerdo a la funcionalidad de la red vial básica del MTI, el tramo analizado es del tipo Autopista Regional, por conectar a los países centroamericanos entre sí, es alta importancia para el país, el periodo mínimo es de 20 años y el máximo de 50, se consideró que la construcción de la carretera se hará de manera integral para un periodo de diseño de 20 años.

Factor Carril: Se refiere al número de carriles por sentido para los cuales se está diseñando. El factor de carril que utilizaremos será de 100%, ya que estamos considerando que la carretera será diseñada para 2 carriles de circulación (1 por sentido).  $fc=1$ .

Factor de Distribución: Este factor se refiere a la distribución direccional del tránsito. Le asignaremos 50% del tráfico para cada sentido de la vía. Por lo tanto, tomamos el valor de  $FD = 0,5$  (Vilchez, 2016 , pág. 15)

Para la obtención del tráfico de diseño, habiendo obtenido previamente el tráfico promedio diario anual (TPDA), factor de crecimiento (FC), factor de distribución (FD) y factor de carril (fc). Se empleó la siguiente formula:

$$TD = TPDA * FC * FD * fc$$

*Ecuación 2. Tráfico de Diseño*

Fuente. (Vilchez, 2016 , pág. 21)

## ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

El método que se utilizó para realizar el diseño de la estructura de pavimento en este trabajo monográfico fue el de la A.A.S.H.T.O. 93, este método involucra los estudios abordados anteriormente.

En Nicaragua no existe método específico para el diseño de estructura de pavimento.

Para el diseño de carpeta de rodamiento de adoquín, los métodos más usados son:

- Método Directo
- Murillo López De Souza
- Método Argentino
- Método Británico

- AASHTO

Por lo que el método de A.A.S.H.T.O es el más usado y cuenta con dos técnicas de diseño para estructuras de pavimento: rígido y flexible. Para el diseño propuesto a continuación se utilizó el método flexible tomando ciertas consideraciones: Suponer que el pavimento de adoquín trabaja como pavimento flexible, está basado en la forma cómo este asimila las cargas y las transmite a los demás miembros de la estructura de pavimento, trabajando de forma articulada y a la vez como una pequeña losa.

En Nicaragua se utilizan 4 tipos de carpeta de rodamiento en la construcción de carreteras: macadam, asfáltica, de concreto y adoquinado. Debido a su fácil trabajabilidad y otras características se eligen adoquines de hormigón en este estudio (se excluye el macadam por tratarse de carretera urbana). En todo caso resulta una alternativa económica y de mantenimiento

El método A.A.S.H.T.O, contempla la implementación de modelos matemáticos donde se ven involucradas variables que condicionan el desarrollo de estos.

Luego de obtener las características y propiedades Físicas y Mecánicas de los Materiales (Sub-Rasante y Bancos) existente en todo el Proyecto por medio de los Ensayes de Laboratorio, así como los datos del Estudio de Tránsito Vehicular calculado se procede a efectuar el Diseño de Pavimento siguiendo la metodología propuesta por la guía AASHTO-93. (Vilchez, 2016 , pág. 33)

### 3.1.1.2 DRENAJE PLUVIAL BARRIO SAN VICENTE SURORIENTAL- SAN CRISTÓBAL- COLOMBIA

Conforme la población de una región crece, de manera proporcional la demanda de servicios públicos de igual manera crece. Al existir urbanización es necesario desarrollar infraestructura para los asentamientos en esas zonas. Uno de estos servicios es un buen sistema de alcantarillado de aguas superficiales. Que cuente con el adecuado diseño para llevar aguas lluvias a desembocar a ríos y darles un tratamiento de maneja que se controlen las inundaciones en las zonas donde presenten el alto riesgo de las mismas.

Se realizó el diseño de la red de alcantarillado pluvial para el barrio San Vicente Sur-Oriental, localizado al sur de la ciudad de Bogotá D.C, como solución a la problemática de inundación que enfrentan los habitantes de los barrios aguas abajo del sitio de estudio, este evento sucede por falta de capacidad en el sistema existente. (Pardo, 2018)

Se debe determinar el caudal de diseño de la escorrentía superficial para determinar las dimensiones de los colectores y canales que se van a realizar.

Para realizar el diseño de la red de alcantarillado pluvial, se debe realizar en cálculo donde se establece el caudal de diseño que se debe utilizar en los colectores y canales, este cálculo se realiza a través del método racional que se aplica a áreas de diseño menores a 10 Ha. La ecuación es:

$$Q = C * I * A$$

### *Ecuación 3. Caudal de diseño*

Donde:

- Q= Descarga estimada en el sitio determinado (L/s)
- C= Coeficiente de escorrentía (Adimensional)
- I= Intensidad de lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y para el periodo de retorno determinado (L/sHa).
- A= Área de drenaje

El coeficiente de escorrentía se determinó de la siguiente tabla según el tipo de superficie:

TIPOS DE SUPERFICIE	C
Zonas Urbanizadas (áreas residenciales, comerciales, industriales, vías, andenes, etc)	
Cubiertas	0.85
Superficie de asfalto	0.80
Superficie de concreto	0.85
Superficie adoquinada	0.75
Vías no pavimentadas y superficies con suelos compactados	0.60
Zonas Verdes (Jardines, parques, etc)	
Terreno plano (Pendiente menor al 2%)	0.25
Terreno promedio (Pendiente entre el 2% y el 7%)	0.35
Terreno de alta pendiente (Pendiente superior al 7%)	0.40

Fuente. EAB-Norma Técnica NS-085

*Tabla 2. Valores de Coeficiente de escorrentía.*

Fuente: (EAB)

#### INTENSIDAD DE LLUVIAS

La Intensidad de Lluvias se determinará mediante los estudios topográficos, hidrológicos, físicos y geológicos que caracterizan la zona afectada. Los factores climatológicos son fundamentales para determinar las precipitaciones, evaporaciones, temperatura, aire y humedad del viento. Mediante un pluviómetro se determinan las precipitaciones expresadas en mm registrándose a intervalos diarios, mensuales o anuales. El cálculo de la intensidad se puede obtener por medio de las curvas IDF (Intensidad- Duración- Frecuencia) para obtener los

caudales máximos en un determinado tiempo de retorno. Estos se determinan mediante la ecuación

$$I = C_1 (Duración + x_0)^{C_2}$$

Ecuación 4. Cálculo de Intensidad de Lluvias

Donde C1, X0 y C2 son constantes obtenidas por los estudios en los diferentes tiempos de retorno.

En el gráfico se muestran los resultados obtenidos de la intensidad de lluvias mediante las curvas IDF.

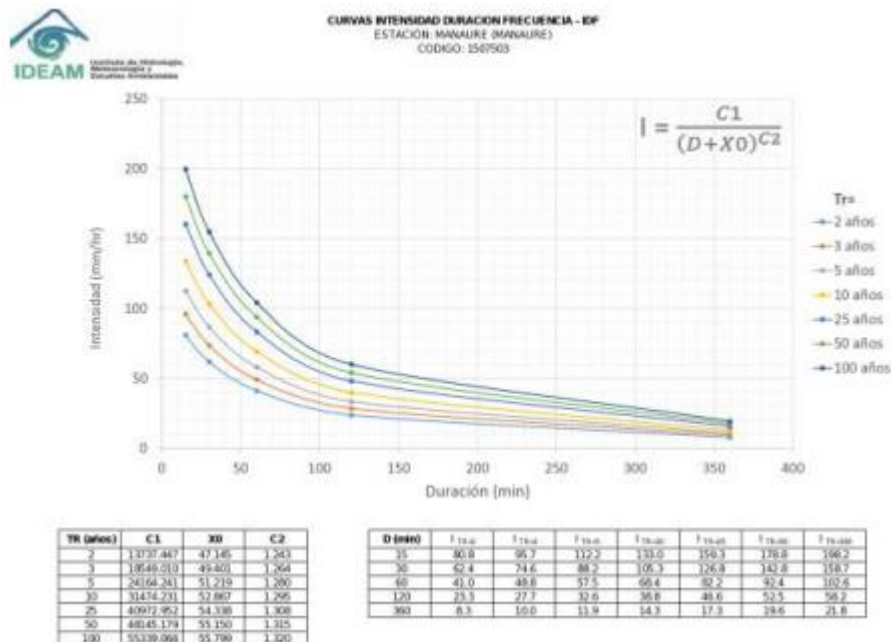


Ilustración 3. Resultado de Curvas IDF

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/curvas-idf>

#### PERIODO DE RETORNO

El periodo de retorno para implementar en el diseño, se determina de acuerdo a las características de protección y la importancia que tenga el área de drenaje. A continuación, se menciona el periodo de retorno que se debe utilizar de acuerdo al escenario que se esté presentando. (Pardo, 2018)

La siguiente tabla muestra la característica de drenaje y el respectivo tiempo de retorno en años.

<b>CARACTERISTICA DE DRENAJE</b>	<b>AÑOS</b>
<i>Red secundaria alcantarillado, zona residencial, comercial, industrial o mixta.</i>	5
<i>Tramos de la red troncal de alcantarillado.</i>	10
<i>Canalizaciones abiertas que drenan áreas hasta 100 Ha</i>	25
<i>Canales abiertos mayores a 100 Ha. Hay adecuación de cauces de ríos y quebradas.</i>	50

Tabla 3. Periodos de Retorno de Diseño

Fuente: EAB-Norma Técnica NS-085

#### TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración es determinado justo después que la lluvia o precipitación haya culminado, este estudia la escorrentía en el lugar donde se considerará crítico. Para ello se estima un tiempo mínimo de 8 minutos de concentración y un tiempo máximo de 15 minutos.

#### ÁREAS DE DRENAJE

Las áreas se determinan para cada tramo de la red de alcantarillado pluvial que se desea diseñar, además solo debe incluirse dentro del cálculo cuando su aporte por escorrentía aporte al tramo de diseño. La unidad de medida para el área tributaria debe ser en hectáreas. (Pardo, 2018)

#### TUBERÍA DE PVC

El diseño se realizó con tubería PVC, los valores de diámetros internos fueron tomados del catálogo de PAVCO, por ser una marca comercial en Colombia; la referencia utilizada fue NOVAFORT S8 la cual está constituida como tubería de mayor resistencia al tránsito vehicular, esto se realizó para tener resultados más confiables; se asoció el n de Manning como 0.01 ya que el interior de la tubería es liso. (Pardo, 2018)

#### PENDIENTES

Las pendientes fueron calculadas por diferencias de elevaciones determinadas por las diferentes elevaciones de las zonas. El relieve en la zona es bastante alto por lo que respectivamente sus pendientes serán muy elevadas y bruscas.

#### VELOCIDAD

Velocidad mínima está condicionada a tener un esfuerzo cortante mayor o igual a  $0.3g/m^2$

Velocidad máxima para PVC no puede ser más de 9 m/s según establece la norma.

#### DIÁMETROS

Los diámetros resultantes del análisis se presentan mediante la siguiente tabla.

$\phi$ Real Interno	Relación Máx. $Y/\phi$
mm	%
Menos a 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor a 1000	85

Tabla 4. Relación Máxima de Invertida

Fuente: EAB-Norma Técnica NS-085

#### RESULTADOS

Se diseñaron seis (6) colectores principales de alcantarillado pluvial, con descarga en redes existentes, cuatro (4) de ellos se conectan al sistema de alcantarillado pluvial, mientras los otros dos (2) colectores se conectan a una red troncal de alcantarillado combinado; tres (3) de estos interceptores cuentan con ramales para realizar la evacuación total del agua lluvia en el barrio San Vicente Sur Oriental. La **figura 4** muestra la distribución de los colectores proyectados.

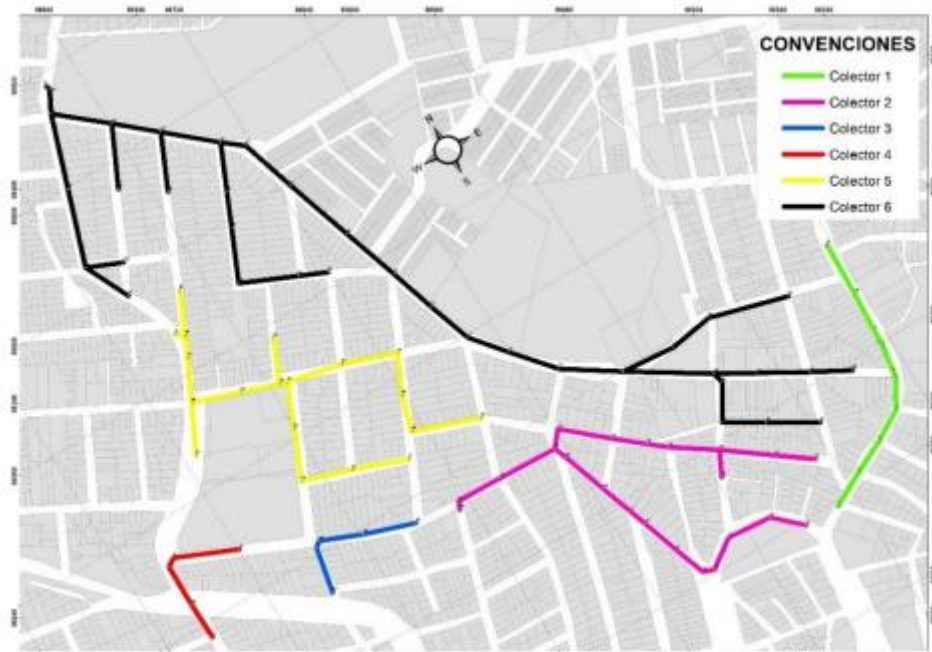


Ilustración 4. Alcantarillado Pluvial Proyectado

Fuente: (Pardo, 2018)

Los resultados de los datos y resultados finales de uno de los colectores se encuentran en la **tabla 5**.

Ramal	Longitud de red (m)	Diámetro	Caudal (l/sg)	Área Tributaria (Ha)
1	162.40	315mm – 355mm	128.22	0.79
2	198.70	315 mm	133.04	0.81
3	250.65	315mm – 355mm	261.39	1.61
4	64.60	315mm	103.21	0.62
5	70.85	315mm	107.67	0.65
6	225.20	315mm – 355mm	115.92	0.72
7	41.15	315mm	25.80	0.16

*Ilustración 5. Información Ramales de Colector N°6*

Fuente: (Pardo, 2018)

Según la modelación realizada en SewerGEMS, el sistema de alcantarillado diseñado cuenta con la capacidad suficiente para transportar el agua lluvia con un periodo de retorno de 5 años, sin embargo, en caso que se presente una precipitación con un tiempo de retorno mayor a 10 años, la red puede llegar a presentar problemas en cuanto a su capacidad. (Pardo, 2018)

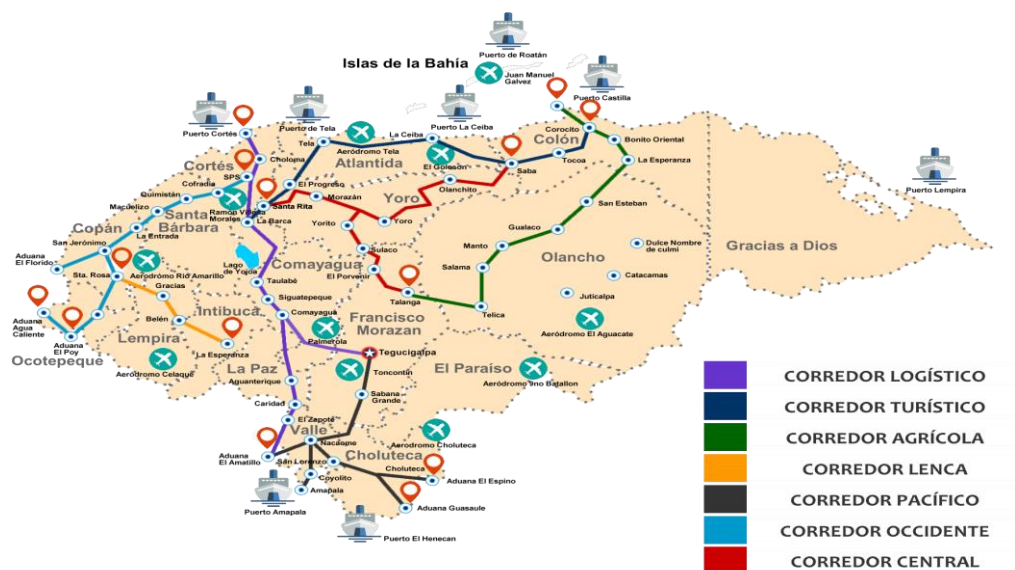
### 3.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. (Muñoz, 2019)

“Las Carreteras de Honduras tienen una extensión de 14,044 kms de longitud, que corresponden a la Red Vial Oficial, sin embargo, la infraestructura vial total del país es de 25,000 km” (Carreteras en Honduras, 2018, pág. 1).

Este grupo de carreteras en Honduras se clasifica en Red vial Primaria, Red vial Secundaria y red vial vecinal. El resto de vías está formado por lo que se denomina Red vial Terciaria.

En la Red Oficial de Carreteras de Honduras, 2,976 km. que representan un 21.2% están pavimentados y 11,069 km que equivalen un 78.8% no están pavimentadas; la red primaria es el conjunto de carreteras que estructuralmente son vitales para la red vial del país o que unen las principales ciudades o sitios de mayor importancia nacional e interdepartamentales ya sea pavimentadas o no pavimentadas. (Carreteras en Honduras,



2018)

Fuente: (Secretaría de Recursos Naturales y Ambientes (SERNA), 2004)

El municipio de Puerto Cortes, originalmente llamado Puerto Caballos, es un ciudad y principal puerto de Honduras situado en el norte del departamento de Cortes, en la costa de la del caribe y contiguo con la laguna de Alvarado.

El área urbana de Puerto Cortés se sitúa en el extremo sur de una pequeña península, separada de tierra firme por la laguna de Alvarado. La ciudad tiene una extensión de 7 km, de este a oeste, y 4,5 km de norte a sur. El municipio del cual Puerto Cortés es cabecera posee una extensión territorial de 391.2 km<sup>2</sup>. 38 aldeas y caseríos se ubican también en este territorio. El municipio de Puerto Cortés limita: Al norte con el golfo de Honduras; al sur con el municipio de Choloma; al este con los municipios de Tela y El Progreso; al oeste con los municipios de Omoa y Choloma. Su ubicación es en los 15° 48' 00 latitud norte y 87° 57' 00 longitud oeste. (Cortes, 2019)

La estructura de pavimento deberá ser diseñado por cualquiera de los métodos siguientes: del Asphalt Institute, AASHTO, de Diseño de Refuerzos, método basado en Criterios de Reducción de Deflexiones y en base a estos resultados adoptar la estructura de pavimentos a tener en cuenta los criterios siguientes: Distancia de visibilidad, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, secciones transversales, tránsito, seguridad, medio ambiente, señalización, retornos, entrecruzamientos, rampas, abocinamientos. (SOPTRAVI, 2019)

### **3.2 TEORÍAS DE SUSTENTO**

Los diseños de pavimentos rígidos se realizan cumpliendo con las normativas y parámetros especificados en Honduras, por el Manual de Carreteras de la secretaria de obras públicas transporte y vivienda (SOPTRAVI). Donde se especifica los pasos y directrices para la elaboración del mismo. Este se utiliza para el diseño en redes viales secundarias y vecinales (Paredes, 2019), tal como es el caso de la carretera hacia la aldea El Bálsamo.

#### **3.2.2 PAVIMENTO RÍGIDO**

##### *3.2.2.1 MÉTODO AASHTO 93*

#### **FACTORES DE DISEÑO**

Módulo de reacción efectivo de la subrasante

Dado que el valor de k efectivo depende de diferentes factores ajenos al módulo de reacción de la subrasante en sí, el primer paso consiste en identificar la combinación de los factores a considerar a fin de poder estimar mediante la tabla que se adjunta (figura 2) el módulo de reacción efectivo.

**TABLA PARA ESTIMAR EL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA RASANTE**

SUBBASE: TIPO \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD DE MANTO  
 ESPESOR (pulg) \_\_\_\_\_ ROCOSO (pies) \_\_\_\_\_  
 PERDIDA DE SOPORTE \_\_\_\_\_ ESPESOR PROYECTADO  
 DE LOSA (pulg) \_\_\_\_\_

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
MES	Módulo de la subrasante M (psi)	Módulo de la subbase E (psi)	Valor de k (pci) compuesto (Figura 106)	Valor de k (pci) sobre manto rocoso. (Figura 107)	Deterioro relativo. $\mu$ (Figura 108)
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
			Sumatorio	Sm =	

Promedio:  $m = Sm/h =$  \_\_\_\_\_  
 Módulo de reacción efectivo, k (pci) = \_\_\_\_\_  
 Corregido por pérdida de soporte: k (pci) = \_\_\_\_\_

Tabla 5. Estimación del Módulo de Reacción Efectivo de la rasante

Fuente: (AASHTO, 1993)

a) Tipo de subbase: diferentes tipos de subbase tienen distintos módulos elásticos (ESB), consecuentemente se debe considerar su efecto, así como su variación del mismo en las distintas estaciones del año.

b) Espesor de subbase (en pulgadas): el espesor de subbase que corresponda a cada tipo de subbase se debe estimar, a fin de poder hacer una evaluación económica de distintas alternativas para diferentes espesores y tipos.

c) Pérdida de soporte (LS): este factor tiene en cuenta la potencial pérdida portante de la subbase (erosión y/o movimientos diferenciales del suelo). En caso de suelos expansivos (arcillas muy activas), los valores de LS considerados son de 2,0 a 3,0 (subrasante).

d) Fundación en roca (en pies): Si debajo de la subrasante, a una profundidad menor de 10 pies, existiera un macizo rocoso su influencia debe ser considerada para esa sección, aunque la longitud que abarque del tramo no sea realmente significativa.

### DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS (P.C.A.)

EJES SIMPLES						
CARGA (ton)	CARGA x Fs (ton)	ESFUERZO ACTUANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	R	REPETICIONES PERMISIBLES	REPETICIONES PREVISTAS	%UTILIZADO DE LA CAPACIDAD TOTAL
13.6	16.3	26.0	0.52	300,000	3,100	1
12.7	15.2	25.0	0.51	400,000	3,100	1
11.8	14.2	23.3	<0.50	Limitadas	-----	0
10.9	13.1	-----	--	Limitadas	-----	0
10.0	12.0	-----	--	Limitadas	-----	0
9.6	11.5	-----	--	Limitadas	-----	0
EJES TANDEM						
24.5	29.4	29.3	0.59	42,000	3,100	7
23.6	28.3	28.2	0.57	75,000	3,100	4
22.6	27.2	27.4	0.55	130,000	30,360	23
21.8	26.1	26.6	0.54	180,000	30,360	17
20.8	25.0	25.6	0.52	300,000	48,140	16
20.0	24.0	24.5	<0.50	Limitadas	-----	0
19.0	22.8	-----	--	Limitadas	-----	0
18.1	21.8	-----	--	Limitadas	-----	0

S = 69%

que se indica en la figura 4 y entrando con el espesor de la subbase (DSB) en base a los módulos de la subrasante y de la subbase (MR y ESB respectivamente) se determina el módulo compuesto k (psi). Si la losa apoyara directamente sobre la subrasante, el módulo de reacción compuesto de subrasante se define mediante la siguiente expresión teórica.

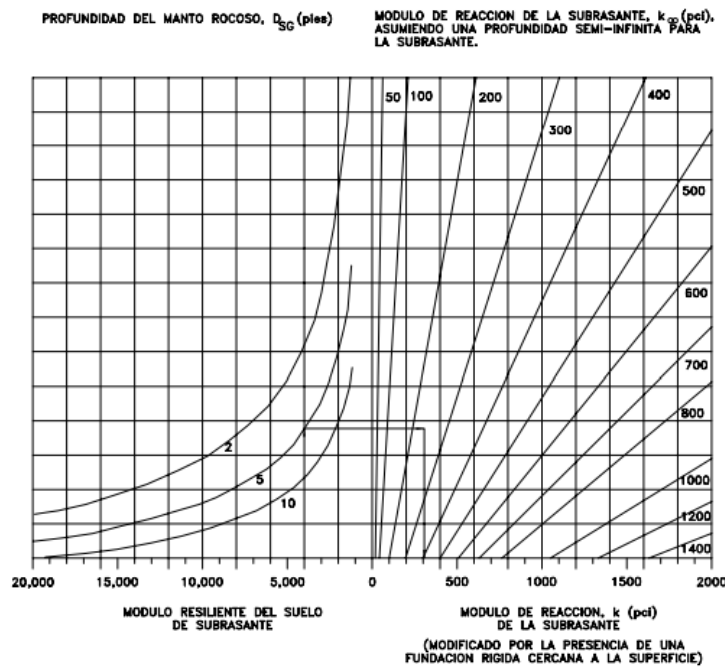
$$k = MR / 19,4$$

*Ecuación 5. Módulo Resiliente*

MR = módulo resiliente de la subrasante

$k$  = valor resultante del ensayo de plato de carga

En el  
quinto  
paso se



EJEMPLO:  
 $M_R = 4000$  pcf  
 $D_{SG} = 5$  pies  
 $k_{\infty} = 230$  pcf  
SOLUCION:  $k = 300$  pcf

considera el efecto de fundación en roca; este paso se excluye en el caso que el manto rocoso se ubique a una profundidad mayor de 10 pies. Mediante la carta que se transcribe (v. Ilustración 13) se calcula el módulo modificado por presencia de una fundación rocosa entrando con el módulo de la subrasante y en base a la profundidad del manto rocoso y al módulo compuesto ( $k$ ) estimado, se determina el módulo modificado.

Ilustración 6. Carta para modificar el módulo de reacción de la subrasante.

Fuente: (AASHTO, 1993)

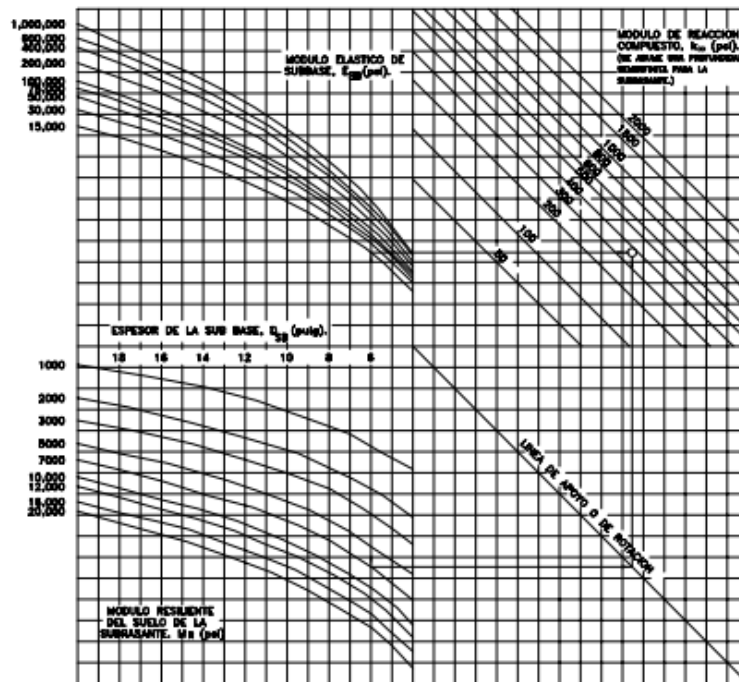


Ilustración 7. Carta para estimar el módulo de reacción compuesto de la subrasante.

Fuente: (AASHTO, 1993)

En el sexto paso, estimando un espesor de losa requerido y en base a la carta (v. Ilustración 15), entrando con el valor de  $k$  compuesto (psi) y el espesor de losa estimado se obtiene el valor del deterioro relativo ( $U_r$ ) para cada estación (columna 6).

El séptimo paso consiste en dividir la sumatoria de los deterioros relativos por el número de estaciones (o meses según correspondiera). El módulo de reacción efectivo de la subrasante es el valor que corresponde a ese promedio y al espesor de losa estimado, que se obtiene de la ilustración 8.

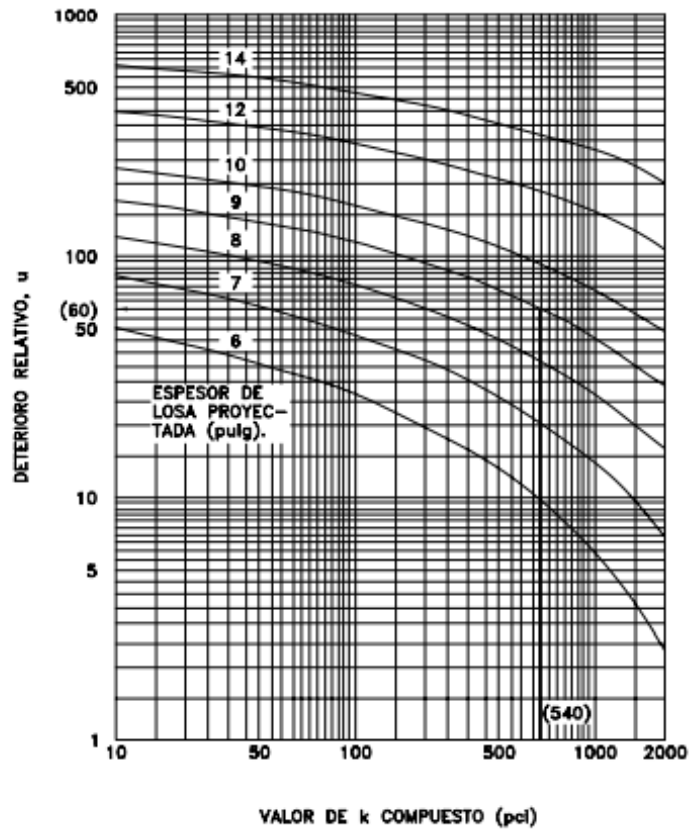


Ilustración 8. Carta para estimar el deterioro relativo de un pavimento rígido.

Fuente: (AASHTO, 1993)

El último paso en el proceso consiste en ajustar el módulo obtenido teniendo en cuenta una potencial pérdida de soporte de la subbase. Mediante el gráfico de la figura 9 en base al módulo efectivo y al valor de LS, se determina el módulo de reacción efectivo de la subrasante corregido por una potencial pérdida de soporte.

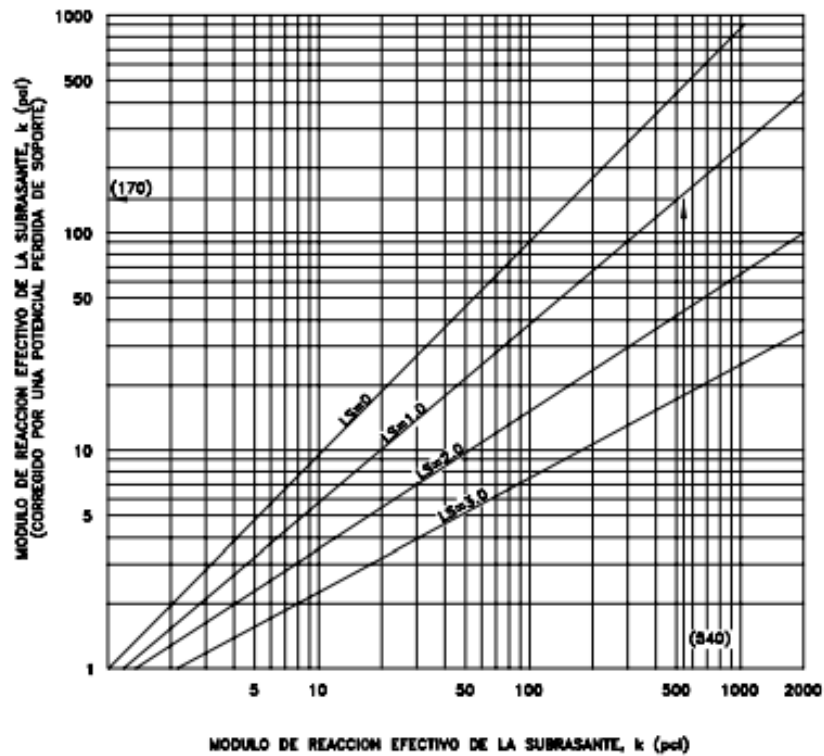


Ilustración 9. Correcciones del módulo de reacción efectivo de la subrasante

Fuente: (AASHTO, 1993)

Si se desea utilizar dicho valor ( $S_c$ ), se le debe hacer un ajuste, basado en la desviación standard del módulo (SDS) y en el porcentaje (PS) de la distribución de tensiones, que se considere que normalmente pueden caer debajo del valor especificado, siendo:

$$S'c (\text{promedio}) = S_c + Z (SDS)$$

Ecuación 6. Promedio estimado del valor del módulo de rotura.

Donde:  $S'c$  = promedio estimado del valor del módulo de rotura (en psi)

$S_c$  = módulo de rotura (en psi) según las especificaciones de construcción

SDS = desviación standard estimada del módulo de rotura (en psi).

Z = variación normal standard. Siendo:

Tabla 6. Testigos permitidos según valor Z.

<b>Z</b>	<b>PS*</b>
0.841	20%
1.037	15%
1.282	10%
1.645	5%
2.327	1%

Fuente: (AASHTO. 1993)

\* Número de testigos permitidos (en %) que pueden registrar una resistencia menor a la especificada.

#### COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA

Este coeficiente (J) tiene en cuenta la capacidad del pavimento de concreto para transferir (distribuir) las cargas a través de discontinuidades, tales como las juntas o grietas. Para pavimentos proyectados con juntas que no incluyan elementos de transferencia de carga (pasadores, barras), el valor de J recomendado es de 3.8 a 4.4. Si se colocan en las juntas los elementos de transferencia de carga o se refuerza el espesor de la losa en el área de juntas, se recomienda  $J = 3.2$ .

#### COEFICIENTE DE DRENAJE (CD).

En la tabla que se adjunta, se dan los valores de CD recomendados, dependiendo de la calidad del sistema de drenaje proyectado y del tiempo, durante un año, en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación. Esta condición lógicamente dependerá del promedio de lluvias anuales y de las condiciones de drenaje prevalecientes.

Valores Recomendados para el Coeficiente de Drenaje, CD, para el Diseño de Pavimentos Rígidos

Porcentaje de tiempo, durante un año, en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación				
Calidad del Drenaje	Menor que 1%	1-5%	5- 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Buena	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy mala	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Tabla 7. Coeficientes de Drenajes

Fuente: AASHTO,1993

ECUACION DEL NOMOGRAMA:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \cdot k' \cdot D + 7.58 \times \log_{10} (D+1) - 0.08 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1.62 \times 10^{-7}}{(D+1)^{0.48}}} + (4.22 - 0.32p_t) \times \log_{10} \left[ \frac{S'_o \cdot C_d \left[ D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 \cdot k \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

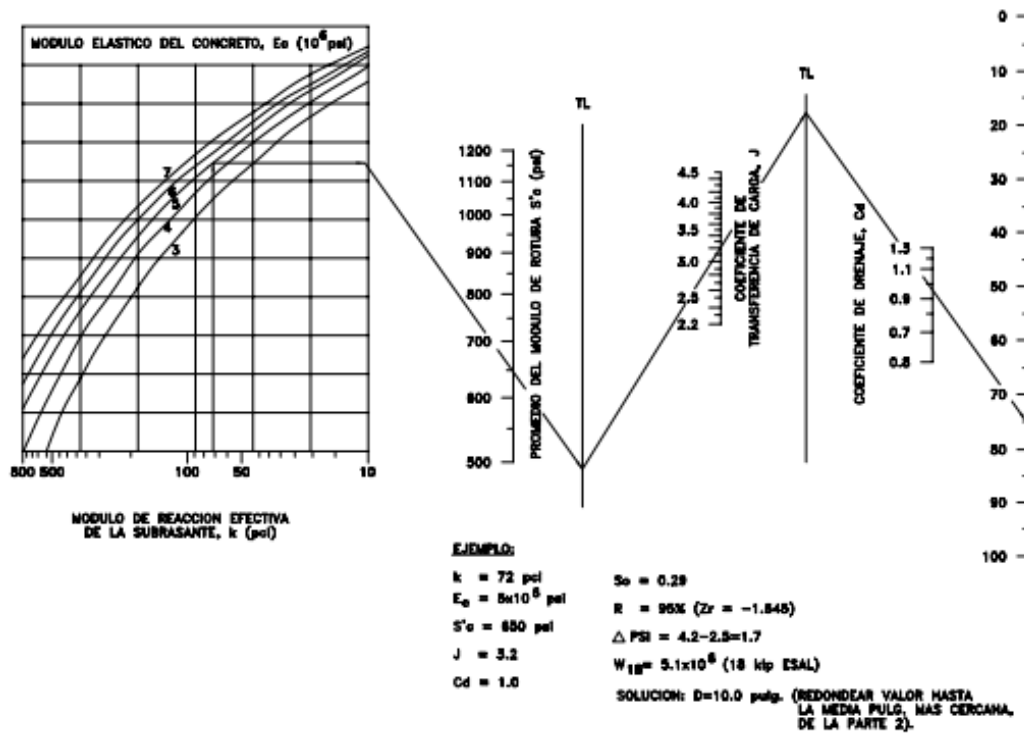


Ilustración 10. Carta de diseño para pavimentos rígidos.

Fuente: AASHTO, 1993

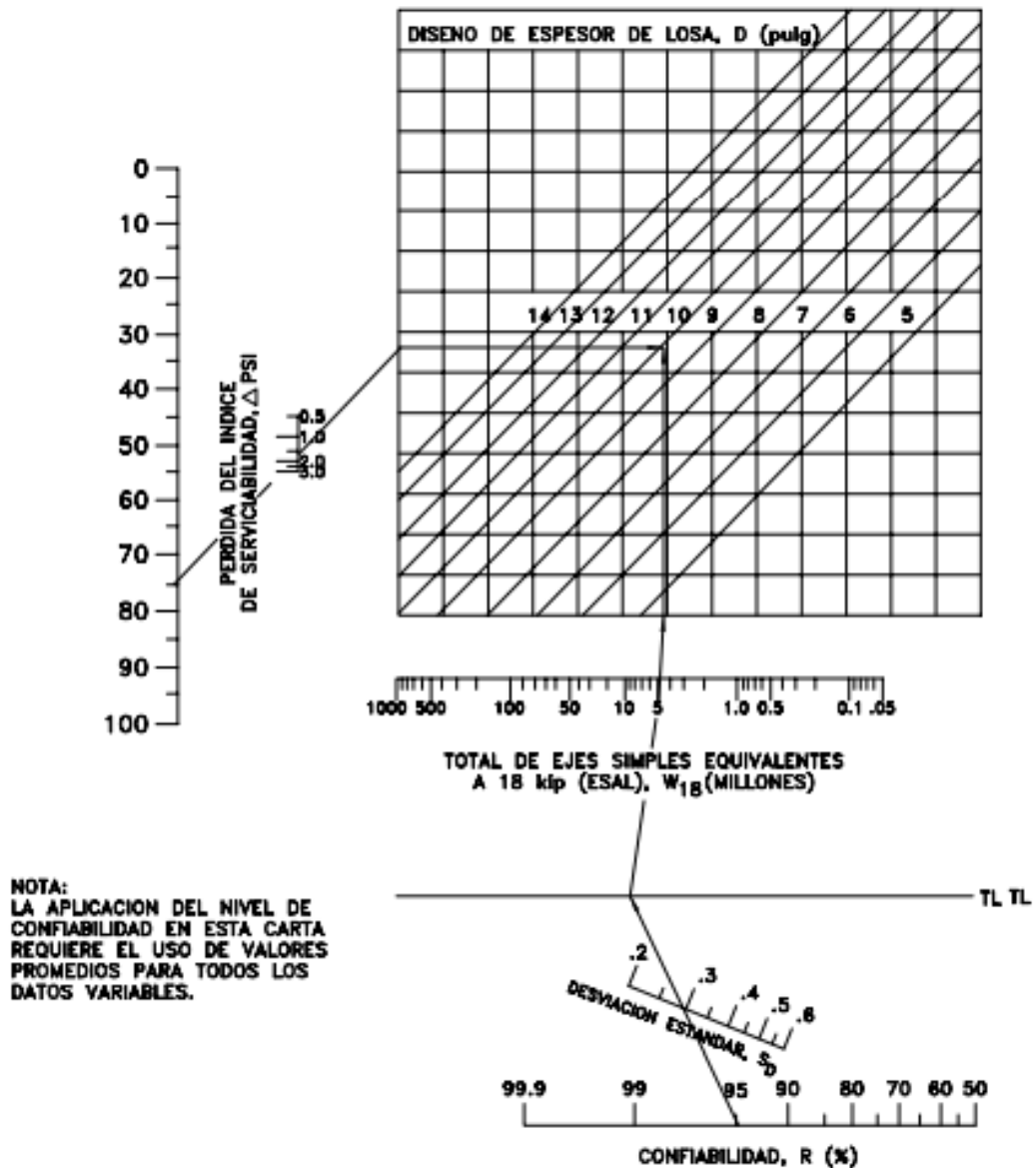


Ilustración 11. Carta de diseño para pavimentos rígidos

Para las condiciones reales existentes en el país es posible sugerir valores para algunas de las variables incluidas en el Nuevo Método AASHTO (1986-1993), pero para la mayoría de ellas se deben adoptar valores acordes a las características del proyecto en estudio.

Nivel de confiabilidad: en base a la clasificación funcional de la carretera y según se trate de urbanas o rurales, podrá variar de 50% a 99.9%. Para arterias principales se recomienda asumir R entre 85 y 90%. Para calzadas de bajo volumen de tránsito se recomienda R= 50%

( $N_{8.2} < 1.0 \times 10^6$  ejes). Para la desviación standard ( $S_o$ ) variables entre 0.30 y 0.40 para pavimentos rígidos, se recomienda adoptar un valor intermedio ( $S_o=0.35$ ).

Coeficiente de drenaje: su valor dependerá de las condiciones del sistema de drenaje proyectado (calidad del drenaje) y de las características hidrológicas y pluviométricas del lugar. Si bien el sistema de drenaje pudiera ser idealmente perfecto, considerando la posible falta de mantenimiento, se lo debe clasificar como bueno o regular.

Teniendo en cuenta las altas precipitaciones anuales, se debe considerar que es posible que la estructura del pavimento permanezca de un 5% a un 25% del año, expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación, consecuentemente se podría asumir  $C_d = 1.00$ .

Coeficiente de transferencia de cargas: considerando que se construirán las juntas transversales (de expansión y de contracción), las de construcción y las de articulación, no sólo unidas de los elementos de transferencia requeridos (pasadores, barras, etc.) sino también espaciadas o ubicadas donde corresponda, se recomienda adoptar para el coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ) un valor de 3.2.

Pérdida de soporte: este valor es requerido para el cálculo del módulo de reacción efectivo de la subrasante. Su estimación tiene en cuenta la pérdida del valor portante de la subbase (ya sea por erosión y/o deformaciones diferenciales del suelo) o su inexistencia; pudiendo variar desde 0.0 (base granular tratada con cemento, límite inferior) a 3.0 (suelos naturales, expansivos, límite superior).

Se sugiere asumir  $LS = 1.0$ , que corresponde al rango superior de materiales tratados con cemento y al inferior de estabilizados con cal y materiales granulares sin tratar.

### 3.2.3 ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

#### 3.2.3.1 TIPOS DE CUNETAS Y ANÁLISIS DE SU NECESIDAD

Las cunetas son canales abiertos junto y a lo largo de la carretera, generalmente paralelos a ella, construidos con el propósito de conducir los escurrimientos del agua del pavimento, hombros y áreas adyacentes.

A continuación, se dan algunos usos y características de las mismas.:

- En perfiles en terraplén suele construirse una cuneta de ancho variable a menudo no por necesidades hidráulicas sino como préstamo lateral para satisfacer la demanda de suelo para terraplén. Estas cunetas tienen sección trapecial; el ancho de base mínimo absoluto es de medio metro siendo preferible en todos los casos no bajar de un metro, para facilitar la construcción y mantenimiento con equipo mecánico. La altura mínima entre rasante y fondo de cunera suele fijarse en 1.2m. Los taludes de las cunetas en terraplén tendrán pendientes variables de 6:1 a 1 ½:1 con talud de corte hasta de ½:1.

Por las razones apuntadas no requieren en general de cálculo hidráulico de capacidad. Sin embargo, en zonas onduladas o montañosas, donde las pendientes longitudinales pueden ser elevadas, conviene verificar las velocidades resultantes desde el punto de vista de la erosión.

En perfiles en corte es necesario construir cunetas laterales para evitar el escurrimiento de las aguas en la zona próxima a los hombros, si los hubiera, o directamente sobre la calzada. Por razones de seguridad al tránsito, suele elegirse la sección triangular de talud 3:1 y talud de corte variable. La profundidad de estas cunetas no será inferior a 0.30 m con respecto al nivel mínimo de la estructura de pavimento que necesite ser drenado y en lo posible deben revestirse para evitar el contacto del agua con la subrasante en algunos casos.

### 3.2.3.2 CANALES DE ENTRADA O SALIDA DE ALCANTARILLAS

Las zanjas de desagüe son surcos laterales razados directamente en el terreno, destinados a conducir las aguas de una alcantarilla pequeña a un punto adecuado situado fuera de la zona de vía.

Dentro de esta categoría se incluyen las rectificaciones y/o desvíos de cauces a fin de cruzarlos bajo el camino con un ángulo adecuado como se indica en el capítulo correspondiente al alineamiento de las alcantarillas.

### 3.2.3.3 ALCANTARILLAS

Una alcantarilla es un conducto hidráulicamente corto que sirve para proveer las facilidades necesarias para el paso de las aguas de un lado al otro de la vía manteniendo, en lo posible, las condiciones naturales del drenaje.

Estas aguas, provenientes principalmente de lluvias, pueden escurrir por ríos, quebradas o correderos de invierno y aún provenir de la captación de las precipitaciones por cunetas y escurrir paralelamente por la superficie alledaña a la calzada.

Para caudales de mayor magnitud y para cruces de mayor ancho los puentes resultan ser más apropiados dependiendo de otros factores tanto geológicos, estructurales como económicos.

De no utilizarse las alcantarillas como conductos de paso para las aguas bajo el terraplén, se puede ocasionar la inundación de la calzada, su debilitamiento por acciones como la filtración, erosión, y depositación de materiales sólidos pétreos o arbustos y hasta árboles de gran tamaño, causando graves perjuicios a los servicios que prestan las vías de comunicación llegando a provocar la reconstrucción de las mismas.

Hidráulicamente, las alcantarillas se definen como conductos cerrados ya que pueden operar con una línea de carga de la corriente de agua por encima de su corona y, por consiguiente, trabajar a presión. Si no opera a caudal lleno es considerada como un canal a superficie libre. La Figura 5.1 presenta las características del flujo en una alcantarilla.

Las alcantarillas pueden ser construidas de diferentes formas: redondas, ovaladas, abovedadas, cuadradas, rectangulares o la combinación de las mismas geometrías.

Los materiales podrán ser concreto reforzado o sin reforzar, mampostería de piedra o metal corrugado.

(SOPTRAVI, TOMO 6 DRENAJE Y PUENTES, 1996)

### **3.3 MARCO CONCEPTUAL**

A continuación, se presenta un listado de terminologías con su significado respectivo que serán empleados a lo largo de este proyecto y que ayudarán a la comprensión del mismo.

#### 1. PAVIMENTO

“Estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por capas de subbase y base” (Giordani & Leone, s. f., pág. 2).

#### 2. CARRETERA

“Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (Manual de carretera (Tomo 4), 1996, pág. 25).

#### 3. CARRETERA PAVIMENTADA

“Carretera cuya superficie de rodadura está conformada con material bituminoso (flexible) o de concreto Portland (rígida)” (Crespo Villalaz, 2005, pág. 1).

#### 4. CALICATA

“Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente

obtener muestras generalmente disturbadas” (Planificación Y Realización De Un Levantamiento De Suelos, s. f., pág. 1).

#### 5. BASE

“Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños” (Zapata ingenieros, s. f., pág. 1)

#### 6. CARRIL

“Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito” (Carreteras en Honduras, 2018, pág. 1).

#### 7. CAJAS DE REGISTRO

“Es una cámara o caja destinada para la inspección y limpieza de la tubería de recolección, ubicada en el interior del inmueble. Sirve para recoger las aguas residuales, pluviales o combinadas provenientes de los domicilios” (INNOVAR, 2014, pág. 1).

#### 8. COMPACTACIÓN

“Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland” (Compactación de Suelo, s. f., pág. 1).

#### 9. DENSIDAD DE POBLACIÓN

“Es la medida más tradicional y usada con mucha frecuencia para expresar el número de habitantes por kilómetro cuadrado. Se calcula dividiendo el número de habitantes de una zona por la superficie total que tiene esa zona” (Instituto Nacional de Estadística Informática, 2006, p. 19).

#### 10. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

“Permite trazar mapas o planos de un área, en los cuales aparecen las principales características físicas del terreno y las diferencias de altura de los distintos relieves, tales como valles, pendientes. Estas diferencias constituyen el perfil vertical” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),s/f, pág. 1).

#### 11. PENDIENTE

“Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica” (Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente (UAH) ,2013, pág. 1).

#### 12. RASANTE

“Perfil del eje longitudinal de la superficie de pavimentación de la vía pública. También se define como el borde del límite de la vivienda” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 35).

#### 13. PERALTE

“Inclinación transversal del camino en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo” (Tecno Carreteras, 2014, pág. 1).

El peralte en sí podría entenderse como un elemento más de seguridad vial, y el papel que juega está muy relacionado con la física. Cuando un vehículo toma una curva, las diferentes fuerzas que actúan sobre él al hacer el giro provocan cierta tendencia a seguir en la dirección inicial, es decir, recto. El peralte contrarresta estas fuerzas, ayudando a que el vehículo permanezca en la vía y evitando su salida de la misma. (Tecno Carreteras, 2014, pag. 1)

#### 14. PERIODO DE DISEÑO

“Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable” (Centro Peruano de Estudios Sociales CEPES, s/f, pág. 1).

#### 15. PERIODO DE RETORNO

“Número de años en que ocurre una intensidad de lluvia y que sirve como parámetro de diseño” (UNESCO, 2007, p. 34).

#### 16. NIVEL FREÁTICO

“Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica” (Refuerzos y Patologías del Hormigón S.L. ,s/f, pág. 1).

#### 17. POBLACIÓN ACTUAL

“Población atendida en el año de inicio de operación de un sistema de alcantarillado sanitario” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 34).

#### 18. POBLACIÓN FUTURA

“Población atendida en el año de alcance de proyecto” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 34).

#### 19. ALCANTARILLADO

“Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de aguas residuales o pluviales” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, pág. 27)

#### 20. CAJAS DE REGISTRO

“Es una cámara o caja destinada para la inspección y limpieza de la tubería de recolección, ubicada en el interior del inmueble. Sirve para recoger las aguas residuales, pluviales o combinadas provenientes de los domicilios” (INNOVAR, 2014, pág. 1).

#### 21. CAUDAL DE DISEÑO

“Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado” (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014, pág. 1).

#### 22. CBR

“Valor soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo” (Guevara Malpartida, 2001, pág. 26).

#### 23. ÁREA TRIBUTARIA

“Superficie que aporta hacia un tramo o punto determinado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 28).

#### 24. CAUDAL POR INFILTRACIÓN

“Agua proveniente del subsuelo, adicional para el sistema separado y combinado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 30).

#### 25. COEFICIENTE DE RETORNO

“Porcentaje del caudal de agua potable que se asigna al caudal de aguas residuales” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 30)

#### 26. PROFUNDIDAD DEL COLECTOR

“Diferencia de nivel, entre la superficie del terreno o de la rasante de la vía y la solera del colector” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 35).

#### 27. DIÁMETRO

“Medida interna real de conductos circulares” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

#### 28. POZO DE SUCCIÓN

“Tanque o estructura dentro del cual las aguas son extraídas por bombeo” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 35).

#### 29. ESTACIÓN DE BOMBEO

“Conjunto de estructuras, instalaciones y equipos que permiten elevar el agua de un nivel inferior a otro superior, haciendo uso de equipos de bombeo” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 32)

#### 30. CONSUMO

“Volumen de agua potable recibido por el usuario en un período determinado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

#### 31. CRITERIOS DE DISEÑO

“Datos básicos que permiten el diseño de una estructura o componente de un sistema” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

#### 32. PAVIMENTO RÍGIDO

Es el que se ejecuta teniendo como material fundamental el hormigón, bien sea en la base o en toda su estructura. Estos pavimentos se clasifican de acuerdo al tipo de hormigón que se emplee. (Giordani & Leone, s. f., pág. 4)

#### 33. CONSUMO

“Volumen de agua potable recibido por el usuario en un período determinado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

#### 34. CRITERIOS DE DISEÑO

“Datos básicos que permiten el diseño de una estructura o componente de un sistema” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 31).

#### 35. DIÁMETRO EFECTIVO

“Diámetro interior real del conducto o tubería en milímetros” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 48)

#### 36. DIÁMETRO NOMINAL

“Número que expresa la dimensión comercial o normalizada de los conductos, tuberías y accesorios expresado en milímetros. Corresponde al diámetro interno de la tubería o accesorio” (Servicio Nacional para la sostenibilidad de Servicios de Saneamiento Básico (SENASBA), 2014, pág. 48).

#### 37. ACUEDUCTOS

“Es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante” (Sociedad y Tecnología CUL , s/f, pág. 1).

#### 38. COMPACTACIÓN

“Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland” (Compactación de Suelo, s. f., pág. 1).

#### 39. CÉDULA DE TUBERÍA

“Es una forma de definir el espesor de la pared de una tubería” (VASITESA, 2016, pág. 1).

#### 40. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

“Puede definirse como la variación media del radio interno de la tubería” (Universidad de Sevilla, 2007, pág. 1).

#### 41. TUBERÍA

Conducto prefabricado, o construido en sitio, de hormigón simple, hormigón armado, plástico, poliuretano de alta densidad, fierro fundido, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumpla con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular. (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 37)

#### 42. TRAMO

“Colector comprendido entre dos cámaras de inspección o pozos de visita” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 36).

#### 43. TRAMOS INICIALES

“Tramos de colectores que dan comienzo al sistema de alcantarillado” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 37).

#### 44. MANTENIMIENTO

“Conjunto de acciones internas requeridas, que se ejecutan en las instalaciones y equipos, para prevenir o reparar daños ocurridos en las mismas” (Ministerio Del Agua Viceministerios De Servicios Básicos, 2007, p. 33).

#### 45. BORDILLOS

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por efecto del bobeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar

erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable.  
(Materiales para concreto hidráulico del libro CMT, 2007, pág.1)

#### 46. TALUD

Un talud es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.  
(IngenieriaReal.com, 2014)

#### 47. TERRAPLÉN

Tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra. (construmatica, construmatica, 2015).

#### 48. RADIO DE CURVATURA

Las circunferencias son curvas de radio constante, pero no todas las curvas utilizadas en el trazado de carreteras son circunferencias, sino que hay curvas como las conoides cuyos radios de curvatura aumentan o disminuyen gradualmente para hacer que la transición a rectas o a otras curvas sea más suave. (construmatica, construmatica, 2015).

#### 49. LONGITUD DE TRANSICIÓN

La longitud de transición se define como aquella sección transversal donde el carril exterior se halla nivel, es decir no posee bombeo, hasta aquella sección donde la calzada tiene peralte máximo. (construmatica, construmatica, 2015)

#### 50. LONGITUD DE APLANAMIENTO

La longitud de aplanamiento es la longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane con respecto al eje de rotación. (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008, pág. 23)

## 51. BOMBEO

Se denomina bombeo a la sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto, el cual tiene como finalidad facilitar el drenaje de las aguas lluvias lateralmente hacia las cunetas. (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008, pág. 20)

## 52. ELEMENTOS DE CONTROL DE TRANSITO

Estas son las diferentes señales y demás elementos en la carretera que influyen para evitar catástrofes y regular el flujo de vehículos que transitan la carretera. (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008, pág. 21)

### **3.4 MARCO LEGAL**

#### 3.4.1 LEY Y REGLAMENTO DE MUNICIPALIDADES

DECRETO NÚMERO 134-90 EL CONGRESO NACIONAL.

DECRETA:

LA SIGUIENTE

#### **LEY DE MUNICIPALIDADES**

**ARTÍCULO 13.-** (Según Reforma por Decreto 48-91) Las municipalidades tienen las atribuciones siguientes:

1. Elaboración y ejecución de planes de desarrollo del municipio;

2. Construcción y mantenimiento de vías públicas por sí o en colaboración con otras entidades;
3. Mantenimiento, limpieza y control sobre las vías públicas urbanas, aceras, parques y playas que incluyen su ordenamiento, ocupación, señalamiento vial urbano, terminales de transporte urbano e interurbano. El acceso a estos lugares es libre, quedando, en consecuencia, prohibido cualquier cobro, excepto cuando se trate de recuperación de la inversión mediante el sistema de contribución por mejoras legalmente establecido.

### 3.4.2 "DECRETO NÚMERO 91"

#### EL CONGRESO NACIONAL

#### **CAPITULO IV PATRIMONIO DEL SERVICIO**

Artículo 4.- El patrimonio del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados estará formado:

- a. Por los bienes y derechos que integran los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario y pluvial y que siendo de propiedad del Distrito Central, Municipios, Juntas de Agua, Juntas de Fomento o cualquier Dependencia Gubernamental, sean traspasados legalmente al Servicio;
- b. Por los bienes y derechos de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado que el Servicio construya;
- c. Por una subvención del Estado, que se procurará no ser menor a las asignaciones que actualmente se consignan en el Presupuesto, para el diseño, construcción y mantenimiento de abastecimientos de agua y alcantarillado a través de organismos nacionales e internacionales;

Redactado en los términos del Decreto-Ley No. 155 de fecha 11 de noviembre de 1974, publicado en el Diario Oficial La Gaceta número 21439 del 16 de noviembre de 1974, cuyo texto íntegro aparece al final, como anexo. 2 adicionado este literal mediante Decreto-Ley No. 155 de fecha 11 de noviembre de 1974, publicado en el Diario Oficial La Gaceta número 21439 del 16 de noviembre de 1974, cuyo texto íntegro aparece al final, como anexo.

- d. Por las asignaciones que el Estado, el Distrito Central, Municipios o cualquier dependencia gubernamental acuerden, para cualquiera de los propósitos especificados en esta Ley;
- e. Por todo ingreso o adquisición que en alguna forma lo incremente.

## **IV. METODOLOGÍA**

Con toda la información plasmada en el marco teórico y descrito la problemática de nuestro proyecto y el análisis de la geografía donde se pretende dar soluciones, procederemos a recolectar la información correspondiente para la investigación. La metodología pretende hacer una descripción de las variables dependientes e independientes que nos van a ayudar para desarrollar nuestro diseño, servirán para la elaboración de los peraltes estructurales de la carretera, se destacan otros aspectos como ser el objetivo general y objetivos específicos.

Se hará uso del Manual de Carreteras de la Secretaria de Obras Públicas y Transporte Vial (SOPTRAVI), para el diseño de una carretera de 2 Km en el municipio de Puerto Cortes, Departamento de Cortes.

### **4.1 ENFOQUE**

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo, y en el uso de la estadística para intentar establecer con exactitud patrones en una población. Sus resultados son informes estadísticos que por lo general utilizan gráficos para su mejor interpretación. (Gomez, 2006)

El enfoque de nuestro proyecto consta de un método de investigación cualitativo y cuantitativo, en donde se obtiene cierta información como el Tránsito Promedio Diario o algunos problemas que los habitantes de la zona viven día con día en la peor de las situaciones. En cuanto a la investigación cuantitativa se incluyen datos pluviométricos, estudios hidrológicos y estudios topográficos. El desarrollo del diseño de la infraestructura vial y el sistema de alcantarillado de aguas superficiales será cuantitativo.

Tabla. Comparación de las etapas de investigación de los procesos cuantitativo y cualitativo

Características cuantitativas	Procesos fundamentales del proceso general de investigación	Características cualitativas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación hacia la descripción, predicción y explicación</li> <li>• Específico y acotado</li> <li>• Dirigido hacia datos medibles u observables</li> </ul>	← <b>Planteamiento del problema</b> →	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación hacia la exploración, la descripción y el entendimiento</li> <li>• General y amplio</li> <li>• Dirigido a las experiencias de los participantes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol fundamental</li> <li>• Justificación para el planteamiento y la necesidad del estudio</li> </ul>	← <b>Revisión de la literatura</b> →	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol secundario</li> <li>• Justificación para el planteamiento y la necesidad del estudio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos predeterminados</li> <li>• Datos numéricos</li> <li>• Número considerable de casos</li> </ul>	← <b>Recolección de los datos</b> →	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos emergen poco a poco</li> <li>• Datos en texto o imagen</li> <li>• Número relativamente pequeño de casos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estadístico</li> <li>• Descripción de tendencias, comparación de grupos o relación entre variables</li> <li>• Comparación de resultados con predicciones y estudios previos</li> </ul>	← <b>Análisis de los datos</b> →	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de textos y material audiovisual</li> <li>• Descripción, análisis y desarrollo de temas</li> <li>• Significado profundo de los resultados</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándar y fijo</li> <li>• Objetivo y sin tendencias</li> </ul>	← <b>Reporte de resultados</b> →	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emergente y flexible</li> <li>• Reflexivo y con aceptación de tendencias</li> </ul>
* Adaptado de Creswell (2005, p. 44).		

## 4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

En la siguiente tabla se describirán las variables dependientes e independientes que van de la mano con el objetivo general y específicos de nuestro proyecto.

**Tabla 1. Operacionalización**

<b>Título: Diseño De Pavimento Rígido y sistema de drenaje pluvial en carretera hacia aldea El Bálsamo.</b>					
<b>Problema</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Preguntas de Investigación</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Variables Dependientes</b>
<b>¿Cuál sería el diseño óptimo del sistema de drenaje pluvial y pavimento rígido en el tramo de 2km para la aldea El Bálsamo, Puerto Cortés?</b>	Diseñar 2 km de pavimento y de drenaje pluvial para la carretera hacia la aldea El Bálsamo, Puerto Cortés que permita mejorar la economía del municipio debido a que esta zona cuenta con lugares atractivos para el ecoturismo. Utilizando las Normas De Diseño Para Alcantarillado Sanitario, Alcantarillado Pluvial Y Tratamiento De Aguas Residuales del SANAA,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Con qué factores geométricos e hidrológicos cuenta la carretera existente?</li> <li>2. ¿Qué tipo de suelo se encuentra en el tramo de 2km hacia la aldea El Bálsamo?</li> <li>3. ¿Cuál debería de ser el espesor óptimo de la carpeta de rodadura de concreto rígido?</li> <li>4. En cuanto al diseño de drenaje pluvial, ¿Cuál será el diseño óptimo para evitar la problemática de aguas lluvias en la carretera?</li> <li>5. ¿Qué características geotécnicas y</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Realizar un levantamiento topográfico para el tramo de 2km de la carretera hacia Aldea El Bálsamo.</li> <li>9. Hacer estudios de suelos e hidrográficos que se encuentran en el entorno de la carretera para el diseño respectivamente.</li> <li>10. Optimizar el diseño geométrico existente de la ruta para el espesor de pavimento.</li> <li>11. Determinar ubicación de pozos colectores en puntos óptimos de la carretera para el drenaje.</li> </ol>	<p>Topografía</p> <p>Características del Suelo</p> <p>Característica geométrica de la carretera existente</p> <p>Tráfico vehicular diario (TPD)</p>	<p>Diseño de pavimento rígido y sistema de drenaje Pluvial. (Desarrollo socioeconómico de la zona)</p>

---

geométricas  
deberá  
contener el  
diseño del  
pavimento  
rígido según las  
limitaciones de  
la zona?

6. ¿Cuál será la  
desembocadura  
de las aguas  
lluvias en el  
tramo carretero  
de 2km en  
Aldea El  
Bálsamo?

12. Ubicar el punto  
de descarga de  
las aguas  
pluviométricas  
ocasionadas por  
el Río Mar y la  
quebrada El  
Bálsamo. Espesor de  
Carpeta de  
rodadura.

---

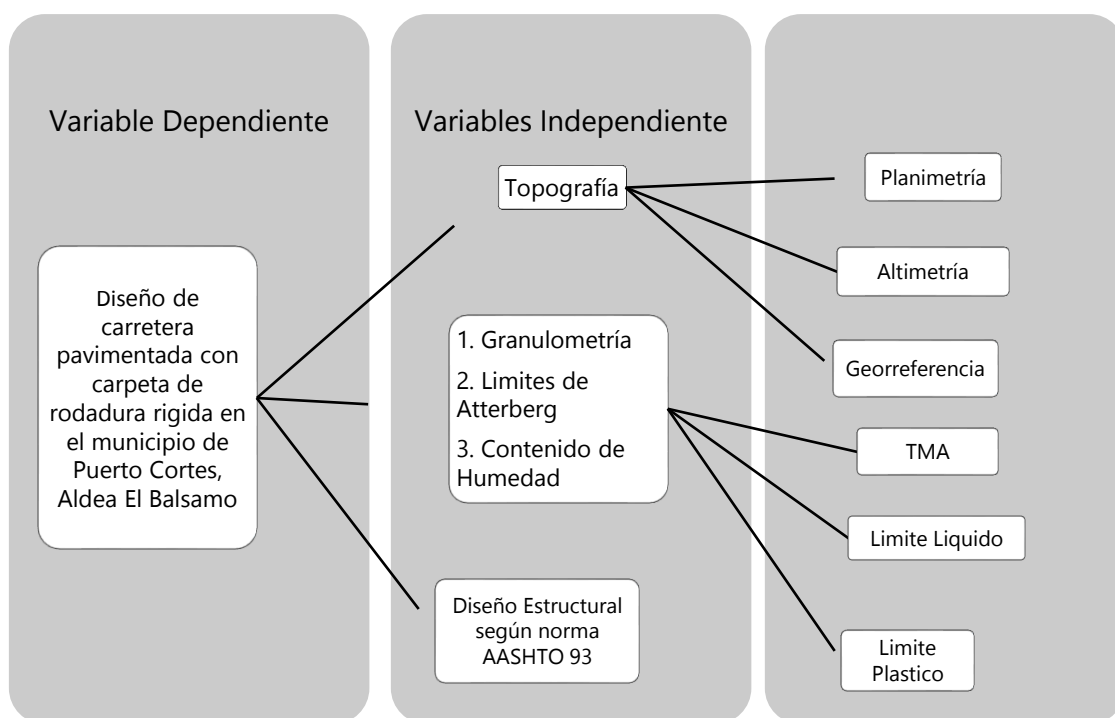
Fuente: Propia

#### 4.2.1. DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Una Variable es una característica que se va a medir, es una propiedad es un atributo que puede darse o no en ciertos sujetos o fenómenos de estudio, debe tener rangos de variación.

Las variables dependiente e independiente son las dos variables principales de cualquier experimento o investigación de un Proyecto, el diseño de la carretera de concreto rígido será la variable dependiente en efecto de ser el resultado final. La variable independiente es la que cambia o es controlada para ver sus efectos en la variable dependiente, como ser la topografía, y el crecimiento poblacional de la zona.

**Tabla. Diagrama de Variables de Operacionalización**



Fuente: Propia

#### 4.1.2 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

En el siguiente diagrama se muestra puntos clave de las variables de operacionalización del proyecto.

#### 4.1.3 VARIABLE INDEPENDIENTE

**Tabla. Diagrama de las variables de Operacionalización**

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades
	Conceptual	Operacional				
Topografía	Disciplina técnica que se encarga de describir de manera detallada la superficie de un determinado terreno.	Por medio de la topografía podemos conocer la rasante factible para un óptimo diseño.	Elevación	Coordenada Z	¿A qué altura se encuentran los puntos?	Metros
			Posición	Coordenadas X, Y	¿Qué posición tienen los puntos encontrados?	Metros
Clasificación de los suelos	Establecer un lenguaje común y relacionar propiedades con	Mediante esta clasificación se determina el tipo de	Ensayo Granulométrico, Ensayo	TMA Límite Líquido	¿Cómo se clasifica el suelo?	

	determinados grupos de suelos.	material que existe en el sitio	de Límites de Atterberg	Límite Plástico		
Grado de compactación del suelo	La determinación de la compactación adecuada se realiza determinando la densidad in situ del suelo y comparándolo con la densidad máxima determinada por una prueba de laboratorio.	Demuestra si el suelo es apto para ser utilizado como sub base estructural de la carpeta de rodadura asfáltica	Ensayo Proctor Modificado	¿Cuál es el grado de compactación?	¿Se encuentra en un rango aceptable para ser utilizado?	
Espesor de capas estructurales	Prueba de penetración del suelo para comprobar sus características Mecánicas.		Ensayo PDC y CBR	Espesor de capas	Capacidad de Carga del Suelo	Kilogramos / Metro Cubico
Geometría	Rama de las matemáticas que se ocupa del estudio de las propiedades físicas de una figura en el espacio, base teórica de la Geometría Descriptiva.	Por medio de la geometría podemos conocer el alineamiento del diseño del tramo carretero tanto curvas horizontales como verticales.	Posición y Elevación	Sistema de coordenadas Transversal Mercator Elipsoide WGS-84 zona 16N	¿Cuál es la ubicación georreferenciada de los puntos de intersección de la carretera?	Metros Lineales

Fuente: Propia

#### 4.1.4 VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades
	Conceptual	Operacional				
Diseño de pavimento rígido y sistema de drenaje Pluvial.	Para el diseño se utilizó la metodología de AASHTO 93.	Mejorar la calidad socio económica de la Aldea El bálsamo.	Diseño geométrico	Alineamiento Vertical. Alineamiento Horizontal	¿Cuál es el diseño geométrico adecuado para las condiciones de la vía?	Metros
			Diseño de la estructura del pavimento	Subbase, base Capa de rodadura.	¿Cuál es el diseño de la capa de rodadura?	Metros
			Diseño de sistemas de drenaje	Cunetas Alcantarillas	¿Cuáles son los sistemas de drenaje?	Metros

Fuente: Propia

### **4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

Las técnicas e instrumentos empleados con el objetivo de extraer información para el análisis y diseño del proyecto.

#### 4.3.1 TÉCNICAS

Las técnicas a utilizar serán las siguientes:

- 1) Visita a campo, para realizar levantamiento topográfico y geométrico.
- 2) Asesorías de parte de asesor temático principal y secundario.
- 3) Reuniones en persona con personal de la Corporación Municipal de Puerto Cortés.
- 4) Ensayos de laboratorio para la realización de pruebas mecánicas de suelos, incluyendo granulometría del suelo, Límites de Atterberg y Ensayo de Proctor Modificado:

#### **Granulometría**

##### Objetivos

- Definir Resistencia de corte del suelo.
- Condiciones de Humedad del suelo.
- Densidad del suelo controlada.

##### Procedimiento

- Sacar la muestra y colocarla en el piso.
- Realizar el cuarteo de la muestra, este paso consiste en dividir la muestra de suelo con la pala en dos y luego estas dos partes en otras dos, quedándonos la muestra en cuatro partes.
- Elegimos un cuarto del material y su cuarto opuesto para sacar material de adentro hacia afuera para el análisis.

- Realizar arreglo de tamices en el siguiente orden: Para grava: 11/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, y para las arenas: #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200, fondo. Dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura, colocando al final el fondo.
- Pesar la muestra de suelo a analizar, pero se debe quitar el peso del recipiente en el que se está pesando.
- Verter la muestra de agregado y llevar los tamices al vibrador.
- Esperar 15 minutos.
- Vaciar tamiz por tamiz en la bandeja metálica limpiando con el cepillo metálico o una brocha de forma de no dejar residuos en los tamices.
- Con el porcentaje pasado de cada material calcular la combinación que se necesita, la cual se muestra en la Tabla #5.

#### 4.3.2 INSTRUMENTOS

##### 1. ESTACIÓN TOTAL: TRIMBLE M3

Es un instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Se utiliza para medir ángulos horizontales, verticales y distancias. (Geotop, 2019).



*Ilustración. Estación Total Trimble M3*

Fuente: (Propia)

##### 2. COLECTORA TRIMBLE NOMAD 900

La computadora portátil resistente para exteriores Trimble® Nomad® serie 900 facilita la recopilación, el almacenamiento y la transmisión de datos con sus numerosas capacidades integradas. Usted elige las características para satisfacer sus necesidades. Calcule su ubicación con el receptor GPS integrado para aplicaciones de navegación. Rastree rápidamente sus activos con el escáner de código de barras láser integrado. Capture imágenes en color de 5 megapíxeles con la cámara digital integrada y etiquete geográficamente las imágenes con la ubicación GPS, o grabe video QVGA. (Trimble, 2019)



*Ilustración. Colectora Trimble nomad 900*

Fuente: (Propia)

### 3. PRISMA "TRIMBLE STYLE RTS/RPT" 360 ROBÓTICA 2MM.

El prisma 360 "Trimble Style RTS / RPT" tiene ocho prismas unidos, lo que lo convierte en un prisma robótico de 360 °. También está equipado con un adaptador de 5 / 8-11 en la parte inferior. (Trimble, 2019)

#### Características

- Desplazamiento de 2 mm
- Adaptador 5 / 8-11 en la parte superior e inferior
- Prisma reflectante de 360 °
- Ocho prismas unidos



*Ilustración. Prisma "Trimble Style RTS/RPT" 360 robótica 2mm.*

Fuente: (Propia)

#### 4. Cinta métrica TRUPER fibra de vidrio 100.00 Mts

Cinta métrica de 100.00 m. Tipo cruceta en fibra de vidrio, graduada por ambos lados con centímetros-metros y pulgadas-pies. Esencial para el uso de lotificaciones.



*Ilustración. Cinta métrica TRUPER fibra de vidrio 100.00 Mts.*

Fuente: (Propia)

#### 5. ALMÁGANA TRUPER

Herramienta de mango de madera prolongado y que se emplea para despedazar y romper piedras con cabeza en forma de hierro.



*Ilustración 12. Almágana TRUPER.*

Fuente: (Propia)

## 6. MAZO DE GOMA

Un mazo o combo es una herramienta de mano que sirve para golpear o percutir; tiene la forma de un martillo, pero es de mayor tamaño y peso.



*Ilustración. Mazo de goma.*

Fuente: (Propia)

## 7. PALA

Una pala es una herramienta que dispone de un mango de una cierta extensión y de una tabla metálica, plástica o de madera en uno de sus extremos. Por lo general se utiliza para cavar, introduciendo la lámina redondeada o rectangular en el suelo.



*Ilustración. Pala.*

Fuente: (Propia)

#### 8. COPA DE CASAGRANDE

La Cuchara de Casagrande, también conocida como Copa de Casagrande, es un instrumento de medición que se usa para determinar el límite de liquidez de un terreno; se emplea en ingeniería civil y en geotecnia y fue inventada por Arthur Casagrande, de quien lleva su nombre. (construmatica, construmatica, 2019)



*Ilustración 13. Copa de Casagrande.*

Fuente: (Propia)

#### 9. HORNO DESPATCH

El secador de despactch se diseña para un perfil termal máximo rápido que entregue una temperatura de la salida de la oblea y un lanzamiento más bajos del máximo VOC en un primero tiempo dando por resultado eficacia de sequía de la goma máxima (Industries, 2019)



*Ilustración. Horno.*

Fuente: (Propia)

## 10. TARAS METÁLICAS

Recipientes de material resistente a la corrosión.

*Ilustración 14. Tara Metálica*



*Ilustración. Tara Metálica*

Fuente: (Propia)

## 11. BALANZA ELECTRÓNICA

Se utiliza la balanza electrónica para conocer el peso en gramos de la muestra. La balanza como siempre debe trabajar con aproximación de 0,1 g o 0,1 % del peso de la muestra.



*Ilustración. Balanza Digital*

Fuente: (Propia)

## 12. JUEGO DE TAMICES

Juego de Tamices de latón 8"Ø completo. Aberturas 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼"; y números 4, 8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 200, fondo y tapa. En los tamices se coloca la cantidad de muestra que se va a analizar en el laboratorio.



*Ilustración. Juego de tamices.*

Fuente: (Propia)

### 13. AGITADOR MECÁNICO

En los laboratorios es necesario utilizar agitadores para preparar mezclas, soluciones y calentar, Este equipo se utilizó para poder separar las partículas de la muestra por su tamaño de manera mecánica.



*Ilustración. Agitador Mecánico.*

Fuente: (Propia)

### 14. AKUA

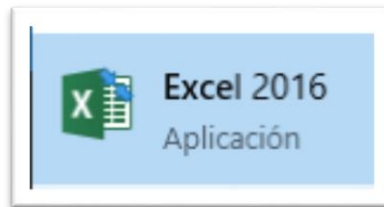
AKUA es un software para diseño, modelación y análisis de redes de acueducto, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. (AKUA, 2016)



*Ilustración. Akua*

### 15. MICROSOFT EXCEL

Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo (Excel, 2019)



*Ilustración 15. Microsoft Excel*

#### 16. AUTODESK CIVIL 3D

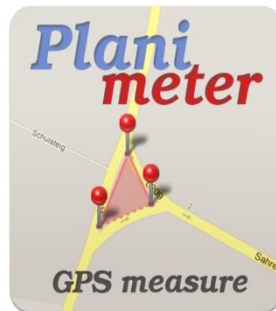
El software de diseño de ingeniería civil Autodesk Civil 3D® es compatible con BIM (Building Information Modeling) con características integradas para mejorar la documentación de diseño, diseño y construcción. (Civil, 2019)



*Ilustración. Autodesk civil 3D*

## 17. PLANI METER

Es una aplicación móvil, una aplicación móvil es un programa que se puede descargar y al que puede acceder directamente desde su teléfono o desde algún otro aparato móvil, dicha aplicación PlaniMeter su funcionamiento es medir áreas, distancias con coordenadas exactas de longitud y latitud y así poder tener una mejor referencia y exactitud.



*Ilustración. Planimeter.*

Fuente: (Propia)

### 4.3.4 MATERIALES

#### MUESTRAS DE SUELO

Muestras de suelo tomadas insitu por medio de calicatas.

## **4.4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

Los datos tomados previa observación y utilización de equipos técnicos en la Aldea El Bálsamos, Puerto Cortes, se consideran elementos medibles se describe el tipo de metodología de estudio a continuación.

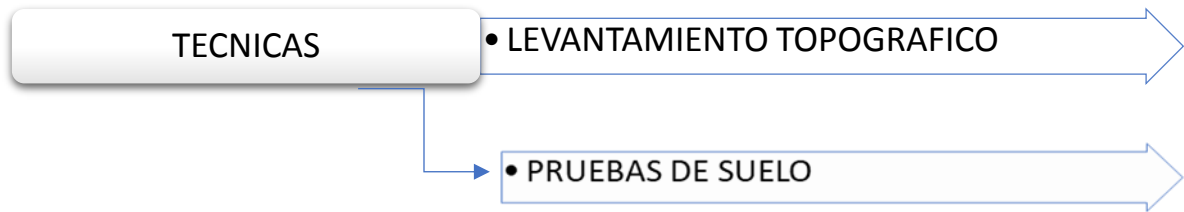
### 4.4.1 TIPO DE DISEÑO

Las técnicas aplicadas serán de observación directa pues es preciso conocer personalmente la realidad del objeto de estudio, Estructurada ya que mediante instrumentos técnicos especiales en base a una planificación se obtendrán los datos, de Campo porque se requiere estudiar las condiciones de la vía in situ, el proyecto se estima un enfoque tipo cuantitativo a utilizar.

Para este el diseño de carretera con pavimento hidráulico se requiere de levantamiento topográfico y resultados numéricos siguiendo normas indicadas en el Manual de Diseño de Carreteras de SOPTRAVI, Las técnicas utilizadas fueron el levantamiento topográfico y clasificación de suelos utilizando granulometría según normativa AASHTO '93.

Tabla 8. Tabla Tipo de Diseño

ENFOQUE	• CUANTITATIVO
TIPO DE ESTUDIO	• CUASI EXPERIMENTAL
TIPO DE DISEÑO	• TRANSVERSAL
ALCANCE	• DISEÑO
METODOS	• ANALISIS TECNICOS
TIPO DE MUESTRA	• NO PROBABILISTICA



Fuente: (Propia)

## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1 ALDEA EL BÁLSAMO

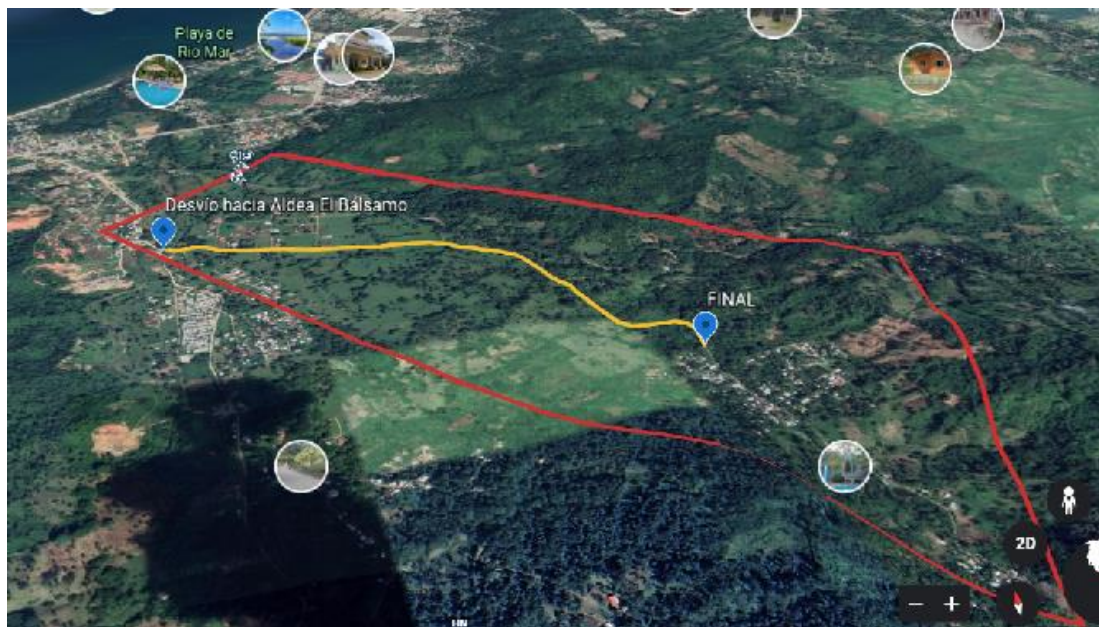


Ilustración 16. Ubicación Aldea El Bálsamo

Fuente: Google Earth

- Longitud: 2,019.33 m
- Coordenadas UTM:
  - Norte: 398306.2
  - Oeste: 1745536.4
- Zona: 16
- Velocidad de Diseño: 60 km/h

### 5.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico consistió en tomar una elevación de 100m de un banco de préstamo en la zona. A partir del elemento se comenzó a tomar las elevaciones congruentes de toda la calle. Tomando como puntos principales eje central, calles, lotes, cercos y puntos de referencia para cambiar las estaciones. Los puntos fueron propiamente georreferenciados mediante el software de Civil 3D junto con Google Earth para validar un levantamiento acertado. Se tomaron los puntos con la estación total Trimble M3, prisma Trimble Style RTS/RPT y colectora Trimble Nomad 900 de lo cual se obtuvieron en total 962 puntos de elevación con 30 cambios de referencias para el desarrollo del levantamiento.

### 5.1.2 ANÁLISIS DE SUELO

Tomando en consideración que el diseño de la carretera es continuación de un proyecto previo realizado aproximadamente 1 año atrás, se realizaron ensayos del suelo de manera que se valide que el tipo de suelo y porcentaje de CBR para la estación 0+000 hasta la estación 2+019 sea el mismo tipo de suelo que el que se encuentra en el proyecto de pavimentación "Calle Cieneguita" interceptando en La Corozona, desvío hacia La Pita y la Calle hacia aldea El Bálsamo. La Municipalidad brindó los ensayos de granulometría realizados para las muestras de suelo de la pavimentación realizada para realizar el diseño del pavimento de la zona, considerando que el suelo de la carretera posee las mismas características geotécnicas del suelo que se estudió para el pavimento de la Calle Cieneguita.

Los resultados obtenidos de suelo en La Corozona, desvío hacia La Pita son de un suelo A-1b según la clasificación AASHTO. Estos suelos son muestras bien graduadas en estado natural compuesta de fragmentos de piedra, grava, arena gruesa y material ligante poco plástico. (CINSA, MUESTRA DE SUELO Y CBR, 2017)



Ilustración 17. Estratos de Calicata estación 1+185, El Bálsamo

#### 5.1.2.1 BANCO DE PRÉSTAMO

Los resultados obtenidos de los ensayos se compararon con los del cerro La Pozona. Para las calicatas realizadas en la calle se obtuvieron resultados a un 95% de compactación dando un promedio de 39.56% de valor de CBR para lo que el cerro La Pozona obtuvo un resultado del 41.6% el cual tiene mucha similitud con las calicatas que se realizaron en la calle.

#### PROPIEDADES

Elasticidad: Baja

Cambios de Volumen: Muy Pequeños

Como Subrasante: Muy Buenos

(CINSA, Valor de Agregados , 2017)

#### 5.1.2.2 GRANULOMETRÍA

Principalmente se obtuvieron los pesos retenidos acumulados vertiendo los retenidos dentro de la tara de aluminio que tuvo un peso de 1000.28 g. Para sacar los retenidos dentro de cada tamiz se utilizó la siguiente fórmula:

$$Wr(actual) = Wra(Anterior) - Wra(Actual)$$

*Ecuación 7. Peso Retenido*

Fuente: (MTC E 107-2000)

Se sumó todos los retenidos para poder obtener el valor total de toda la muestra para luego calcular el porcentaje del retenido acumulado por medio de esta fórmula:

$$\%Wra = \frac{Wra}{Wrtotal} * 100$$

Ecuación 8. Peso retenido acumulado

Fuente: (MTC E 107-2000)

Para poder completar el análisis granulométrico se calcula el porcentaje que pasa por cada tamiz usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \%Wra$$

Ecuación 9. Porcentaje que pasa por cada tamiz

Fuente: (MTC E 107-2000)

Por consiguiente, los valores obtenidos durante el ensaye se organizan y se tabulan de la siguiente manera. Esta tabla servirá de guía para poder resolver por los diámetros D10, D30, y D60 para cálculos posteriores del ensaye.

Fuente: (MTC E 107-2000)

Los resultados del análisis granulométrico por tamizado mecánico se detallan a continuación:

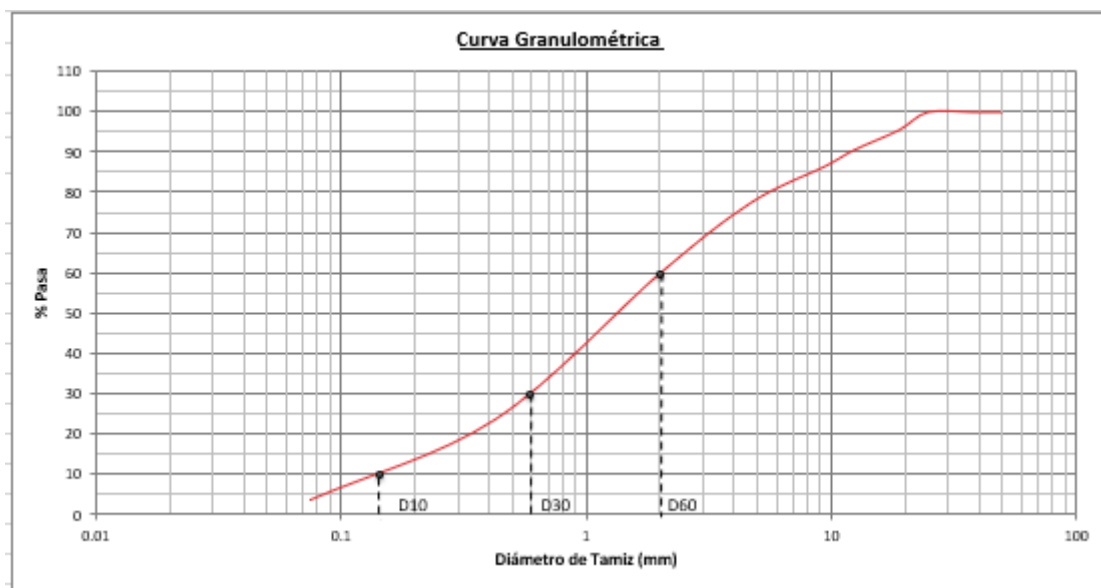
PRIMER ESTRATO

Tabla 9. Análisis granulométrico primer estrato calicata estación 1+185.

Tamiz No.	Tamaño Tamiz (mm)	Peso Retenido (Wr)	Peso Retenido Acumulado (Wra)	% Retenido Acumulado (%Wra)	% que pasa
1"	25	0	0	0%	100%
¾"	19	44.9	44.9	4.488743152%	95.51125685%
½"	12.5	48.9	93.8	9.377374335%	90.62262566%
⅜"	9.5	40.62	134.42	13.43823729%	86.56176271%
No. 4	4.75	89.8	224.22	22.4157236%	77.5842764%
No. 10	2	177.41	401.63	40.15175751%	59.84824249%
No. 40	0.425	362.5	764.13	76.39161035%	23.60838965%
No. 200	0.075	199.05	963.18	96.29103851%	3.708961491%
Fondo		37.1	1000.28	100%	0%
Total		1000.28			

Fuente: (Propia)

Ilustración 18. Curva Granulométrica primer estrato



DETERMINAR LOS D10, D30 Y D60

Luego de obtenerse los porcentajes que pasan por cada tamiz se procede a calcular los D10, D30 y D60. Para esto, se necesita interpolar utilizando los valores que nos dio durante el ensaye.

Para ubicar los diámetros se necesita localizar los dos tamices cuyo porcentaje cruza el 10%, 30% y el 60%. En este caso el 10% de la muestra pasa entre los tamices No. 40 (0.42 mm) y No. 200 (0.075 mm) (v. Tabla 12). Sucede igual para el 30% y el 60%, que pasa entre los tamices No. 10 (2 mm) y No. 40 (0.42 mm).

Se procede a realizar la interpolación usando los diámetros conocidos de los tamices y el porcentaje que pasa por cada uno de ellos. Se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 10. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60

$$\frac{(D1 - Dx)}{(P1 - Px)} = \frac{(D1 - D2)}{(P1 - P2)}$$

Fuente: (MTC E 107-2000)

Tabla 10. Determinación del D10

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D10 (Dx)</b>
0.075	3.70	0.42	23.61	10	0.145

Fuente: (Propia)

Se realiza el mismo procedimiento de cálculos para los Diámetros restantes.

*Tabla 11. Determinación del D30*

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D30 (Dx)</b>
0.42	23.61	2	59.85	30	0.60

Fuente: (Propia)

*Tabla 12. Determinación del D60*

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D60 (Dx)</b>
2	59.85	4.75	77.58	60	2

Fuente: (Propia)

#### DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA

La siguiente parte de los cálculos de la granulometría es sacar los coeficientes de uniformidad y curvatura. Una vez calculados los diámetros importantes de este análisis se calcula ambos coeficientes utilizando las siguientes ecuaciones:

$$C\mu = \frac{D60}{D10}$$

*Ecuación 11. Coeficiente de uniformidad.*

$$Cz = \frac{D30^2}{D10 * D60}$$

*Ecuación 12. Coeficiente de curvatura.*

*Tabla 13. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.*

D10	D30	D60	Coefficiente de Uniformidad (C <sub>u</sub> )	Coefficiente de Curvatura (C <sub>z</sub> )
0.145	0.60	2	13.79	1.83

Fuente: (Propia)

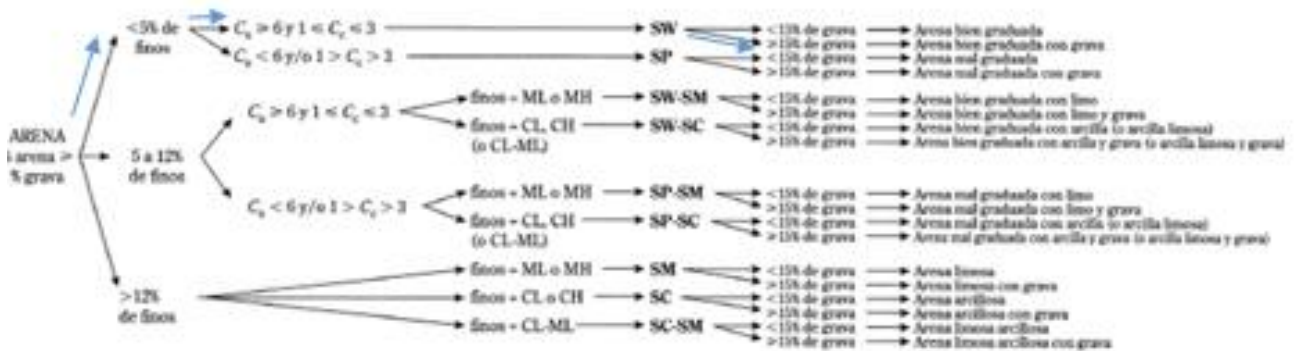
### CONCLUSIÓN

Los resultados de la granulometría demuestran que el porcentaje de arenas es mayor que los suelos finos y gravas (v. Tabla 9). Sin embargo, el porcentaje de finos que pasa por el tamiz 200 es menor del 5%.

Al revisar los resultados de los coeficientes se concluye que el suelo está bien graduado. El coeficiente de Uniformidad es mayor que seis dando como resultado 13.79. Además, el coeficiente de Curvatura se encuentra dentro del rango de uno y tres, dando como valor 2.

Según la clasificación de suelos SUCS, el suelo se clasifica como **arena bien graduada con grava**.

Ilustración 19. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.



Fuente: (Propia)

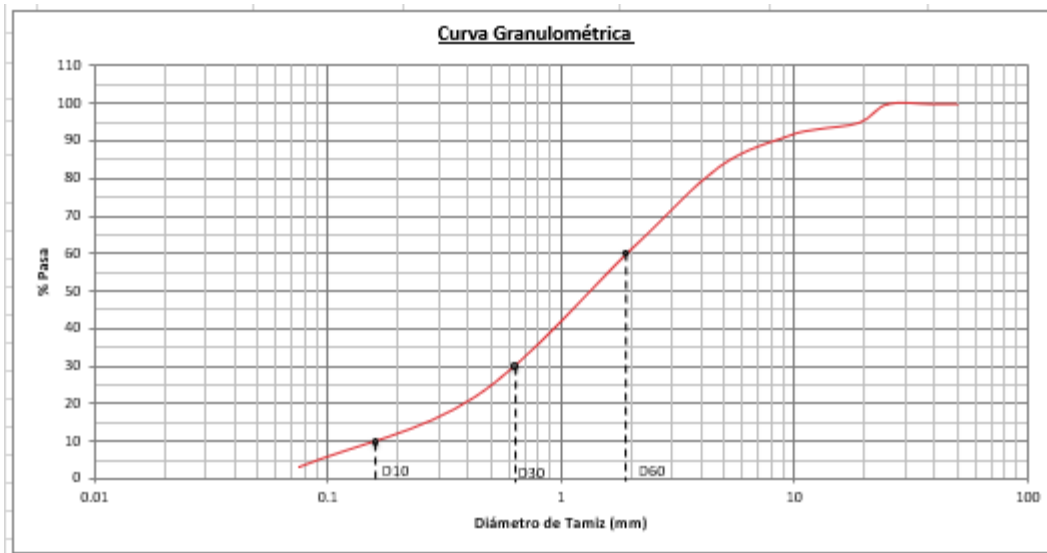
## SEGUNDO ESTRATO

Tabla 14. Análisis granulométrico segundo estrato calicata estación 1+185, El Bálsamo

<b>Tamiz No.</b>	<b>Tamaño Tamiz (mm)</b>	<b>Peso Retenido (Wr)</b>	<b>Peso Retenido Acumulado (Wra)</b>	<b>% Retenido Acumulado (%Wra)</b>	<b>% que pasa</b>
1"	25	0	0	0.00%	100.00%
¾"	19	49.44	49.44	4.94%	95.06%
½"	12.5	17.8	67.24	6.72%	93.28%
⅜"	9.5	16.78	84.02	8.40%	91.60%
No. 4	4.75	82.94	166.96	16.69%	83.31%
No. 10	2	218.7	385.66	38.56%	61.44%
No. 40	0.425	394.6	780.26	78.01%	21.99%
No. 200	0.075	186.6	966.86	96.67%	3.33%
Fondo		33.3	1000.16	100%	0%
Total		1000.16			

Fuente: (Propia)

Ilustración 20. Curva Granulométrica segundo estrato



Fuente: (Propia)

DETERMINAR LOS D10, D30 Y D60

Luego de obtenerse los porcentajes que pasan por cada tamiz se procede a calcular los D10, D30 y D60. Para esto, se necesita interpolar utilizando los valores que nos dio durante el ensaye.

Para ubicar los diámetros se necesita localizar los dos tamices cuyo porcentaje cruza el 10%, 30% y el 60%. En este caso el 10% de la muestra pasa entre los tamices No. 40 (0.42 mm) y No. 200 (0.075 mm) (v. Tabla 14). Sucede igual para el 30% y el 60%, que pasa entre los tamices No. 10 (2 mm) y No. 40 (0.42 mm).

Se procede a realizar la interpolación usando los diámetros conocidos de los tamices y el porcentaje que pasa por cada uno de ellos. Se utilizó la siguiente fórmula:

*Ecuación 13. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60*

$$\frac{(D1 - Dx)}{(P1 - Px)} = \frac{(D1 - D2)}{(P1 - P2)}$$

Fuente: (MTC E 107-2000)

*Tabla 15. Determinación del D10*

Diámetro Conocido 1 (D1)	Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)	Diámetro Conocido 2 (D2)	Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)	Porcentaje del diámetro (Px)	D10 (Dx)
--------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------------------	------------------------------	----------

0.075	3.30	0.42	21.99	10	0.17
-------	------	------	-------	----	------

Fuente: (Propia)

Se realiza el mismo procedimiento de cálculos para los Diámetros restantes.

Tabla 16. Determinación del D30

Diámetro Conocido 1 (D1)	Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)	Diámetro Conocido 2 (D2)	Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)	Porcentaje del diámetro (Px)	D30 (Dx)
0.42	21.99	2	61.44	30	0.62

Fuente: (Propia)

Tabla 17. Determinación del D60

Diámetro Conocido 1 (D1)	Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)	Diámetro Conocido 2 (D2)	Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)	Porcentaje del diámetro (Px)	D60 (Dx)
0.42	21.99	2	61.44	60	1.9

Fuente: (Propia)

#### DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA

La siguiente parte de los cálculos de la granulometría es sacar los coeficientes de uniformidad y curvatura. Una vez calculados los diámetros importantes de este análisis se calcula ambos coeficientes utilizando las siguientes ecuaciones:

$$C_{\mu} = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 14. Coeficiente de uniformidad.

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Ecuación 15. Coeficiente de curvatura.

Tabla 18. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.

D10	D30	D60	Coefficiente de Uniformidad (C <sub>u</sub> )	Coefficiente de Curvatura (C <sub>z</sub> )
0.17	0.62	1.9	11.18	1.19

Fuente: (Propia)

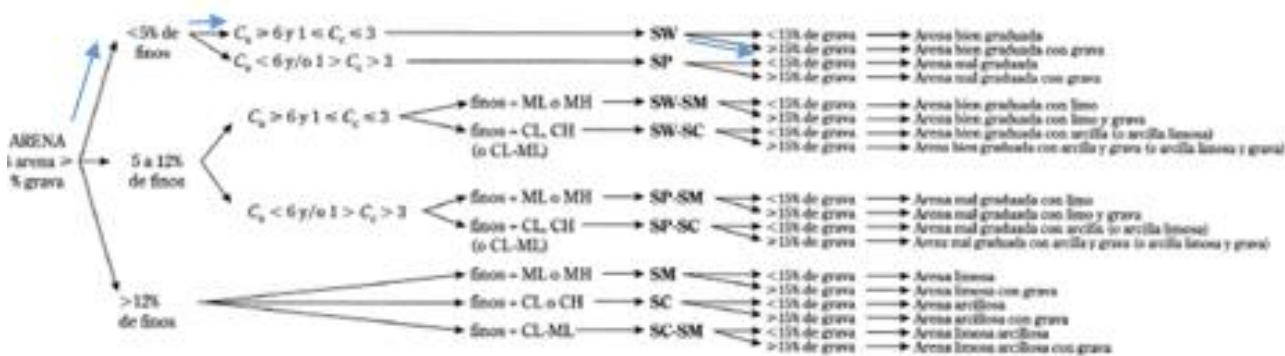
### CONCLUSIÓN

Los resultados de la granulometría demuestran que el porcentaje de arenas es mayor que los suelos finos y gravas (v. Tabla 14). Sin embargo, el porcentaje de finos que pasa por el tamiz 200 es menor del 5%.

Al revisar los resultados de los coeficientes se concluye que el suelo está bien graduado. El coeficiente de Uniformidad es mayor que seis dando como resultado 11.18. Además, el coeficiente de Curvatura se encuentra dentro del rango de uno y tres, dando como valor 1.19.

Según la clasificación de suelos SUCS, el suelo se clasifica como **arena bien graduada con grava**.

Ilustración 21. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.



Fuente: (Propia)

### TERCER ESTRATO

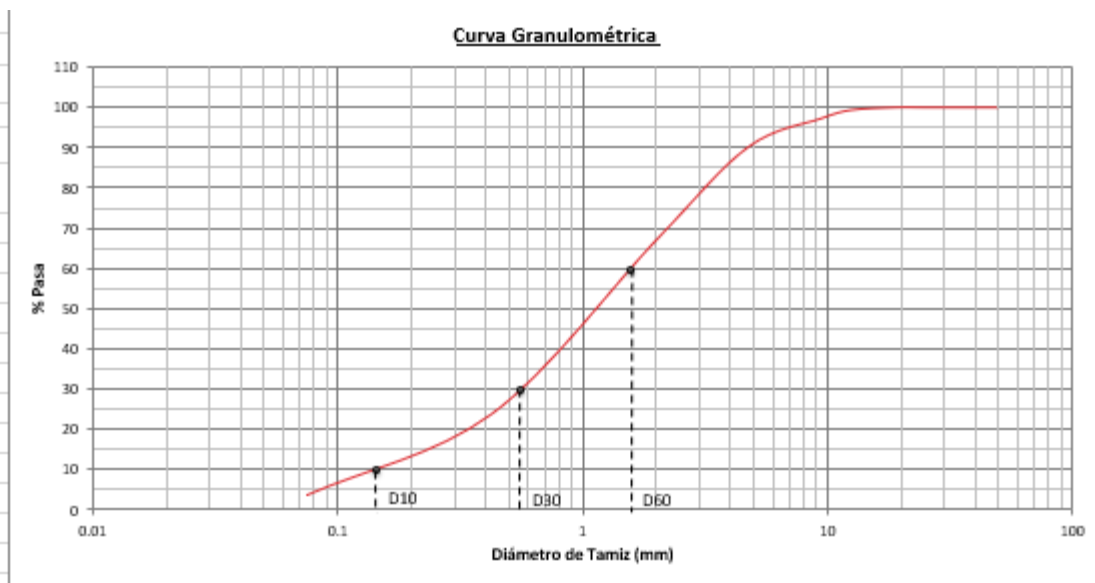
Tabla 19. Análisis granulométrico primer estrato calicata estación 1+185, El Bálsamo

Tamiz No.	Tamaño Tamiz (mm)	Peso Retenido (W <sub>r</sub> )	Peso Retenido Acumulado (W <sub>ra</sub> )	% Retenido Acumulado (%W <sub>ra</sub> )	% que pasa
1"	25	0	0	0.00%	100.00%

¾"	19	49.44	49.44	4.94%	95.06%
½"	12.5	17.8	67.24	6.72%	93.28%
⅜"	9.5	16.78	84.02	8.40%	91.60%
No. 4	4.75	82.94	166.96	16.69%	83.31%
No. 10	2	218.7	385.66	38.56%	61.44%
No. 40	0.425	394.6	780.26	78.01%	21.99%
No. 200	0.075	186.6	966.86	96.67%	3.33%
Fondo		33.3	1000.16	100%	0%
<b>Total</b>		<b>1000.16</b>			

Fuente: (Propia)

Ilustración 22. Curva granulométrica tercer estrato



DETERMINAR LOS D10, D30 Y D60

Luego de obtenerse los porcentajes que pasan por cada tamiz se procede a calcular los D10, D30 y D60. Para esto, se necesita interpolar utilizando los valores que nos dio durante el ensaye.

Para ubicar los diámetros se necesita localizar los dos tamices cuyo porcentaje cruza el 10%, 30% y el 60%. En este caso el 10% de la muestra pasa entre los tamices No. 40 (0.42 mm) y No. 200 (0.075 mm) (v. Tabla 14). Sucede igual para el 30% y el 60%, que pasa entre los tamices No. 10 (2 mm) y No. 40 (0.42 mm).

Se procede a realizar la interpolación usando los diámetros conocidos de los tamices y el porcentaje que pasa por cada uno de ellos. Se utilizó la siguiente fórmula:

*Ecuación 16. Interpolación para encontrar el D10, D30 y D60*

$$\frac{(D1 - Dx)}{(P1 - Px)} = \frac{(D1 - D2)}{(P1 - P2)}$$

Fuente: (MTC E 107-2000)

*Tabla 20. Determinación del D10*

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D10 (Dx)</b>
0.075	3.30	0.42	21.99	10	0.17

Fuente: (Propia)

Se realiza el mismo procedimiento de cálculos para los Diámetros restantes.

*Tabla 21. Determinación del D30*

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D30 (Dx)</b>
0.42	21.99	2	61.44	30	0.62

Fuente: (Propia)

*Tabla 22. Determinación del D60*

<b>Diámetro Conocido 1 (D1)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 1 (P1)</b>	<b>Diámetro Conocido 2 (D2)</b>	<b>Porcentaje que pasa por tamiz 2 (P2)</b>	<b>Porcentaje del diámetro (Px)</b>	<b>D60 (Dx)</b>
0.42	21.99	2	61.44	60	1.9

Fuente: (Propia)

## DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA

La siguiente parte de los cálculos de la granulometría es sacar los coeficientes de uniformidad y curvatura. Una vez calculados los diámetros importantes de este análisis se calcula ambos coeficientes utilizando las siguientes ecuaciones:

$$C_{\mu} = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

*Ecuación 17. Coeficiente de uniformidad.*

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

*Ecuación 18. Coeficiente de curvatura.*

*Tabla 23. Determinación de los coeficientes de Uniformidad y Curvatura.*

D10	D30	D60	Coeficiente de Uniformidad (C <sub>μ</sub> )	Coeficiente de Curvatura (C <sub>z</sub> )
0.17	0.62	1.9	11.18	1.19

Fuente: (Propia)

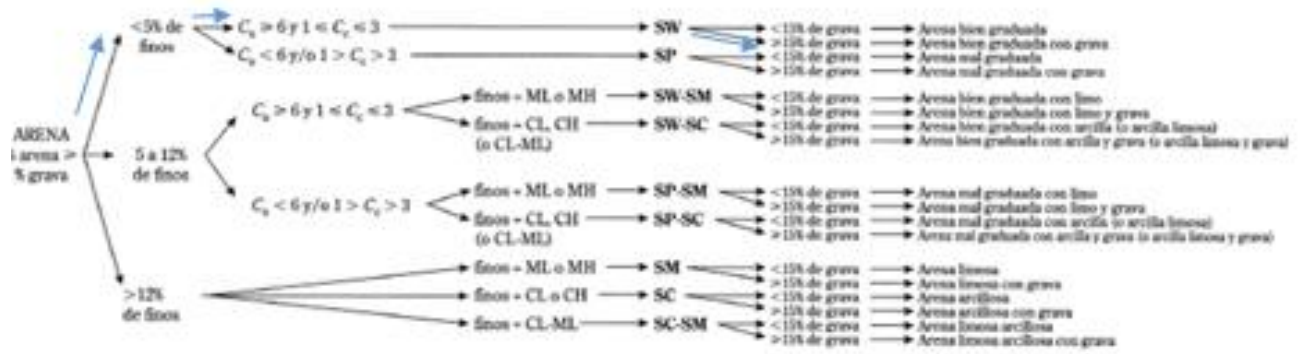
## CONCLUSIÓN

Los resultados de la granulometría demuestran que el porcentaje de arenas es mayor que los suelos finos y gravas (v. Tabla 9). Sin embargo, el porcentaje de finos que pasa por el tamiz 200 es menor del 5%.

Al revisar los resultados de los coeficientes se concluye que el suelo está bien graduado. El coeficiente de Uniformidad es mayor que seis dando como resultado 11.72. Además, el coeficiente de Curvatura se encuentra dentro del rango de uno y tres, dando como valor 1.23.

Según la clasificación de suelos SUCS, el suelo se clasifica como **arena bien graduada con grava**.

*Ilustración 23. Clasificación de Primer Estrato según SUCS.*



Fuente: (Propia)

### 5.1.3 DISEÑO GEOMÉTRICO

#### 5.1.3.1 CURVAS HORIZONTALES

El diseño geométrico a desarrollar se definió en base a la ruta existente trazada que consta de 2km con 19 metros iniciando el pavimento desde la última estación replanteada por el pavimento de La Corozona, Cienaguita hasta la estación 2+019 de la ruta existente hacia la aldea El Bálsamo. Según los criterios de diseño y trazado del Manual de Soptravi, se diseñaron las curvas horizontales en base a los radios mínimos que cumplen con las velocidades permitidas para los mismos. La tabla 24 muestra la velocidad de diseño y el respectivo radio de giro junto a la longitud de desarrollo entre curva y curva permisible. Se diseñó para una velocidad de 40 km/h.

*Tabla 24.  
velocidades y  
desarrollo.*

<b>Velocidades</b>	<b>Radio Mínimo</b>	<b>Longitud Efectiva</b>
<b>60 km/h</b>	123	48m
<b>50 km/h</b>	82	43m
<b>40 km/h</b>	50	41m
<b>30 km/h</b>	30	38m

*Radios de giro,  
longitud de*

Fuente: Tomo 3, Manual de Soptravi

Las velocidades permitidas serán determinadas en base al desarrollo de longitud (Longitud efectiva) y a los radios mínimos. Debido a la condición geométrica de la ruta, las velocidades varían de manera que los radios y las longitudes efectivas cumplan según la norma del Manual de Soptravi. La Tabla 10 muestra los resultados finales de la geometría de la carretera incluyendo la estación inicial y final, Radios mínimos y Longitudes efectivas.

Tabla 25. Tabla Resumen de Estaciones con Longitudes Efectivas y Radios de Giro para curvas horizontales.

<b>Estación Inicial</b>	<b>Estación Final</b>	<b>Radio</b>	<b>Longitud Efectiva</b>	<b>Ángulo</b>
<b>0+000.00m</b>	0+026.98m			
<b>0+026.98m</b>	0+056.49m	123m	29.438m	13.7458°
<b>0+056.49m</b>	0+113.41m			
<b>0+113.41m</b>	0+149.31m	51.76m	35.186m	39.7374°
<b>0+149.31m</b>	0+170.18m			
<b>0+170.18m</b>	0+211.88m	30.905m	38.607m	77.3048°
<b>0+211.88m</b>	0+277.40m			
<b>0+277.40m</b>	0+369.27m	76.307m	86.424m	68.9846°
<b>0+369.27m</b>	0+380.70m			
<b>0+380.70m</b>	0+393.45m	21.620m	12.566m	33.7877°
<b>0+393.45m</b>	0+446.57m			
<b>0+446.57m</b>	0+466.44m	51.743m	19.740m	21.9927°
<b>0+466.44m</b>	0+480.47m			
<b>0+480.47m</b>	0+509.26m	82.000m	28.64m	20.1152°
<b>0+509.26m</b>	0+531.07m			
<b>0+531.07m</b>	0+544.10m	30.000m	12.929m	24.8872°
<b>0+544.10m</b>	0+585.66m			
<b>0+585.66m</b>	0+601.55m	123.000m	15.880m	7.4023°
<b>0+601.55m</b>	0+623.65m			
<b>0+623.65m</b>	0+646.11m	48.268m	22.256m	26.6585°
<b>0+646.11m</b>	0+653.59m			

<b>0+653.59m</b>	0+721.37m	189.815m	67.422m	20.4598°
<b>0+721.37m</b>	0+766.40m			
<b>0+766.40m</b>	0+812.40m	411.303m	45.973m	6.4083°
<b>0+812.40m</b>	0+858.13m			
<b>0+858.13m</b>	0+906.73m	123.000m	48.286m	22.6394°
<b>0+906.73m</b>	0+921.34m			
<b>0+921.34m</b>	0+980.13m	127.343m	58.265m	26.4497°
<b>0+980.13m</b>	1+025.31m			
<b>1+025.31m</b>	1+086.24m	148.652m	60.510m	23.4867°
<b>1+086.24m</b>	1+112.49m			
<b>1+112.49m</b>	1+142.35m	66.660m	29.608m	25.6629°
<b>1+142.35m</b>	1+205.22m			
<b>1+205.22m</b>	1+235.80m	82.000m	30.399m	21.3643°
<b>1+235.80m</b>	1+343.73m			
<b>1+343.73m</b>	1+374.34m	155.817m	30.563m	11.2564°
<b>1+374.34m</b>	1+555.47m			
<b>1+555.47m</b>	1+645.60m			
<b>1+645.60m</b>	1+660.71m	123.000m	15.110m	7.0429°
<b>1+660.71m</b>	1+812.80m			
<b>1+812.80m</b>	1+850.00m	82.000m	36.882m	25.9929°
<b>1+850.00m</b>	1+904.89m			
<b>1+904.89m</b>	1+946.32m	38.633m	39.475m	61.4471°
<b>1+946.32m</b>	1+979.97m			
<b>1+979.97m</b>	2+000.75m	30.000m	20.361m	39.6754°
<b>2+000.75m</b>	2+019.33m			

Fuente: Propia, 2019.

### 5.1.3.2 CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales se diseñan en base al coeficiente k y el cumplimiento de la misma junto con su desarrollo de curva determinan las velocidades permisibles para cada tramo diseñado en la ruta. La carretera se clasifica como carretera vecinal que conecta con la carretera pavimentada de La Corozona que es considerada como una calle secundaria la cual conecta a la calle principal del Boulevard hacia Omoa en la CA-13. Según la zona, la carretera es clasificada como zona rural llana obteniendo de esta manera el peralte de diseño que será del 8%. Asimismo, las pendientes máximas permisibles para el diseño de carreteras se encuentran en un rango de 10% a 12%. Según el diseño geométrico realizado la pendiente máxima obtenida es de un 6%.

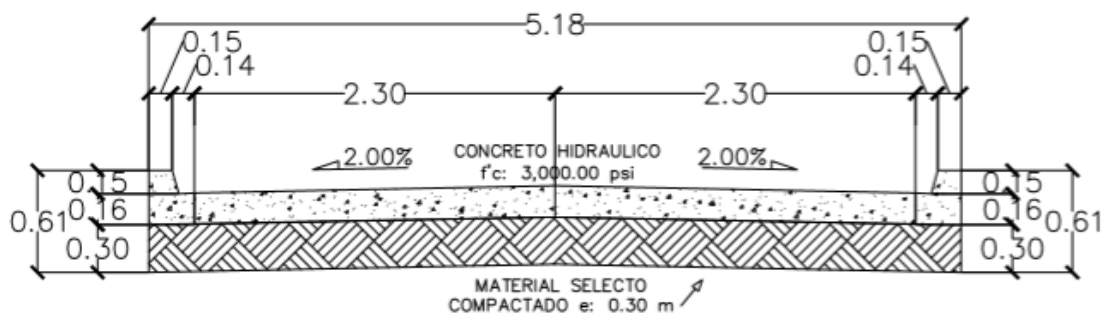
Tabla 26. Tabla de Coeficientes K y desarrollo de Curva.

Estación	Elevación PI	Factor K	Longitud de Curva
<b>0+000.00m</b>	90.245m		
<b>0+084.92m</b>	91.184m	30.608	38.097m
<b>0+168.87m</b>	91.068m		
<b>0+255.70m</b>	97.984m	7.054	81.636m
<b>0+476.20m</b>	90.031m	7	25.267m
<b>0+672.65m</b>	90.036m	7	13.335m
<b>1+051.95m</b>	82.819m	7	3.395m
<b>1+221.02m</b>	80.423m		
<b>1+711.96m</b>	78.579m	484.267	98.745m
<b>2+019.33m</b>	76.798m		

Fuente: Propia

El diseño transversal consta de una sección típica con bordillos sin hombros con taludes de 0.5:1. La calzada se diseñó para una carretera de 2 carriles con un ancho por carril de 2.30m lo suficiente permisible para que transiten 2 vehículos al mismo tiempo. Se utilizó una pendiente del 2% para la evacuación de la escorrentía superficial del agua. La imagen muestra un detalle típico de la geometría transversal.

*Ilustración 24. Detalle de Sección Típica*



Fuente: Propia

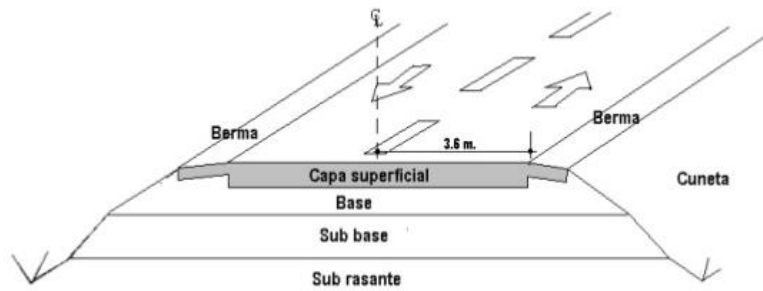
## 5.1.4 DISEÑO DE PAVIMENTO

### 5.1.4.1 COMPARACIÓN DE PAVIMENTOS

#### PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible también conocido como pavimento de asfalto es una estructura formada por varias capas como lo son la subrasante, la sub base, la base y la carpeta asfáltica; cada una con una función determinada.

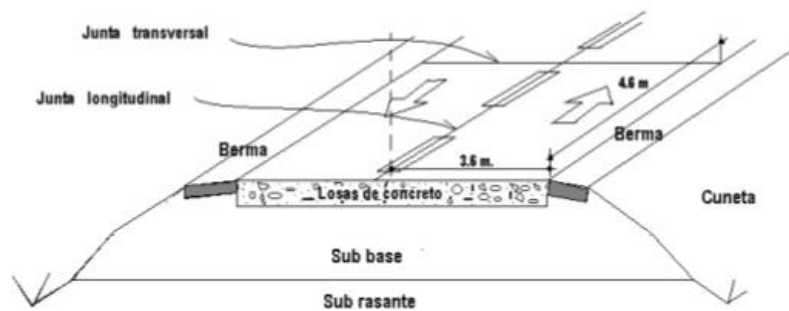
Ilustración 25. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)



### PAVIMENTO RÍGIDO

El pavimento Rígido es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina súbbase del pavimento rígido, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante.

Ilustración 26. Estructura típica de un pavimento rígido



Rígido	Flexible
✓ Vida útil mínima de 20 años.	× Vida útil máxima de 10 años.
✓ Resistente a ataques químico (Aceites, oleos, grasas, combustibles.)	× Fuertemente afectado por productos químicos (Aceites, oleos, grasas, combustibles.)

✓ Mejores características de drenaje superficie, es prácticamente impermeable, el agua escurre más fácil y las estructuras de drenaje son más simples.	✓ Es más suave y menos Ruidosa.
✓ Estructuras más delgadas de pavimentos y resistentes.	× Estructuras más espesas requiere mayor excavación y movimiento de tierra.
× A temperaturas altas, tiende agrietarse.	✓ Soporta un rango mayor de temperatura.
✓ Mayor distancia de visibilidad horizontal proporcionando mayor visibilidad.	× Visibilidad más reducida durante la noche y en condiciones climáticas adversas.
✓ Soporta fácilmente sobrecargas imprevistas y tráfico intenso.	× Sobrecargas imprevistas causan daño a la estructura, incluyendo el suelo de apoyo.
× Mayor costo de construcción.	✓ Menor costo de construcción
✓ Más facilidad de construcción se pueden usar maquinas convencionales.	× Mayor dificultad de manejo de construcción.
✓ Bajo mantenimiento durante los primeros años.	× Alto mantenimiento durante los primeros años.

Fuente: Propia.

El presente análisis y comparación de pavimentos flexible y rígido, se aplican en algunas situaciones particulares similares a las que se encuentran en la práctica usual, lo cual hace ver la relativa variedad de los resultados que se obtienen, aplicando así sus ventajas y desventajas de ambos.

Se optará el diseño de pavimento rígido, tomando en cuenta las comparaciones realizadas anteriormente, basándonos en las condiciones del suelo y características de la zona hacia la aldea El Bálsamo, tomando en cuenta el resultado obtenido es conveniente utilizar concreto hidráulico en el tramo carretero.

### 5.1.4.2 CBR

El valor de CBR se obtuvo de los ensayos realizados por la empresa CINSA para el proyecto de pavimentación de concreto rígido en CALLE CIENEGUITA. La estación final 2+019 del proyecto de pavimentación de concreto rígido se intercepta entre las estaciones 1+110 y 1+120 del tramo La Corozona en la pavimentación de la Calle Cieneguita. Es por eso que al obtener suelos de la misma familia se optó por usar el mismo valor de CBR aproximado a un 39.5 con un valor de compactación al 95%. Para ser conservadores en el diseño se utilizó el 40% de CBR.

$$CBR = 39.56 * 0.40 = 15.82$$

Ecuación 19. Determinación de CBR

Fuente: (AASHTO,93)

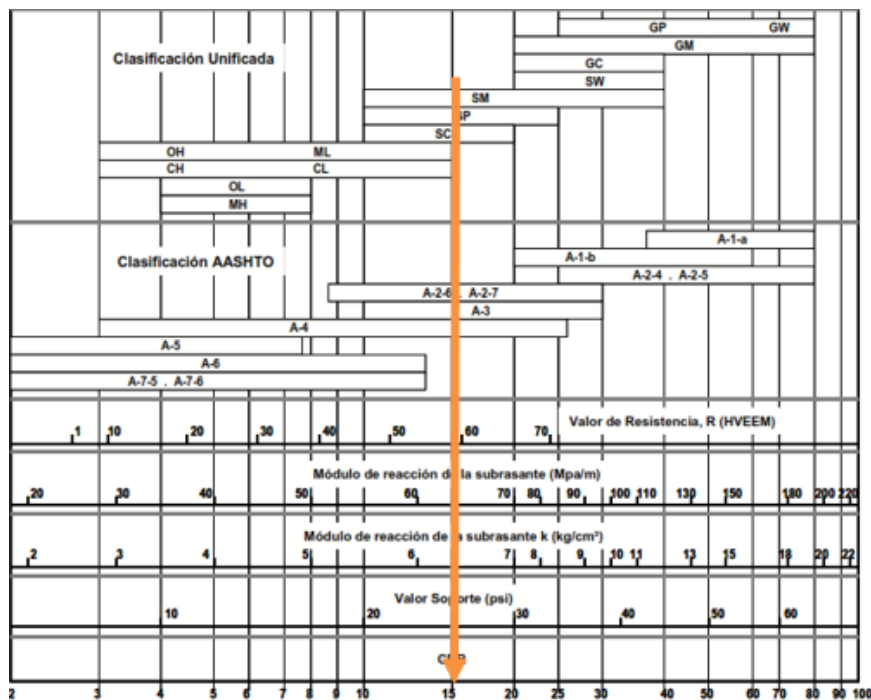


Ilustración 27. Correlación aproximada entre clasificación de los suelos y los diferentes ensayos.

### 5.1.4.3 ANÁLISIS DE TRÁNSITO

Se tiene proyectado el tránsito esporádico de vehículos-camiones tipo C2, C3 y C4 (máximo) que ingresan a la aldea por el turismo en el balneario Los Laureles, así como camiones repartidores de alimentos para ciertas tiendas de conveniencia que se encuentran en la zona.

Tabla 27. Parámetros de Diseño

<b>TPD</b>	<b>Periodo de Diseño (años)</b>	<b>Tasa de Crecimiento</b>	<b>Factor de Seguridad de Carga</b>
30	20	3%	1.1

Fuente: (Propia)

Se implementarán dentro del diseño los pasadores de losas, ya que se tiene proyectado tránsito esporádico de vehículos-camiones tipo c2, c3 y c4 (máximo).

Tabla 28. Configuración del tráfico en El Bálsamo

<b>% Vehículo Liviano</b>	<b>% Vehículo Pesado</b>
60%	40%

Fuente: (Propia)

La tabla siguiente resume el ESAL de diseño tomando en cuenta el TPD, factor de crecimiento y el periodo de diseño.

Tabla 29. Ejes equivalentes (ESAL)

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>TPD</b>	<b>TPD*365</b>	<b>F.C.</b>	<b>ESAL en el carril de diseño</b>	<b>Factor de Crecimiento</b>	<b>ESAL de Diseño</b>
Autos y Combinaciones	18	6570	0.0001	0.657	26.87	17.653
C2	4	1460	3.56	5197.6	26.87	139659.51
B2	8	2920	3	8760	26.87	235381.2
Total	30	10950				375058.36

Fuente: (Propia)

#### 5.1.4.4 CÁLCULO DE PERALTES ESTRUCTURALES

Por las condiciones óptimas del suelo el diseño del pavimento constará de un espesor de losa de 160 mm y subbase granular de 300 mm de espesor, haciendo uso de pasadores a cada 30 cm de separación.

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño anteriormente mencionados, se procedió a realizar la iteración con los valores estipulados haciendo uso de Microsoft Excel.

Ilustración 28. Parámetros de Diseño

Cálculo de Espesor de Losa para Pavimento Concreto Hidráulico				
Obra : Diseño vía rural de 2 carriles, Subbase Granular			Subbase e (m)	0.3
Espesor de Losa (Carpeta)		16.00	cm	
K combinado		90.00	Mpa/a	
Modulo de Rotura MR		4.50	Mpa	
Factor de Seguridad de la Carga FSC		1.20		
Juntas con pasadores	si	x	no	
Berma de concreto	si		no	x
Periodo de diseño	20.00	años		

Fuente: (Propia)

- ✓ En la columna 1: se introducen las magnitudes de las cargas por eje.
- ✓ En la Columna 2: se multiplican las magnitudes de las cargas por eje de la columna 1, por el factor de seguridad de la carga (FSC).
- ✓ En la Columna 3: se introducen los datos de las repeticiones de carga por ejes esperadas.

#### ESFUERZOS EQUIVALENTES

Se determina el coeficiente k utilizando la tabla que se muestra (v. figura 29) utilizando el esfuerzo obtenido mediante la ilustración 29 (CBR) el cual es equivalente a 60Mpa/a. Se busca el valor de k para un espesor de subbase de 300mm y se obtiene un k combinado de 90Mpa/a.

Ilustración 29. Efecto de la subbase granular sobre el coeficiente k.

Valor de k para subrasante		Valor de k para subbase							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
Mpa/m	Lb/pulg <sup>2</sup>	Mpa/m	Lb/pulg <sup>2</sup>	Mpa/m	Lb/pulg <sup>2</sup>	Mpa/m	Lb/pulg <sup>2</sup>	Mpa/m	Lb/pulg <sup>2</sup>
20	73	23	85	26	96	35	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente: (Iturbide J. C., 2002)

Con el nuevo valor de K del conjunto subrasante / subbase definido y el espesor de losa de tanteo procedemos a calcular el esfuerzo equivalente para ejes sencillos.

*Ilustración 30. Esfuerzo equivalente pavimento sin hombros de concreto hidráulico (Eje Sencillo).*

**Tabla 7-23**  
**Esfuerzo equivalente pavimento sin hombros de concreto hidráulico**  
**(eje sencillo)**

Eje sencillo						
Espesor de losa (mm)	k del conjunto subrasante / subbase					
	20	40	60	80	140	180
100	5.42	4.75	4.38	4.13	3.66	3.45
110	4.74	4.16	3.85	3.63	3.23	3.06
120	4.19	3.69	3.41	3.23	2.88	2.73
130	3.75	3.30	3.06	2.89	2.59	2.46
140	3.37	2.97	2.76	2.61	2.34	2.23
150	3.06	2.70	2.51	2.37	2.13	2.03
160	2.79	2.47	2.29	2.17	1.95	1.86
170	2.56	2.26	2.10	1.99	1.80	1.71
180	2.37	2.09	1.94	1.84	1.66	1.58
190	2.19	1.94	1.80	1.71	1.54	1.47
200	2.04	1.80	1.67	1.59	1.43	1.37
210	1.91	1.68	1.56	1.48	1.34	1.28
220	1.79	1.57	1.46	1.39	1.26	1.20
230	1.68	1.48	1.38	1.31	1.18	1.13
240	1.58	1.39	1.30	1.23	1.11	1.03
250	1.49	1.32	1.22	1.16	1.05	1.00
260	1.41	1.25	1.16	1.10	0.99	0.95
270	1.34	1.18	1.10	1.04	0.94	0.90
280	1.28	1.12	1.04	0.99	0.89	0.86
290	1.22	1.07	0.99	0.94	0.85	0.81
300	1.16	1.02	0.95	0.90	0.81	0.78
310	1.11	0.97	0.90	0.86	0.77	0.74
320	1.06	0.93	0.86	0.82	0.74	0.71
330	1.02	0.89	0.83	0.78	0.71	0.68
340	0.98	0.85	0.79	0.75	0.68	0.65
350	0.94	0.82	0.76	0.72	0.65	0.62

Fuente: (Iturbide J. , 2002)

Se diseñó para un espesor de losa de 160 mm, junto con el valor de k calculado en el paso anterior se determina mediante interpolación el k de conjunto subbase/subrasante que obtuvo un valor de 2.13.

Seguidamente, se procede a calcular el valor de k de conjunto subbase/subrasante para el eje tándem.

*Ilustración 31. Esfuerzo equivalente pavimento sin hombros de concreto hidráulico (Eje Tándem)*

<b>Eje Tándem</b>						
<b>Espesor de losa (mm)</b>	<b>k del conjunto subrasante / subbase</b>					
	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>140</b>	<b>180</b>
100	4.39	3.83	3.59	3.44	3.22	3.15
110	3.88	3.35	3.12	2.97	2.76	2.68
120	3.47	2.98	2.75	2.62	2.40	2.33
130	3.14	2.68	2.46	2.33	2.13	2.05
140	2.87	2.43	2.23	2.10	1.90	1.83
150	2.64	2.23	2.04	1.92	1.72	1.65
160	2.45	2.03	1.87	1.76	1.57	1.50
170	2.28	1.91	1.74	1.63	1.45	1.38
180	2.14	1.79	1.62	1.51	1.34	1.27
190	2.01	1.67	1.51	1.41	1.25	1.18
200	1.90	1.58	1.42	1.33	1.17	1.11
210	1.79	1.49	1.34	1.25	1.10	1.04
220	1.70	1.41	1.27	1.18	1.03	0.98
230	1.62	1.34	1.21	1.12	0.98	0.92
240	1.55	1.28	1.15	1.06	0.93	0.87
250	1.48	1.22	1.09	1.01	0.88	0.83
260	1.41	1.17	1.05	0.97	0.84	0.79
270	1.36	1.12	1.00	0.93	0.80	0.75
280	1.30	1.07	0.96	0.89	0.77	0.72
290	1.25	1.03	0.92	0.85	0.74	0.69
300	1.21	0.99	0.89	0.82	0.71	0.66
310	1.16	0.96	0.86	0.79	0.68	0.64
320	1.12	0.92	0.83	0.76	0.66	0.62
330	1.09	0.89	0.80	0.74	0.63	0.59
340	1.05	0.86	0.77	0.71	0.61	0.57
350	1.02	0.84	0.75	0.69	0.59	0.55

Fuente: (Iturbide J. C., 2002)

Se interpoló el valor de k del conjunto subbase/subrasante para eje tándem obteniendo un resultado de 1.72.

### 5.2.5.2 FACTOR DE EROSIÓN

Con el nuevo valor de K del conjunto subrasante / subbase definido y el espesor de losa de tanteo procedemos a calcular el factor de erosión haciendo uso de las tablas.

*Ilustración 32. Factor de Erosión para ejes sencillos. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros.*

**Factor de erosión para ejes sencillos. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros de concreto Hidráulico**

Eje sencillo						
Espesor de losa (mm)	k del conjunto subrasante / subbase					
	20	40	60	80	140	180
100	3.76	3.75	3.74	3.74	3.72	3.70
110	3.63	3.62	3.61	3.61	3.59	3.58
120	3.52	3.50	3.49	3.49	3.47	3.46
130	3.41	3.39	3.39	3.38	3.37	3.35
140	3.31	3.30	3.29	3.28	3.27	3.26
150	3.22	3.21	3.20	3.19	3.17	3.16
160	3.14	3.12	3.11	3.10	3.09	3.08
170	3.06	3.04	3.03	3.02	3.01	3.00
180	2.99	2.97	2.96	2.95	2.93	2.92
190	2.92	2.90	2.88	2.88	2.86	2.85
200	2.85	2.83	2.82	2.81	2.79	2.78
210	2.79	2.77	2.75	2.75	2.73	2.72
220	2.73	2.71	2.69	2.69	2.67	2.66
230	2.67	2.65	2.64	2.63	2.61	2.60
240	2.62	2.60	2.58	2.57	2.55	2.54
250	2.57	2.54	2.53	2.52	2.50	2.49
260	2.52	2.49	2.48	2.47	2.45	2.44
270	2.47	2.44	2.43	2.42	2.40	2.39
280	2.42	2.40	2.38	2.37	2.35	2.34
290	2.38	2.35	2.34	2.33	2.31	2.30
300	2.34	2.31	2.30	2.29	2.26	2.26
310	2.29	2.27	2.25	2.24	2.22	2.21
320	2.25	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17
330	2.21	2.19	2.17	2.16	2.14	2.13
340	2.18	2.15	2.14	2.12	2.10	2.09
350	2.14	2.11	2.10	2.09	2.07	2.06

Fuente: (Iturbide J. , 2002)

Se usó el método de interpolación para obtener el valor de k del conjunto subbase/ subrasante. Para un espesor de 160mm de espesor de losa en eje sencillo el valor k es 3.098 y para eje tándem se obtuvo un valor de 3.16.

Ilustración 33. Factor de erosión para ejes Tándem. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros.

**Factor de erosión para ejes Tándem. Pavimentos de concreto hidráulico con dovelas y sin hombros de concreto hidráulico**

Eje tándem						
Espesor de losa (mm)	k del conjunto subrasante / subbase					
	20	40	60	80	140	180
100	3.83	3.79	3.77	3.76	3.72	3.70
110	3.71	3.67	3.65	3.63	3.60	3.58
120	3.61	3.56	3.54	3.52	3.49	3.47
130	3.52	3.47	3.44	3.43	3.39	3.37
140	3.43	3.38	3.35	3.33	3.30	3.28
150	3.36	3.30	3.27	3.25	3.21	3.19
160	3.28	3.22	3.19	3.17	3.13	3.12
170	3.22	3.15	3.12	3.10	3.06	3.04
180	3.16	3.09	3.06	3.03	2.99	2.97
190	3.10	3.03	2.99	2.97	2.93	2.91
200	3.05	2.97	2.94	2.91	2.87	2.85
210	2.99	2.92	2.88	2.86	2.81	2.79
220	2.95	2.87	2.83	2.80	2.76	2.73
230	2.90	2.82	2.78	2.75	2.70	2.68
240	2.86	2.78	2.73	2.71	2.66	2.63
250	2.82	2.73	2.69	2.66	2.61	2.59
260	2.78	2.69	2.65	2.62	2.56	2.54
270	2.74	2.65	2.61	2.58	2.52	2.50
280	2.71	2.62	2.57	2.54	2.48	2.46
290	2.67	2.58	2.53	2.50	2.44	2.42
300	2.64	2.55	2.50	2.46	2.41	2.38
310	2.61	2.51	2.46	2.43	2.37	2.34
320	2.58	2.48	2.43	2.40	2.33	2.31
330	2.55	2.45	2.40	2.36	2.30	2.28
340	2.52	2.42	2.37	2.33	2.27	2.24
350	2.49	2.39	2.34	2.30	2.24	2.21

Fuente: (Iturbide J. C., 2002)

Seguidamente se calculó la relación de esfuerzos, dividiendo el esfuerzo equivalente entre el módulo de rotura del concreto.

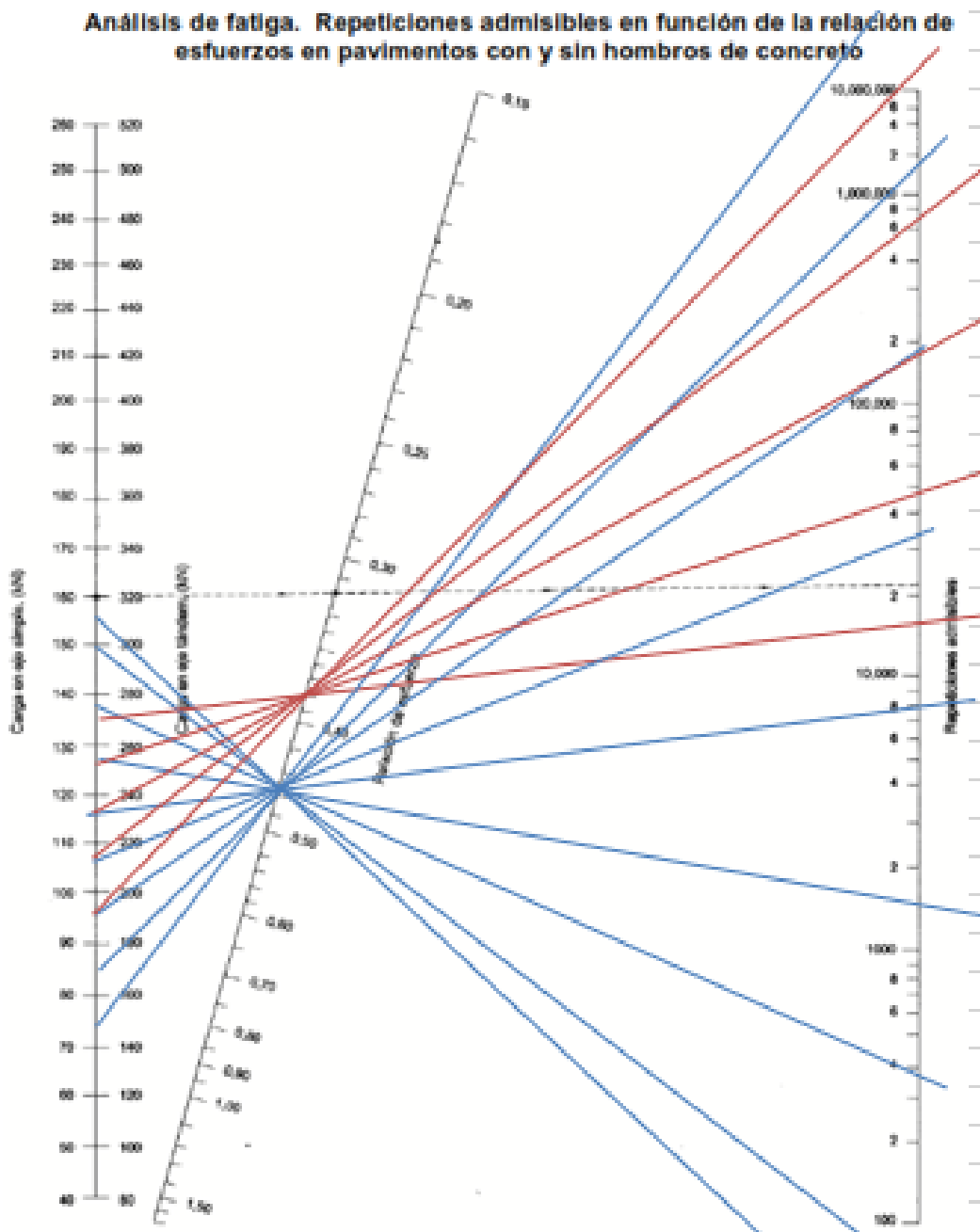
En la columna 4: se introdujeron las repeticiones admisibles del análisis por fatiga, las cuales fueron obtenidas del nomograma "Repeticiones admisibles en función de la relación de esfuerzos en pavimentos con y sin hombros de concreto" (v. Ilustración 34).

En la columna 5: se calculó el porcentaje de fatiga obtenido, dividiendo la columna 3 entre la columna 4.

En la columna 6: se introdujeron las repeticiones admisibles del análisis por erosión, las cuales fueron obtenidas del nomograma "Repeticiones admisibles en función del factor erosión en pavimentos sin hombros de concreto".

En la columna 7: se calculó el porcentaje de daño obtenido, dividiendo la columna 3 entre la columna 6.

Ilustración 34. Análisis de fatiga. Repeticiones admisibles en función de la relación de esfuerzos en pavimentos con y sin hombros de concreto.

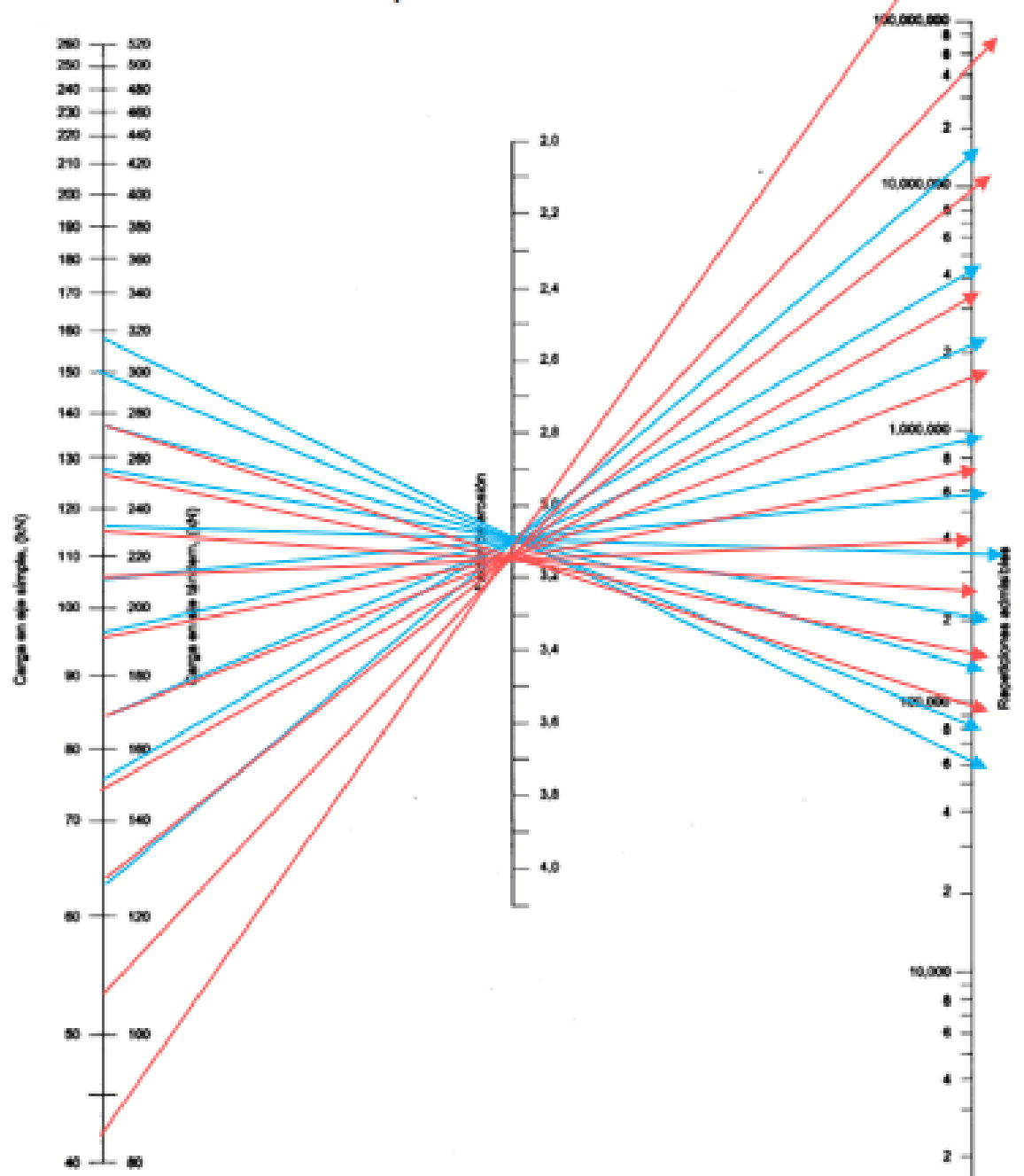


Nota: Las líneas de color rojo se utilizaron para determinar los esfuerzos equivalentes del eje sencillo y las líneas se utilizan para el eje tandem.

(Iturbide J. , 2002)

Ilustración 35. Análisis de Erosión, sin hombros de concreto. Repeticiones admisibles.

**Análisis de erosión, sin hombros de concreto. Repeticiones admisibles en función del factor de pavimentos sin hombros de concreto hidráulico**



Fuente: (Iturbide J. , 2002)

### 5.1.5 DISEÑO DE ALCANTARILLADO

#### RÉGIMEN PLUVIAL

La ciudad de Puerto Cortés presenta un comportamiento pluviométrico bastante homogéneo. En términos generales el régimen lluvioso no presenta ninguna canícula o cesantía de lluvia y los meses lluviosos difieren en casi medio año con los registrados en la zona del pacífico.

El tipo de clima predominante en la región se define como "Muy lluvioso con distribución regular de lluvia". La circulación de los vientos Alisios sobre toda la franja costera, es predominante del cuadrante Nor-Este; sin embargo, los frentes fríos se introducen al país, desde el cuadrante Nor-Oeste. Esta circulación predominante del Nor-Este, genera en el área de barlovento (donde los macizos montañosos actúan como barreras naturales al paso del viento), lluvias bastante copiosas.

Para el diseño del sistema de recolección y conducción de aguas pluviales se utilizó el manual de referencia hidrológicas del FHIS, el cual presenta un método simplificado por medio de coeficientes y constantes calculadas con la información meteorológica de las estaciones ubicadas en todo el país, esta información ha sido calculada por medio del método de las isoyetas y el método de polígonos de Thiessen, dicha información se encuentra tabulada en para su utilización directa en las fórmulas de intensidad, con la cual se calculan caudales de diseño aplicándola en la formula del método racional.

**Tabla 1-Datos morfométricos de microcuenca El Bálsamo**

<b>Ítem</b>	<i>Datos</i>	<b>Unidad</b>
Área	3.61	Km <sup>2</sup>
Perímetro	8.09	km
Elevación punto más alto	345	m
Elevación punto más bajo	28	m
Longitud axial	3.53	km
Longitud cursos	6.41	km
Altitud media	158.50	m
Pendiente media	0.09	-

Fuente: Propia (2019).

**Tabla 2-Coeficiente de escorrentía.**

Mat. Cobertura	Área (Ha)	C	Área ponderada	C Ponderado
Vegetación secundaria húmeda	1.81	0.42	0.50	0.21
Pastos	1.16	0.47	0.32	0.15
Cultivos anuales	0.40	0.50	0.11	0.06
Bosque latifoliado húmedo	0.07	0.22	0.02	0.00
Zona residencial	0.18	0.45	0.05	0.02
	<b>3.61</b>		<b>1.00</b>	<b>0.44</b>

Fuente: Propia (2019).

$$T_c = 0.06628 \left[ \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right]$$

Donde:

- T<sub>c</sub> = es el tiempo de concentración en minutos
- L = es la longitud del cauce más largo
- S = es la pendiente del cauce en m/m, que resulta del valor de la diferencia de elevación entre la longitud.



(FHIS F. H., 2002)

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó una longitud de cauce de 3.53 km, y una pendiente de 0.09.

Con los datos anteriores el tiempo de concentración es de 26.54 minutos.

Para poder determinar la intensidad de lluvia para un periodo de retorno de 20 años se hizo uso de las curvas IDF propias de la estación meteorológica La Mesa. Dando como resultado una intensidad de 85 mm/hr.

En base al análisis del coeficiente de escorrentía llevado a cabo en la sección 5.2.2.1 se concluye que la microcuenca presenta un C de 0.44.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

- Q = es el caudal máximo en m<sup>3</sup>/segundo
- C = es el coeficiente de escorrentía
- I = es la intensidad de la lluvia en mm/hr
- A = es el área de la cuenca en hectáreas

En base a los datos anteriormente descritos el Caudal Máximo es de 37.70 m<sup>3</sup>/segundo.

Tabla 6. Valores del coeficiente "n" de Manning.

Material	Valores		
	Mínimo	Normal	Máximo
Arroyo de montaña con muchas piedras.	0.035	0.040	0.050
Tepetate (liso y uniforme).	0.025	0.035	0.040
Tierra en buenas condiciones.	0.017	0.020	0.025
Tierra libre de vegetación.	0.020	0.025	0.033
Mampostería seca.	0.025	0.030	0.033
Mampostería con cemento.	0.017	0.020	0.025
Concreto.	0.013	0.017	0.020
Asbesto cemento.	0.09	0.010	0.011
Polietileno y PVC.	0.007	0.008	0.009
Fierro fundido (Fo. Fo).	0.011	0.014	0.016
Acero.	0.013	0.015	0.017
Vidrio, cobre.	0.009	0.010	0.010

El cálculo del gasto en el diseño de canales, para este tipo de régimen, puede plantearse la ecuación de continuidad (1.25) y la ecuación de Manning (1.23) sistema métrico y la (1.24) para el sistema inglés.

Se realizará una revisión para determinar si el caudal recaudado por la carpeta de rodadura no excede la capacidad del canal propuesto, dado que la sección izquierda y derecha de la calle desde su línea central son iguales y ambos canales en sus extremos también lo son, solo se realizará el análisis para la mitad de la sección típica de la calle.

Dimensiones del canal			
Forma	Triangular		
h	0.3	m	Altura
b	0.6	m	Base
t	0.7	%	tirante
Pm	1.014	m	Perímetro mojado

TRAMO 0+000 a 0+140			
Cálculo de Caudal Formula de Manning			
$Q=A*(1/n)*R^{(2/3)}*S^{(1/2)}$			
Símbolo	Cantidad	Und	Descripción
L	140.0000	m	
Eid	96.30	msnm	Elevación inicial
Ef	90.24	msnm	Elevación final
$\Delta h$	6.06	m	Diferencia de elevación
Am	0.0441	m <sup>2</sup>	Área hidráulica
R	0.0435	m	Radio hidráulico A/P
S	0.0433	cte	Pendiente
n	0.0130	cte	Coefficiente de Manning

Qcanal =	0.0873	m <sup>3</sup> /s	Capacidad del canal
-------------	--------	-------------------	---------------------

Caudal sobre la carpeta de rodadura			
C	0.44	cte	C ponderado
I	85.00	mm/h	Intensidad de lluvia
A	0.028	Hras	Área en hectáreas del tramo
Qtramo =	0.0029	m <sup>3</sup> /s	

<b>Qcanal &gt; Qtramo</b>			
<b>Estado: OK</b>			

Dimensiones del canal			
Forma	Triangular		
h	0.3	m	Altura
b	0.6	m	Base
t	0.7	%	tirante
Pm	1.014	m	Perímetro mojado

TRAMO 0+140 a 0+255			
Cálculo de Caudal Formula de Manning			
$Q=A*(1/n)*R^{(2/3)}*S^{(1/2)}$			
Símbolo	Cantidad	Und	Descripción
L	115.0000	m	
Ei	96.30	msnm	Elevación inicial
Ef	90.66	msnm	Elevación final
$\Delta h$	5.64	m	Diferencia de elevación
Am	0.0441	m <sup>2</sup>	Área hidráulica
R	0.0435	m	Radio hidráulico A/P
S	0.0490	cte	Pendiente
n	0.0130	cte	Coefficiente de Manning

Qcanal			
=	0.0929	m <sup>3</sup> /s	Capacidad del canal

Caudal sobre la carpeta de rodadura			
C	0.44	cte	C ponderado
I	85.00	mm/h	Intensidad de lluvia
A	0.023	Hras	Área en hectáreas del tramo
Qtramo			
=	0.0024	m <sup>3</sup> /s	

Qcanal > Qtramo			
<b>Estado: OK</b>			

Dimensiones del canal			
Forma	Triangular		
h	0.3	m	Altura
b	0.6	m	Base
t	0.7	%	tirante
Pm	1.014	m	Perímetro mojado

TRAMO 0+255 a 1+935			
Calculo de Caudal Formula de Manning			
$Q=A*(1/n)*R^{(2/3)}*S^{(1/2)}$			
Símbolo	Cantidad	Und	Descripción
L	1680.0000	m	
Ei	96.30	msnm	Elevación inicial
Ef	77.24	msnm	Elevación final
$\Delta h$	19.06	m	Diferencia de elevación
Am	0.0441	m <sup>2</sup>	Área hidráulica
R	0.0435	m	Radio hidráulico A/P
S	0.0113	cte	Pendiente
n	0.0130	cte	Coefficiente de Manning

Qcanal =	0.0447	m <sup>3</sup> /s	Capacidad del canal
-------------	--------	-------------------	---------------------

Caudal sobre la carpeta de rodadura			
C	0.44	cte	C ponderado
I	85.00	mm/h	Intensidad de lluvia
A	0.336	Hras	Área en hectáreas del tramo
Qtramo =	0.0349	m <sup>3</sup> /s	

$Q_{canal} > Q_{tramo}$			
<b>Estado: OK</b>			

## 5.2 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO

### 5.2.1 PRECIO POR CANTIDAD DE OBRA

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario Lps	Total Lps.
<b>I PRELIMINARES</b>					
1.01	Limpieza y Descapote de capa vegetal e=5cm. Incluye ampliación de calzada.	M2	5,048.45	L. 151.30	L. 763,830.49
1.02	Replanteo de topografía con estación total. Colocación de trompos de madera de 2x2x0.7' @20mts	ML	2,019.38	L. 10.50	L. 21,203.49
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>785,033.98</b>
<b>II MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
2.01	Excavación común de material del sitio	M3	3,559.60	101.43	361,045.14
2.02	Relleno con material del sitio.	M3	3,012.21	36.00	108,439.56
2.03	Acarreo de material de desperdicio	M3	766.35	89.00	68,204.79
2.04	Subbase para pavimento e=30cm con material selecto importado.	M2	8,076.00	105.80	854,440.80
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>1,392,130.30</b>
<b>III PAVIMENTO</b>					
3.01	Suministro y colocación de concreto hidráulico MR 600 PSI con espesor de 16 cm (Incluye encofrado y refuerzo en juntas longitudinales con #4x0.60m @60cm.)	M3	1,292.40	4,865.55	6,288,254.24
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>6,288,254.24</b>
<b>IV SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>					
4.01	Doble Línea continua amarilla	ML	580.7	67.9	39,429.53
4.02	Línea continua blanca	ML	133.41	68.40	9,125.24
4.03	Línea discontinua blanca	ML	<b>580.7</b>	<b>69.86</b>	40,567.70
4.04	Vialetas plásticas de doble sentido	UND	135.00	89.24	12,047.40
4.05	Señales Reglamentarias (Velocidad Máxima)	UND	5.00	1,812.08	9,060.38
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>110,230.25</b>
<b>V DRENAJE PLUVIAL</b>					
<b>5.01 Movimiento de Tierras</b>					
5.01.1	Excavación Manual en Terreno Natural	M3	1241.92	108.05	134,189.46
5.01.2	Conformación de Cuneta con relleno de material in situ	M3	236.27	74.04	17,493.43
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>151,682.89</b>
<b>5.02 Obras de Concreto Simple</b>					
5.02.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO HIDRAULICO, 3000 PSI CON ESPESOR DE 0.15 CM INCLUYE ENCOFRADO	m3	411.95	4,260.18	1,754,981.15
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>1,754,981.15</b>
<b>5.03 Obras de Drenaje</b>					
5..03.1	Suministro e instalación de alcantarilla de concreto con diámetro de 24".	und	12.00	118.21	1,418.52
<b>SUB. TOTAL</b>					<b>1,418.52</b>
<b>TOTAL NETO LPS.</b>					<b>L 10,482,312.80</b>

- Precio por km: Lps5,215,080.99



**Excavación común de material del sitio**

Fecha: 1/5/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	2.01	Unidad	M3	Cantidad	4,983.44	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 0.00
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 0.00
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	EXCAVADORA CAT	m3/hr	0.0143		L. 1,700.00	L. 24.29
3.02	VOLQUETA	m3	0.0830		L. 200.00	L. 16.60
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 40.89
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 40.89
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 40.89
						<b>Costo Final</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>
						<b>0.00</b>

**Relleno con material del sitio.**

Fecha: 3/29/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	2.02	Unidad	M3	Cantidad	4,217.09	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. -
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 0.00
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	Cisterna	m3	0.050	1.00	L. 800.00	L. 40.00
3.02	Rodillo CA 15 LISO 101 HP	m3	0.006	1.00	L. 850.00	L. 5.10
3.03	Motoniveladora 140 HP	HR	0.007	1.00	L. 1,800.00	L. 12.60
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 57.70
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 57.70
						<b>% Indirectos</b>
						<b>25.00%</b>
						<b>Costo Final</b>
						<b>L. 57.70</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>



**Suministro y colocación de concreto hidráulico 4000 PSI con espesor de 16 cm (Incluye encofrado y refuerzo en juntas)**

Fecha: 4/6/2020

1.5625

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	3.01	Unidad	M3	Cantidad	1,292.40	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	CONCRETO 4000 1 1/2	M3	1.0000	5%	L. 3,800.00	L. 3,990.00
1.02	MADERA RUSTICA	P.T.	1.0900	0.03	L. 15.00	L. 16.84
1.03	CLAVOS	LIBRA	0.8400	3%	L. 13.92	L. 12.04
1.04	SELLO ASFALTICO DE JUNTAS	Cubeta	0.0010	3%	L. 1,520.00	L. 1.57
1.05	CURADOR PAVIMENTO	GALON	0.2000	1%	L. 3,360.00	L. 678.72
1.06	Desmoldante para madera	Cubeta	0.0030	3%	L. 2,300.00	L. 7.11
1.07	Alambre de Amarre	Lb	0.0300	5%	L. 13.20	L. 0.42
1.08	Varilla #4 Corrugada G60	Lance	0.067	5%	L. 197.00	L. 13.86
				<b>Subtotal Mat</b>		L. 4,720.55
2.00	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	M. O. (Incluye rastreado y vibrado)	m3	1.000		120.00	L. 120.00
				<b>Subtotal M.O.</b>		L. 120.00
2.00	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	VIBRADOR	m3	1.000		25.00	L. 25.00
				<b>Subtotal Mat</b>		L. 25.00
				<b>Costo Directo Total</b>		L. 4,865.55
				<b>% Indirectos</b>		
				<b>Costo Final</b>		L. 4,865.55
				<b>Costo Unitario Final</b>		

**Doble Línea continua amarilla**

Fecha: 3/29/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	4.01	Unidad	ML	Cantidad	580.70	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	PINTURA REFLECTIVA DE TRÁFICO	GL	0.009	0.00	518.60	L. 4.67
1.02	RODILLO	UND	1.000	0.00	54.00	L. 54.00
				<b>Subtotal Mat</b>		L. 58.67
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	CAPATAZ, MAESTRO DE OBRA	HR	0.005	0.00	179.85	L. 0.90
2.02	TOPÓGRAFO	HR	0.005	0.00	L. 312.50	L. 1.56
2.03	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.004	0.00	L. 135.25	L. 0.54
2.04	PEÓN	HR	0.016	0.00	L. 49.89	L. 0.80
2.05	AYUDANTES DIVERSOS	HR	0.008	0.00	L. 49.89	L. 0.40
						L. 0.00
				<b>Subtotal M.O.</b>		L. 4.20
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	FRANJADORA DE PAVIMENTO	HR	0.004	0.00	735.32	L. 2.94
3.02	ESCOBA MECÁNICA AUTOPROPULSADA	HR	0.004	0.00	283.12	L. 1.13
3.03	CAMIÓN TIPO CANTER, 110 HP	HR	0.004	0.00	729.32	L. 2.92
						L. 0.00
				<b>Subtotal H.E.</b>		L. 6.99
				<b>Costo Directo Total</b>		L. 69.86
				<b>% Indirectos</b>		
				<b>Costo Final</b>		L. 69.86
				<b>Costo Unitario Final</b>		

**Línea continua blanca**

Fecha: 3/29/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	4.02	Unidad	ML	Cantidad	133.41	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	PINTURA REFLECTIVA DE TRÁFICO	GL	0.009	0.00	518.60	L. 4.67
1.02	RODILLO	UND	1.000	0.00	54.00	L. 54.00
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 58.67
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	CAPATAZ, MAESTRO DE OBRA	HR	0.005	0.00	179.85	L. 0.90
2.02	TOPÓGRAFO	HR	0.005	0.00	L. 312.50	L. 1.56
2.03	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.004	0.00	L. 135.25	L. 0.54
2.04	PEÓN	HR	0.016	0.00	L. 49.89	L. 0.80
2.05	AYUDANTES DIVERSOS	HR	0.008	0.00	L. 49.89	L. 0.40
						L. 0.00
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 4.20
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	FRANJADORA DE PAVIMENTO	HR	0.004	0.00	735.32	L. 2.94
3.02	ESCOBA MECÁNICA AUTOPROPULSADA	HR	0.004	0.00	283.12	L. 1.13
3.03	CAMIÓN TIPO CANTER, 110 HP	HR	0.004	0.00	729.32	L. 2.92
3.04	ESTACIÓN TOTAL, PRISMA, BASTÓN, NIVEL	HR	0.004	0.00	124.58	L. 0.50
						L. 0.00
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 7.49
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 70.36
						<b>% Indirectos</b>
						<b>Costo Final</b>
						<b>L. 70.36</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>

**Línea discontinua blanca**

Fecha: 1/5/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	4.03	Unidad	ML	Cantidad	580.70	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	PINTURA REFLECTIVA DE TRÁFICO	GL	0.009	0.00	518.60	L. 4.67
1.02	RODILLO	UND	1.000	0.00	54.00	L. 54.00
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 58.67
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	CAPATAZ, MAESTRO DE OBRA	HR	0.005	0.00	179.85	L. 0.90
2.02	TOPÓGRAFO	HR	0.005	0.00	L. 312.50	L. 1.56
2.03	OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HR	0.004	0.00	L. 135.25	L. 0.54
2.04	PEÓN	HR	0.016	0.00	L. 49.89	L. 0.80
2.05	AYUDANTES DIVERSOS	HR	0.008	0.00	L. 49.89	L. 0.40
						L. 0.00
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 4.20
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	FRANJADORA DE PAVIMENTO	HR	0.004	0.00	735.32	L. 2.94
3.02	ESCOBA MECÁNICA AUTOPROPULSADA	HR	0.004	0.00	283.12	L. 1.13
3.03	CAMIÓN TIPO CANTER, 110 HP	HR	0.004	0.00	729.32	L. 2.92
						L. 0.00
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 6.99
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 69.86
						<b>% Indirectos</b>
						<b>Costo Final</b>
						<b>L. 69.86</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>

**Vialetas plásticas de doble sentido**

Fecha: 3/29/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	4.04	Unidad	UND	Cantidad	135.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES	UND.	1.000	0.00	66.25	L. 66.25
1.02	PEGAMENTO EPÓXICO	GL	0.040	0.00	450.00	L. 18.00
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 84.25
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	CAPATAZ, MAESTRO DE OBRA	HR	0.002	0.00	179.85	L. 0.36
2.02	MOTORISTA	HR	0.017	0.00	51.69	L. 0.88
	PEÓN	HR	0.017	0.00	48.89	L. 0.83
						L. 0.00
						L. 0.00
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 2.07
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	CAMIÓN TIPO CANTER, 110 HP	HR	0.004	0.00	729.32	L. 2.92
						L. 0.00
						L. 0.00
						L. 0.00
						L. 0.00
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 2.92
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 89.24
						<b>% Indirectos</b>
						<b>Costo Final</b>
						<b>L. 89.24</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>

**Excavación Manual en Terreno Natural**

Fecha: 1/5/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	5.01.1	Unidad	M3	Cantidad		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 0.00
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 0.00
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	EXCAVADORA CAT	m3/hr	0.0143		L. 1,650.00	L. 23.60
3.02	VOLQUETA	m3	0.0830		L. 800.00	L. 66.40
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 90.00
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 90.00
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 90.00
						<b>Costo Final</b>
						<b>L. 90.00</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>
						<b>Costo Unitario Final</b>

**Conformación de Cuneta con relleno de material in situ**

Fecha: 1/5/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	5.01.2	Unidad	M3	Cantidad	238.29	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
						<b>Subtotal Mat</b>
						0
2.00	<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total Horas</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01	Albañil	m3	0.038		L 60.00	L. 2.28
2.02	Peón	m3	0.038		L 60.00	L. 2.28
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 4.56
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.01	Herramientas menores		0.0500		L 50.00	L. 2.50
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 7.06
						<b>% Indirectos</b>
						<b>Costo Final</b>
						L. 7.06
						<b>Costo Unitario Final</b>

**SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO HIDRAULICO, 4000 PSI CON ESPESOR DE 0.15 CM INCLUYE**

Fecha: 4/6/2020

Elaboró: Romel Velásquez, María Fernanda Lara

Item	5.02.1	Unidad	M3	Cantidad	411.95	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	<b>Materiales</b>					
1.01	CONCRETO 4000	M3	1.0000	5%	L. 3,800.00	L. 3,990.00
1.02	MADERA RUSTICA	P.T.	1.0900	3.00%	L. 15.00	L. 16.84
1.03	CLAVOS	LIBRA	0.0380	3%	L. 13.92	L. 0.54
1.04	SELLO ASFALTICO DE JUNTAS	Cubeta	0.0320	3%	L. 196.00	L. 6.46
1.05	CURADOR PAVIMENTO	GALON	0.2000	1%	L. 180.00	L. 36.36
1.06	Desmoldante para madera	Cubeta	0.0030	3%	L. 2,300.00	L. 7.11
						<b>Subtotal Mat</b>
						L. 4,057.31
2.00		<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
2.01				1.00		L. 0.00
						<b>Subtotal M.O.</b>
						L. 0.00
3.00	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total/und</b>	<b>Precio/und</b>	<b>Sub Total</b>
3.02	Herramienta menor	%	0.050	1.00	L. 4,057.31	L. 202.87
						<b>Subtotal H.E.</b>
						L. 202.87
						<b>Costo Directo Total</b>
						L. 4,260.18
						<b>% Indirectos</b>
						<b>Costo Final</b>
						L. 4,260.18
						<b>Costo Unitario Final</b>

## 5.2.3 COSTOS INDIRECTOS

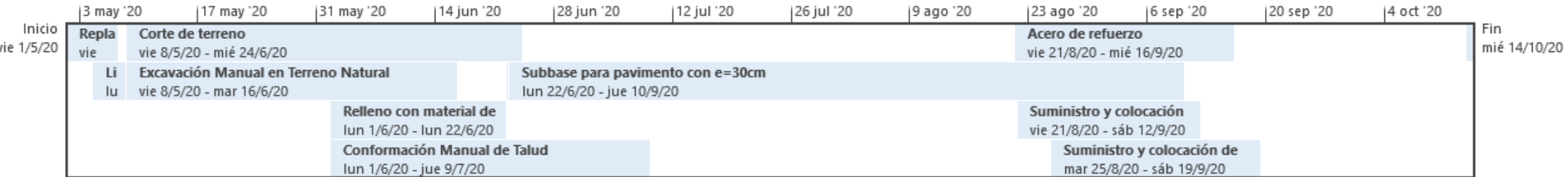
### CALCULO DE COSTOS INDIRECTOS

SUMATORIA DE COSTOS DIRECTOS

7,122,156.79

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO LPS.	VALOR LPS.
<b>I. CARGOS TÉCNICOS Y ADM</b>					
1	DIRECTOR DE PROYECTOS	MES	1	53,200.00	53,200.00
2	RECURSO HUMANOS	MES	1	26,600.00	26,600.00
3	CONTADOR	MES	1	26,600.00	26,600.00
4	ENCARGADO DE COMPRAS	MES	1	13,300.00	13,300.00
5	GUARDIA DE SEGURIDAD	MES	1	12,000.00	12,000.00
6	SECRETARIA	MES	1	13,300.00	13,300.00
7	ASEADOR	MES	1	6,650.00	6,650.00
8	VEHICULO DIRECTOR DE PROYECTO	MES	1	40,000.00	40,000.00
9	SERVICIOS PÚBLICOS	MES	1	10,000.00	10,000.00
10	COMUNICACIONES (INTERNET Y CELULARES)	MES	1	10,000.00	10,000.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>211,650.00</b>
<b>II C.I. OBRA</b>					
<b>2.011 TECNICO / ADM</b>					
2.0111	ING. RESIDENTE	MES	1	40,000.00	40,000.00
2.0112	CAPATAZ	MES	1	20,000.00	20,000.00
2.0113	TOPOGRAFO	MES	1	20,000.00	20,000.00
2.0114	MECÁNICO	MES	1	20,000.00	20,000.00
2.0115	BODEGUERO	MES	1	12,000.00	12,000.00
2.0116	VEHICULO ING RESIDENTE	MES	1	25,000.00	25,000.00
			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>137,000.00</b>
<b>2.012 TRASLADOS DE PERSONAL</b>					
2.0121	MOTORISTA TRANSPORTE	MES	1	12,000.00	12,000.00
2.0122	CAMION DE TRANSPORTE	MES	1	30,000.00	30,000.00
			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>42,000.00</b>
<b>2.013 COMUNICACIONES Y FLETES</b>					
2.0131	CELULARES	MES	1	3,000.00	3,000.00
			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>3,000.00</b>
<b>2.014 CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>					
2.0141	OFICINA Y BODEGA DE CAMPO	GLB	1	30,000.00	30,000.00
			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>30,000.00</b>
<b>2.015 CONSUMOS VARIOS</b>					
2.0151	ALIMENTACIÓN 6 PERSONAS	MES	1	5,400.00	5,400.00
2.0152	ALQUILER CASA PARA PERSONAL	MES	1	8,000.00	8,000.00
2.0153	ALQUILER CASA ING. RESIDENTE	MES	1	8,000.00	8,000.00
2.0154	3 BAÑO PORTÁTIL	MES	1	5,700.00	5,700.00
2.0155	ENERGÍA ELÉCTRICA OFICINA Y CASAS EQUIPO DE SEGURIDAD (CHALECOS,	MES	1	5,000.00	5,000.00
2.0156	CASCOS, GUANTES, LENTES)	MES	1	2,500.00	2,500.00
2.0157	MATERIALES DE CONSUMO	MES	1	2,000.00	2,000.00
					<b>36,600.00</b>
			<b>SUB. TOTAL</b>		<b>73,200.00</b>
			<b>TOTAL NETO</b>		<b>285,200.00</b>

### 5.2.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN PROJECT



## VI. CONCLUSIONES

1. Se optimizó la ruta existente de la calle hacia la aldea El Bálsamo, utilizando el ancho mínimo de carril de 2 m, cumpliendo con radios de giro adecuados para la velocidad de diseño que consistió en 40 km/h basado en el Manual de Soptravi. Según la topografía realizada en campo, las pendientes se mantuvieron en intervalos aproximados de 3% a 8% lo cual es aceptable para el terreno que cuenta la zona.
2. El ancho de vía de la calle en promedio es de 5.5 metros, conformado por 2 carriles con un ancho de 2.00 metros sin hombros y con cunetas con ancho de 0.60 m para la evacuación de aguas lluvias.
3. Los ensayos obtenidos por la municipalidad de Puerto Cortés y elaborados por la empresa CINSA, clasifican el suelo como **arena bien graduada con grava**. De esta manera se compararon los resultados obtenidos por la granulometría de las calicatas en la calle de la aldea El Bálsamo y se utilizaron los datos de CBR obtenidos previamente.
4. El diseño final del pavimento constará de un espesor de losa de concreto hidráulico de 16 cm y un espesor de subbase de 30 cm el cual es eficiente para el TPD de la zona.
5. Se diseñó un sistema de alcantarillado de aguas lluvias con drenaje longitudinal conformado por un canal hidráulico de concreto con 2 desembocaduras ubicadas en las 2 cajas puente ubicadas en el tramo carretero. Incluye drenaje transversal con alcantarillas de concreto de aproximadamente 24" de diámetro para evacuar las aguas lluvias.
6. Según las cantidades de obra pertinentes al proyecto se evaluó el proyecto a un valor de Lps10,482,312.80 y un cronograma de trabajo proyectado para 131 días.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda ampliar el ancho de la calzada debido a su geometría existente, en tramos específicos como ser en las estaciones 0+020, 0+080, 0+280, 0+320, 0+440, 0+540, 0+760, 0+920, 1+140, 1+360, para no tener radios de curvatura tan cerrados y así lograr una carretera optima y segura.

Se recomienda realizar estudios a estructuras resistentes como ser las cajas puentes por futuras socavaciones.

Realizar estudios de paso de vía alterna al momento de realizar el proyecto de pavimentación hacia la aldea El Bálsamo ya que los pobladores no cuentan con otra vía de acceso.

La opción de optimizar el suelo con técnicas de suelo cemento podría ser funcional para el proyecto en cuanto a costos.

Es recomendable utilizar doble equipo para terracería en la actividad de conformación de subbase para pavimento con espesor de 30 cm.

De ser necesario se recomienda aumentar las cuadrillas de mano de obra para optimizar el tiempo de ejecución de la obra.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

AKUA. (2016).

Arroyo, V. (2016). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/victor-arroyo/drenaje-urbano-tarea-pendiente-america-latina>

Carreteras en Honduras. (2018). Pag.1.

CINSA. (2017). *MUESTRA DE SUELO Y CBR*. Tegucigalpa: ISO 9001.

CINSA. (2017). *Valor de Agregados*. Puerto Cortés: Norma Iso 90001.

Civil, A. (5 de 5 de 2019). *Autodesk Civil*. Obtenido de Autodesk Civil: <https://www.autodesk.com/products/civil-3d/overview>

construmatica. (3 de enero de 2015). *construmatica*. Obtenido de construmatica: <https://www.construmatica.com/construpedia/Terraplén>

construmatica. (2 de 10 de 2019). *construmatica*. Obtenido de construmatica: [https://www.construmatica.com/construpedia/Cuchara\\_de\\_Casagrande](https://www.construmatica.com/construpedia/Cuchara_de_Casagrande)

Cortes, M. d. (2019). *Plan de desarrollo*, 23.

Cortés, M. d. (2019). *Censo de Poblacion Municipio de Puerto Cortes*. Puerto Cortes: Municipalidad Puerto Cortes.

EAB. (s.f.). Norma Técnica NS-085.

Elvir, C. (NOVIEMBRE de 2011). *Global Water Partnership Central America*. Obtenido de EXPERIENCIAS MUNICIPALES EN GIRH: MUNICIPIO DE PUERTO CORTÉS: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/mpc.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/mpc.pdf)

Excel, M. (6 de octubre de 2019). *Microsoft Excel*. Obtenido de Microsoft Excel: <https://products.office.com/es/excel>

Fay, M., & Morrison, M. (2007). *Infraestructura en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Banco Mundial: <http://siteresources.worldbank.org/INTMEXICOINSPANISH/Resources/infraestructura-espanol.pdf>

FHIS. (s.f.). *Manual de Referencias Hidrológicas*. Honduras.

- FHIS, F. H. (2002). *Manual de Referencias Hidrológicas del fhis*. Honduras: Intema.
- general, S. d. (2018). *Plan estratégico de gobierno 2018-2022*. Obtenido de Plan Estratégico de Gobierno: [http://www.scgg.gob.hn/sites/default/files/2019-01/Plan%20Estrate%CC%81gico%20de%20Gobierno%202018-2022%20%28PR4%29\\_0.pdf](http://www.scgg.gob.hn/sites/default/files/2019-01/Plan%20Estrate%CC%81gico%20de%20Gobierno%202018-2022%20%28PR4%29_0.pdf)
- Gomez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba: Editorial Brujas.
- Honduras, R. V. (s.f.). *Honduras en sus Manos*. Obtenido de <http://www.hondurasensusmanos.com/red-vial-de-honduras/>
- Industries, D. (2 de 10 de 2019). *Despatch Industries*. Obtenido de Despatch Industries : <https://www.despatch.com>
- IngenieriaReal.com. (5 de junio de 2014). *IngenieriaReal.com*. Obtenido de IngenieriaReal.com: <https://ingenieriareal.com/talud-clasificacion-diseno/>
- Iturbide, J. (2002).
- Iturbide, J. C. (2002). *Manual de Diseño de Pavimentos*.
- Muñoz, C. (17 de 11 de 2019). *Definición de Camino y Carretera*. Obtenido de Definición de Camino y Carretera: [https://www.academia.edu/15556510/Definici%C3%B3n\\_de\\_Camino\\_y\\_Carretera](https://www.academia.edu/15556510/Definici%C3%B3n_de_Camino_y_Carretera)
- Ordóñez, J. A. (2013). DISEÑO DE LA VÍA TIMANÁ – COSANZA EN PAVIMENTO FLEXIBLE. 17.
- Pardo, E. O. (2018). PROPUESTA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA GARANTIZAR EL DRENAJE DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL. Barrio San Vicente Suroriental, Bogotá, Colombia.
- Paredes, I. S. (18 de Noviembre de 2019). Normativa de Diseño de Carreteras. (M. F. Zúniga, Entrevistador)
- SEWER-UP. (7 de junio de 2009). *cingcivil*. Obtenido de cingcivil: <https://www.cingcivil.com/Comunidad/index.php?topic=2583.0>
- SOPTRAVI. (1996). *TOMO 6 DRENAJE Y PUENTES*. HONDURAS.

SOPTRAVI. (2019). PUERTO CORTES: SOPTRAVI.

Tribuna, L. (21 de Abril de 2019). Puerto Cortés recibieron casi un millón de turistas. *La tribuna*.

Trimble. (2 de 11 de 2019). *Trimble*. Obtenido de Trimble: <https://www.trimble.com/Outdoor-Rugged-Computers/nomad.aspx>

Vilchez, I. H. (2016). DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE . *PROYECTO FINAL DE INGENIERIA DE TRANSITO* , 27.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. NORMA ASTM C 136

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

##### 1. OBJETO

1.1 Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

1.2 Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

1.3 La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) no puede lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200)", norma MTC E202.

##### 2. APARATOS

2.1 Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.

2.2 Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

2.3 Estufa de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{F}$ ).

### 3. MUESTRA

3.1 Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo. No está permitido seleccionar la muestra a un peso exacto determinado.

3.2 Agregado fino. Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.

3.3 Agregado grueso. Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico.

3.4 Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y preparada de acuerdo con los numerales 3.2 y 3.3, respectivamente.

3.5 La cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se puede determinar por el método de ensayo MTC E202. (Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200)).

### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1 Séquese la muestra a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{F}$ ), hasta obtener peso constante.

También las muestras pueden secarse con las más altas temperaturas asociadas con el uso de planchas de calentamiento, sin que se afecten los resultados, pues se permiten escapes de vapores que no generan presiones suficientes para fracturar las partículas, ni temperaturas tan altas que causen rompimiento químico de los agregados.

### 5. PROCEDIMIENTO

5.1 Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.

5.2 Límitese la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.

El peso retenido en tamices menores al de 4.75 mm (No. 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m<sup>2</sup> de superficie tamizada.

Para tamices de 4.75 mm (No. 4) y mayores, el peso en kg/m<sup>2</sup> por superficie de tamizado no excederá el producto de 2.5 x abertura del tamiz (mm).

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

5.3 Continúese el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómesese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilícense tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

5.4 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) puede distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

5.5 Para partículas mayores de 75 mm (3"), el tamizado debe realizarse a mano, determinando la abertura del tamiz más pequeño por el que pasa la partícula.

Comiencese el ensayo con el tamiz más pequeño que va a ser usado. Rótense las partículas si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasarán a través de dicho tamiz; sin embargo, no deberán forzarse las partículas para que pasen a través de éste. Cuando sea necesario determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se ensayará primero la muestra de acuerdo con la norma citada. Se añade el porcentaje de material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) determinado por el mencionado método, al porcentaje tamizado sobre este mismo tamiz, determinado en el resto de la muestra, cuando se ensaye en seco mediante el presente método.

5.6 Determínese el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el numeral 2.1.

El peso total del material después del tamizado debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

## 6. CÁLCULOS

6.1 Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

6.2 Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E202, inclúyase el peso del material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y úsese el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.

6.3 Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: 150  $\mu\text{m}$  (N.º 100), 300  $\mu\text{m}$  (N.º 50), 600  $\mu\text{m}$  (N.º 30), 1,18 mm (N.º 16), 2,36 mm (N.º 8), 4,75 mm (N.º 4), 9,5 mm (3/8"), 19,0 mm (3/4"), 37,5 mm (1 1/2"), y mayores, incrementando en la relación de 2 a 1.

## ANEXO 2. MÉTODO AASHTO 93 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario, sucede en los pavimentos flexibles, que, al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayor tensiones en la subrasante, como se puede apreciar en la figura.

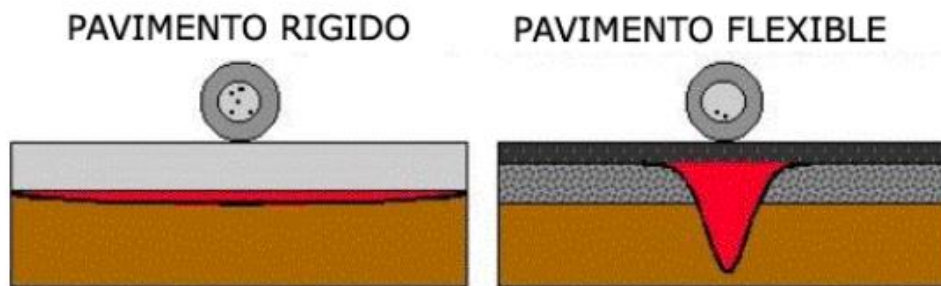


Ilustración 36. Comportamiento de Capa de Rodadura

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

a) Subrasante La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos. (1)

b) Subbase La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

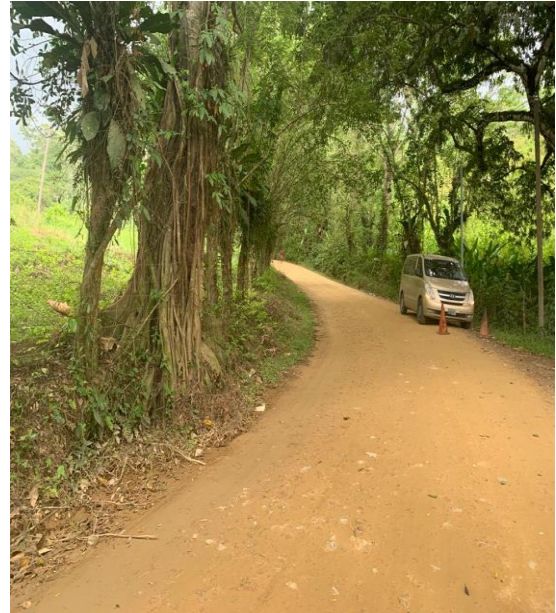
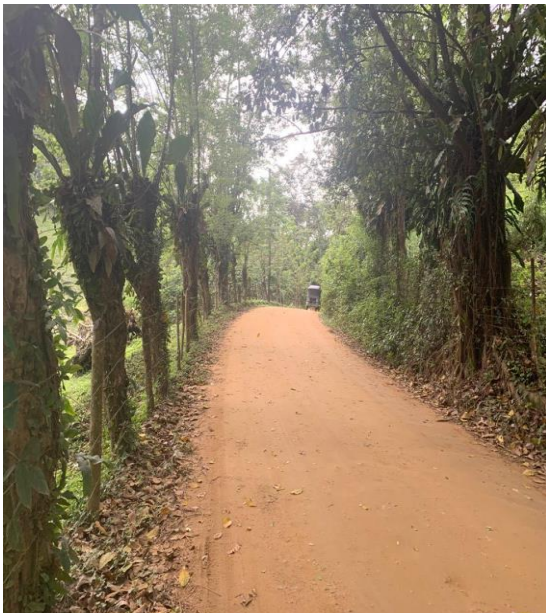
- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.

Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.

- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

c) Losa La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

### **ANEXO 3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.**



*Ilustración 37. Ancho de vía de calle El Bálsamo.*

Fuente: (Propia)

LEVANTAMIENTO DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS HACIA LA ALDEA EL BÁLSAMO.

1,5100.00000,5000.00000,100.00000,  
2,4992.97082,4992.89221,100.00842,ref2  
3,4999.62158,5008.29901,100.82453,calle  
4,4997.76448,5008.20115,100.85139,calle  
5,4995.95234,5008.25616,100.88654,calle  
6,4994.04833,5008.25112,100.96868,muro  
7,5000.38871,5008.45337,100.65952,muro  
8,4999.40812,5001.49348,100.36726,calle  
9,4997.62717,5001.78053,100.37201,lc  
10,4995.74613,5002.12668,100.39262,calle  
11,4994.27950,4994.24462,99.86153,calle  
12,4995.91181,4993.93343,99.83404,lc  
13,4997.98718,4993.44938,99.79244,calle  
14,4998.29781,4993.35392,99.60551,muro  
15,4992.15316,4986.98260,99.22377,calle  
16,4993.90184,4986.44864,99.16733,lc  
17,4995.87143,4985.82512,99.16611,calle  
18,4993.05139,4978.29145,98.06119,calle  
19,4991.52850,4979.06654,98.15968,lc  
20,4989.55335,4979.73177,98.19842,calle  
21,4986.66181,4971.88496,96.99897,calle  
22,4988.27015,4971.41568,96.88663,lc  
23,4990.22635,4970.75565,96.85272,calle  
24,4989.14469,4964.87121,95.91177,calle  
25,4986.93894,4965.36532,96.00946,lc  
26,4985.23259,4965.68495,96.19881,calle  
27,4985.81607,4961.74109,95.74197,calle  
28,4987.44069,4962.01867,95.62452,lc  
29,5000.00000,5000.00000,100.00000,ref1  
30,4985.82451,4959.35276,95.47316,ref3  
31,4986.73809,4959.74323,95.54541,calle  
32,4988.26536,4960.52067,95.44301,calle  
33,4990.16005,4961.44190,95.37772,calle  
34,4993.24223,4956.41735,94.53408,calle  
35,4991.43741,4955.22943,94.50390,lc  
36,4990.25369,4954.20744,94.52192,calle  
37,4994.92636,4948.53330,93.64880,calle  
38,4996.40726,4949.57932,93.67140,lc  
39,4998.04480,4950.68489,93.73055,calle  
40,5002.35474,4944.57828,93.07042,calle  
41,5000.81747,4943.89057,93.04229,lc  
42,4998.99574,4942.85914,93.01743,calle  
43,5001.86002,4935.48725,92.94233,calle  
44,5003.54588,4935.93153,92.90779,lc  
45,5005.73998,4935.71666,92.88994,calle  
46,5004.74958,4927.78640,93.72447,calle  
47,5006.19721,4926.23530,93.96828,lc  
48,5007.93501,4924.83019,94.19901,calle  
49,5010.49777,4931.04247,93.36350,calle  
50,4975.74181,4955.16777,92.91776,bordo  
51,4982.09495,4951.26558,92.89388,bordo  
52,5011.06044,4933.10336,93.18173,ref5  
53,5001.94771,4920.07197,95.77124,calle  
54,5000.79908,4921.42495,95.71986,lc  
55,4999.48518,4922.39713,95.91048,calle  
56,4994.24205,4917.18238,96.93693,calle  
57,4995.18876,4916.16743,96.96319,lc  
58,4996.38664,4914.80732,96.98211,calle  
59,5002.79004,4931.47190,93.19924,lc  
60,4993.43044,4932.13598,94.04535,lc  
61,4993.95329,4933.61394,93.93058,lc  
62,4994.03563,4935.64135,93.89643,calle  
63,4994.41223,4936.70082,93.70360,bordo  
64,4987.05062,4939.13867,94.43052,calle  
65,4987.35242,4940.10144,94.31742,bordo  
66,4986.22486,4937.47100,94.52878,calle  
67,4985.40798,4935.74571,94.60587,calle  
68,4978.12950,4938.96706,94.93710,calle  
69,4978.60389,4940.58541,94.87324,calle  
70,4979.33732,4942.44631,94.78400,calle  
71,4979.68849,4943.39346,94.64605,bordo  
72,4971.30115,4940.80785,95.16927,calle  
73,4971.89450,4942.96460,95.09105,calle  
74,4972.13521,4944.77712,94.99004,calle  
75,5007.26820,4943.24421,92.22591,bordo  
76,5012.21244,4943.52345,92.29740,bordo

77,5016.63575,4943.80039,92.28442,bordo  
78,5018.81522,4929.71918,94.07158,calle  
79,5019.76584,4931.46685,93.90737,bordo  
80,5018.52415,4927.33229,94.38402,lc  
81,5017.48305,4923.46023,94.47536,calle  
82,5011.15359,4924.55824,94.16751,ref4 poste  
de luz  
83,5026.42932,4927.15284,95.05958,calle  
84,5026.73832,4927.88117,94.85870,bordo  
85,5025.96668,4925.32138,95.22528,calle  
86,5025.43337,4922.84997,95.44594,calle  
87,5033.10314,4919.82748,96.27092,calle  
88,5034.41955,4922.42467,96.20139,lc  
89,5035.41644,4924.65881,95.97885,calle  
90,5035.88754,4925.79496,95.90792,bordo  
91,5043.23187,4921.54947,96.57494,calle  
92,5043.53854,4922.54974,96.44674,bordo  
93,5042.29346,4916.82069,96.84826,calle  
94,5043.14837,4919.09513,96.71893,lc  
95,5049.64544,4916.02642,96.63524,ref6  
96,5050.97535,4915.80974,96.63150,poste de luz  
97,5059.56154,4916.39063,96.46549,callem  
98,5059.36335,4919.03941,96.37912,LCm  
99,5059.34593,4921.55546,96.27403,callem  
100,5059.56583,4922.74894,96.29948,bordom  
101,5068.28401,4919.67506,96.30459,LCm  
102,5068.55538,4916.99781,96.28677,callem  
103,5068.51820,4921.48272,96.29022,LCm  
104,5068.75954,4923.18891,96.22454,bordo m  
105,5076.38592,4923.56017,96.04145,bordo m  
106,5076.29636,4917.23726,96.08078,calle m  
107,5076.29794,4919.86124,96.10332,LCm  
108,5084.42700,4919.74301,95.91833,LCm  
109,5084.33791,4917.29131,95.96684,calle  
110,5084.00753,4922.02890,95.82783,calle m  
111,5084.70382,4926.56932,95.55385,bordo m  
112,5093.38841,4922.03297,95.60733,calle m  
113,5093.52435,4924.33828,95.48447,bordo m  
114,5093.49751,4919.71798,95.71380,LCm  
115,5093.02757,4916.78801,95.80197,calle m  
116,5100.09074,4916.25478,95.60494,calle m  
117,5100.20485,4919.07421,95.54649,calle m  
118,5100.73498,4921.72728,95.41353,calle m  
119,5101.43313,4924.57261,95.29417,bordom  
120,5109.64533,4916.37014,95.48849,calle m  
121,5109.64142,4918.85368,95.27054,LCm  
122,5109.64125,4920.88476,95.16876,calle m  
123,5110.02507,4923.83864,94.89697,bordo m  
124,5118.78746,4921.63929,94.88853,calle m  
125,5118.64255,4923.44461,94.79362,bordo m  
126,5118.53560,4919.18670,94.95980,LCm  
127,5113.12596,4916.89758,95.21025,calle m  
128,5135.98750,4918.04679,94.09735,ref7  
129,5127.03683,4924.41773,94.51807,bordo m  
130,5127.05246,4921.52094,94.54832,calle m  
131,5127.48004,4919.86245,94.50609,LCm  
132,5127.86199,4917.75967,94.40305,callem  
133,5100.39913,4915.28839,95.81711,lote m  
134,5142.26562,4917.32534,93.26694,poste m  
135,5142.39684,4918.83186,93.23388,callem  
136,5141.96889,4921.41865,93.39597,LCm  
137,5141.63961,4923.49999,93.38242,calle m  
138,5141.19831,4925.88404,93.08344,bordo m  
139,5149.41740,4920.08246,92.64600,calle m  
140,5149.02179,4922.21070,92.72043,LCm  
141,5160.58850,4921.94071,91.68532,calle m  
142,5148.54676,4924.82794,92.69529,calle m  
143,5148.35254,4926.43055,92.54557,bordo m  
144,5160.32200,4924.17031,91.73793,LCm  
145,5159.95279,4926.84903,91.67605,callem  
146,5159.66838,4928.77188,91.51147,bordo m  
147,5168.25065,4919.34411,91.49713,lote m  
148,5167.92380,4922.87811,91.10170,calle m  
149,5167.84434,4924.94294,91.20333,LCm  
150,5167.52343,4927.62767,91.11117,callem  
151,5167.35029,4928.60677,91.01489,bordo m  
152,5178.24739,4921.13871,91.11224,lote m

153,5178.26986,4922.64148,90.67632,callem		187,5258.33265,4942.54047,90.68030,CALLE
154,5178.08469,4925.04044,90.75612,LCm		188,5266.64367,4944.96787,90.93763,CALLE
155,5177.97073,4928.07859,90.65979,callem		189,5265.66558,4946.92125,90.98534,CALLE LC
156,5178.32826,4929.20550,90.54203,callem		190,5264.93670,4949.47215,90.90920,CALLE
157,5184.44728,4928.81875,90.31059,bordo m		191,5269.75159,4953.25852,91.15656,CALLE ESQUINA
158,5184.53979,4927.58360,90.33907,callem		192,5270.42393,4951.49271,91.16899,CALLE
159,5184.58476,4925.86064,90.38950,LCm		193,5271.29216,4949.16679,91.12969,CALLE LC
160,5184.81851,4923.21794,90.31060,callem		194,5272.06110,4946.86483,91.08937,CALLE
161,5194.69482,4929.40847,89.73746,bado m		195,5280.18656,4950.02766,91.00890,CALLE
caja puente		196,5279.13750,4952.18583,91.15185,CALLE LC
162,5197.50912,4926.71420,89.72845,bado m		197,5278.13301,4954.43704,91.19252,CALLE
caja puente		198,5281.52149,4957.63382,90.86191,CALLE ESQUINA
163,5201.53431,4924.47141,89.77358,callem		199,5282.58520,4955.66527,90.96266,CALLE
164,5206.24510,4923.35005,90.22782,callem		200,5283.61518,4953.84223,90.94415,LCm
165,5211.85024,4932.71905,89.52275,bado m		201,5284.41476,4952.10960,90.89338,CALLEM
caja puente		202,5293.34872,4956.40235,90.42888,CALLEM
166,5211.05741,4934.27544,89.78127,LCbado m		203,5292.72853,4958.21160,90.44882,LCm
167,5209.63896,4935.74069,89.78202,bado m		204,5291.94330,4960.16818,90.32734,CALLEM
caja puente		205,5300.02265,4964.61373,89.90311,CALLEM
168,5214.41612,4932.10373,89.67422,bordo m		206,5300.84592,4962.55331,90.07870,LCm
169,5216.19886,4931.99801,89.51593,bordo m		207,5301.71822,4960.65075,90.03344,CALLEM
170,5219.64019,4933.09228,89.93029,puente peatonal		208,5310.24601,4965.28267,89.70233,CALLEM
171,5220.77638,4934.95749,90.01579,calle bado m		209,5309.55721,4967.04254,89.74519,LCm
172,5220.28924,4936.60703,90.04180,LCm bado		210,5308.61958,4969.01442,89.62018,caLLEM
173,5258.65925,4942.40846,90.91144,ref8		211,5316.92759,4973.45864,89.38940,CALLEM
174,5228.02753,4939.91688,90.16462,CALLE		212,5317.69551,4971.38559,89.51538,LCm
175,5228.36417,4938.12062,90.24509,CALLE LC		213,5318.62795,4969.58943,89.46019,CALLEM
176,5228.97414,4936.44001,90.19828,CALLE		214,5327.08294,4973.91521,89.30915,CALLEM
177,5229.32021,4935.56510,90.05974,BORDO		215,5326.19925,4975.78746,89.33858,LCm
178,5248.53540,4944.50936,90.56843,CALLE		216,5325.24158,4977.71450,89.25811,CALLE
179,5249.05289,4942.50243,90.66593,CALLE LC		217,5333.70078,4982.22229,89.17232,CALLEM
180,5249.84468,4940.11828,90.57722,CALLE		218,5334.83020,4980.25610,89.29168,LCm
181,5237.72064,4937.60095,90.42335,CALLE		569,5963.00663,4752.98045,85.21970,LOTE
182,5237.99572,4935.97887,90.27155,BORDO		570,5961.73845,4747.34500,85.33903,LC
183,5237.17800,4939.63028,90.47001,CALLE LC		571,5969.13481,4741.31694,85.27266,CALLE
184,5236.70255,4941.67353,90.40861,CALLE		572,5971.80096,4747.28792,85.51508,CALLE
185,5256.74172,4946.63855,90.71425,CALLE		573,5972.11535,4748.21857,85.42173,LOTE
186,5257.79485,4944.86041,90.79349,CALLE LC		

574,5969.80690,4740.18645,85.27327,LOTE  
575,5971.08143,4744.35204,85.47936,lc  
576,5979.57905,4736.66065,85.39596,CALLE  
577,5983.47647,4741.08009,85.64625,CALLE  
578,5984.67023,4742.76951,85.87155,LOTE  
579,5980.38395,4735.29656,86.04554,LOTE  
580,5982.85000,4737.99112,85.64312,LC  
581,5988.20429,4737.85349,85.63551,CALLE  
582,5984.50939,4733.10473,85.50779,CALLE  
583,5984.00151,4732.46933,85.99560,LOTE  
584,5989.40288,4738.52028,85.90718,LOTE  
585,5986.99823,4734.80376,85.64109,LC  
586,5999.07884,4728.35138,85.53109,CALLE  
587,5994.46839,4724.14589,85.50942,CALLE  
588,5993.81875,4723.46850,85.65115,LOTE  
589,5999.53032,4729.55703,85.68141,LOTE  
590,5996.89169,4726.19885,85.61633,LC  
591,6006.23016,4721.54347,85.56850,CALLE  
592,6001.83018,4717.23211,85.50346,CALLE  
593,6001.16928,4716.55917,85.60605,LOTE  
594,6006.50864,4722.54408,85.66883,LOTE  
595,6003.72221,4719.56958,85.62435,LC  
596,6016.55594,4711.33507,85.59456,CALLE  
597,6012.25418,4707.22702,85.52272,CALLE  
598,6011.73946,4706.54537,85.66882,LOTE  
599,6017.09231,4712.41843,85.62458,LOTE  
600,6014.52001,4709.70354,85.63576,lc  
601,6025.99186,4701.62703,85.60251,CALLE  
602,6022.07981,4697.93124,85.59160,CALLE  
603,6021.64208,4697.38615,85.73079,LOTE  
604,6026.51948,4702.87790,85.80064,LOTE  
605,6023.71269,4700.48768,85.65317,LC  
606,6041.04075,4673.40185,85.49819,REF22  
607,6033.81756,4683.60045,85.58787,CALLE  
608,6038.09931,4686.51270,85.69769,CALLE  
609,6039.26336,4687.21147,85.50254,LOTE  
610,6033.21829,4682.76343,85.53916,LOTE  
611,6036.26257,4684.61628,85.67874,LC  
612,6042.92259,4679.00863,85.60716,CALLE  
613,6038.84165,4676.21680,85.53668,CALLE  
614,6037.64852,4675.61364,85.74104,LOTE  
615,6044.26415,4679.24027,85.45270,LOTE  
616,6041.33801,4677.01661,85.59862,LC  
617,6048.09599,4670.44065,85.36965,CALLE  
618,6043.70728,4667.89533,85.33871,CALLE  
619,6042.24557,4667.26034,85.76504,LOTE  
620,6050.22491,4671.88985,85.86290,LOTE  
621,6045.83214,4669.34801,85.39326,LC  
622,6050.47044,4661.03381,85.01397,LC  
623,6052.64217,4662.28394,84.93977,CALLE  
624,6048.59539,4659.99214,84.97851,CALLE  
625,6046.87344,4659.08220,85.77468,LOTE  
626,6055.31943,4663.94767,85.90439,LOTE  
627,6059.00327,4656.00498,85.49252,LOTE  
628,6051.76552,4651.75650,85.28399,LOTE  
629,6052.88489,4652.69724,84.36636,CALLE  
630,6057.21688,4655.22501,84.35353,CALLE  
631,6055.14953,4653.96920,84.42242,LC  
632,6060.18115,4645.94273,83.57395,LC  
633,6058.22155,4644.87126,83.62294,CALLE  
634,6062.07114,4647.14540,83.51054,CALLE  
635,6063.37930,4647.84365,84.71113,LOTE  
636,6057.49765,4643.58272,84.83396,LOTE  
637,6059.89214,4645.90273,83.60978,LC  
638,6066.01203,4636.98158,82.72788,LC  
639,6067.79380,4638.50876,82.64750,CALLE  
640,6064.27955,4635.69016,82.70288,CALLE  
641,6063.57711,4635.10302,83.86896,LOTE  
642,6068.90026,4639.50451,83.87761,LOTE  
643,6074.19570,4630.16672,81.97413,CALLE  
644,6070.23681,4627.43044,82.04665,CALLE  
645,6069.27531,4626.68946,82.36999,LOTE  
646,6074.99352,4631.80176,82.36610,LOTE  
647,6071.68216,4629.51758,82.06383,LC  
648,6078.42042,4620.74452,81.40769,LC  
649,6076.59338,4619.41265,81.45713,CALLE

650,6079.87418,4622.96471,81.35849,CALLE  
651,6080.83942,4623.95069,81.48380,LOTE  
652,6075.07811,4619.26973,81.38144,LOTE  
653,6077.83975,4621.40903,81.44822,LC  
654,6093.94241,4602.98661,80.80520,REF23  
655,6083.42177,4611.99027,81.05569, CALLE  
656,6087.00796,4615.68016,81.00677, CALLE  
657,6089.19776,4617.40571,81.36279,LOTE  
658,6082.92133,4609.77166,80.90622,LOTE  
659,6086.24501,4612.61151,80.98354,LC  
660,6099.04418,4605.42755,80.76131,CALLE  
661,6096.14208,4600.99748,80.76056,CALLE  
662,6094.77871,4599.70705,80.56227,LOTE  
663,6097.60304,4603.18037,80.76785,LC  
664,6110.44321,4594.31718,80.64531,LC  
665,6108.69485,4591.87792,80.61730,CALLE  
666,6111.99168,4596.43934,80.65072,CALLE  
667,6113.11351,4597.64957,80.69313,LOTE  
668,6108.00092,4590.65526,80.57356,LOTE  
669,6122.27770,4590.03773,80.61735,LOTE  
670,6118.40469,4584.45810,80.51026,LOTE  
671,6118.67812,4585.03911,80.51254,CALLE  
672,6121.97606,4589.26683,80.59237,CALLE  
673,6120.17067,4587.19508,80.55928,LC  
674,6128.22014,4577.50698,80.41755,CALLE  
675,6131.81882,4581.26553,80.56517,CALLE  
676,6132.79133,4582.18659,80.61749,LOTE  
677,6127.59319,4577.18928,80.54998,LOTE  
678,6129.88838,4579.54278,80.52700,LC  
679,6150.36240,4561.58423,80.41290,REF24  
680,6150.30650,4561.63110,80.41261,REF24  
681,6117.42076,4586.13808,80.46627,CALLE  
682,6140.42089,4562.21260,80.33490,CALLE  
683,6145.92609,4565.26463,80.51027,CALLE  
684,6147.56526,4566.32981,80.34623,LOTE  
685,6139.99300,4561.10085,80.46587,LOTE  
686,6143.72541,4563.48428,80.48454,LC  
687,6150.74388,4550.39621,80.44980,LC  
688,6153.74289,4552.11287,80.48143,CALLE  
689,6148.29654,4549.16014,80.33144,CALLE  
690,6147.35494,4548.84530,80.52485,LOTE  
691,6154.88458,4552.66761,80.42896,LOTE  
692,6161.41422,4538.73832,80.50931,LOTE  
693,6154.91029,4534.97908,80.57405,LOTE  
694,6155.55665,4535.33037,80.36893,CALLE  
695,6160.80808,4537.64376,80.50192,CALLE  
696,6158.28209,4536.54079,80.49290,LC  
998,5042.09989,4930.87606,91.74882,bordo  
999,5030.47048,4932.57006,92.25182,bordo  
1000,5025.97086,4932.29126,92.73015,bordo  
1001,4986.43960,4949.35797,93.95185,ref viga  
1002,4987.38847,4952.47914,94.12864,REF rio  
arriba  
1003,4983.96784,4953.87807,93.77057,bordo  
1004,4981.83197,4951.66565,92.84313,rio  
1005,4980.39887,4949.58314,92.53382,rc  
1006,4979.30160,4947.18407,92.67821,bordo  
1007,4978.40175,4945.54764,93.40515,bordo  
1008,4970.98397,4950.08922,92.90255,bordo  
1009,4972.29618,4952.83504,92.66782,rc  
1010,4974.00469,4955.25508,92.91031,bordo  
1011,4975.16319,4958.74048,94.10293,bordo  
1012,4954.52201,4959.79086,93.95670,bordo  
1013,4954.41312,4961.19672,94.18962,bordo  
1014,4954.49272,4955.61586,93.08306,rc  
1015,4954.90010,4952.57956,93.46910,bordo  
1016,4957.61378,4949.94154,93.82968,bordo  
1017,4969.40933,4944.52169,94.93980,calle  
1018,4986.43414,4954.67175,94.74139,border  
1019,4983.98360,4955.64263,95.08462,border  
1020,4981.93656,4958.41495,95.14034,border

## ANEXO 4. MUESTRA DE SUELO PAVIMENTO CALLE CIENEGUITA.



- a) El CBR saturado al 95% de compactación da resultados muy parecidos entre las calicatas tomadas en la calle como las obtenidas de los cerros de La Pozona, Campana está en proceso de revisión pero no afecta el estudio, en ellos tenemos como promedio el 39.56% y pueden observarse como valor del CBR el 95% de compactación. Los valores de la Pozona son del 41.6% con mucha similitud con las calitas de la calle.
- b) La clasificación AASHTO se obtiene tomando en cuenta valores granulométricos y Los límites de Atterberg o de consistencia, nos muestra lo mismo, que los resultados provienen de la misma formación Metamórfica de esquistos. Predominan los suelos tipo A-1b.

### Características de los Suelos A-1<sup>a</sup> y A-1b

Son mezclas bien graduadas en estado natural compuesta de fragmentos de piedra, grava, arena, y material ligante poco plástico. Se diferencian porque los A-1a tienen piedra y grava y los A-1b tienen arena gruesa.

### Propiedades:

Elasticidad: Baja

Cambios de Volumen: Muy Pequeños

Como Sub: Muy Buenos

Humedad: Son afectados con niveles freáticos altos y humedades permanentes.

### Relación con las Especificaciones

#### Calicatas de la calle de cuerpos laminares

a) Limite Liquido :

Mayor 29.61 %

Menor 19.86 %

Promedio 24.48 %

Para Sub Base Especificación 25 %

Nota: Cuatro de las cinco muestras tienen valores del L.L. menores al 25%. Los valores de los Bancos de Préstamo son parecidos.

OFICINA PRINCIPAL  
Colonia Florencia Norte  
Boulevard Suyapa, No. 4002  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras  
Tel: (504) 2232-3965 (PBX)  
(504) 2232-2062

info@cinsahn.com

Consultores en Ingeniería S.A. de C.V.  
Empresa Certificada ISO 9001:2008

OFICINA REGIONAL  
Residencial Jardines del Valle  
1ra. Etapa, 2da. Calle No. 25B  
San Pedro Sula, Honduras  
Tel: (504) 2686-2424

cinsasps@suijanet.net



b) Índice de Plasticidad:

Valor Mayor: 6.3 %

Valor Menor: 2.7 %

Promedio: 4.6 %

Especificación: 6.0 %

Nota: El valor máximo de las calicatas de calle es poco mayor a lo especificado.

Los cuatro valores restantes tienen mejor I.P. al especificado.

Los valores de los bancos de préstamo son del mismo orden.

c) Densidad Máxima:

Valor Mayor: 139.1 lbs/p3

Valor Menor: 135.9

Promedio: 137.3

Nota: La uniformidad en el peso es excelente. Los valores de los Bancos de préstamo son menores.

d) La Humedad Óptima

Nos indica que para alcanzar la D.M. no se necesita mucha agua en su elaboración.

OFICINA PRINCIPAL  
Colonia Florencia Norte  
Boulevard Suyapa, No. 4092  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras  
Tel: (504) 2232-5655 (PBX)  
(504) 2232-2962

info@cinsain.com

Consultores en Ingeniería S.A. de C.V.  
Empresa Certificada ISO 9001:2008

OFICINA REGIONAL  
Residencial Jardines del Valle  
1ra. Etapa, 2da. Calle No. 29B  
San Pedro Sula, Honduras  
Tel: (504) 2556-2424

cinsasps@sulanet.net



e) CBR Saturado al 95% de Compactación.

Los valores de las calicatas en la calle son los siguientes:

Valor Mayor: 49.6 %

Valor Menor: 32.2 %

Promedio: 39.5 %

Especificación: 40.0 %

La situación de los bancos de préstamo es parecida pero habrá que revisar el banco de Campana.

Los valores bajos de CBR de calle se encuentran a la profundidad de 30 y 35 cms en donde se detectó humedad.

#### RESUMEN

Tanto las calicatas de calle como las de bancos de préstamo ubicadas, estos últimos a distancias de 11.51 km en La Pozona y Campana a 13.0 km del proyecto, los ensayos nos confirman que pertenecen a la misma familia de suelos correspondientes a formaciones geológicas metamórficas del tipo esquistos de origen arcilloso.

Los suelos arcillosos tienen un ciclo de metamorfismo que va endureciendo, de arcilla pasa a esquisto, luego a pizarra, filita y finalmente alcanza la formación metamórfica tipo Micaesquitoso, con la meteorización el proceso se revierte.

Con esto queremos decir que no son cuerpos tan estables como lo son los suelos de estructura granular tipo cantos rodados, por ejemplo del río Chachahuala.

Consideramos que una capa de 10 cms de espesor como complemento de la sub-rasante actual sería muy conveniente, porque nos alejaríamos del efecto del nivel freático y la capilaridad en la calle de Cienaguita.

Prueba de ello son las exploraciones realizadas en los Kms 0+336 y K0+850 en el mismo agujero, las muestras superficiales dieron valores altos de CBR y a mayor profundidad y bajo el efecto de la humedad de valores del 41 y 50% bajaron a 32% en ambas calicatas.

OFICINA PRINCIPAL  
Colonia Florencia Norte  
Boulevard Suyapa, No. 4802  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras  
Tel. (004) 2232-3955 (PEX)  
(004) 2232-2052

info@cinsahn.com

Consultores en Ingeniería S.A. de C.V.  
Empresa Certificada ISO 9001:2008

OFICINA REGIONAL  
Residencial Jardines del Valle  
1ra. Etapa, 2da. Calle No. 298  
San Pedro Sula, Honduras  
Tel. (004) 2996-3424

cinsasps@sulahn.net