

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA  
TIERRA**

**“DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE  
LA VÍA PRINCIPAL DE LA CABECERA PARROQUIAL DE  
MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

**Previa la obtención del Título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por**

**LEANDRO ALBERTO RECALDE LOOR**

**Guayaquil-Ecuador**

**2016**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser maravilloso quien me dio las fuerzas necesarias para seguir adelante y lograr una meta más en mi vida.

A mis padres Carlos y Narcisa por su incondicional apoyo durante las diferentes etapas de mi vida.

A mis hermanos por sus consejos, en especial a mi hermano Fernando quién forma parte esencial de mis primeras enseñanzas.

A nuestros Directivos, Profesores por su destacada labor docente a beneficio de nuestra formación profesional.

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a mi hermosa madre quien con esfuerzo y sabiduría ha logrado inculcar buenos hábitos a sus hijos.

Mujer trabajadora y guerrera, de seguro siempre formarás parte de mi ser hasta los últimos días de mi vida.

Y a mi padre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a él, incluido éste.

Formándome con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas me motivó constantemente para alcanzar mis anhelos.

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

Dr. Miguel Ángel Chávez  
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

---

Ing. Rafael Valdez  
PROFESOR EVALUADOR DE PROYECTO

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de este estudio es exclusivamente de mi propiedad dando así toda parte intelectual correspondiente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

Leandro Alberto Recalde Loor

## **RESUMEN**

El presente documento tiene como objetivo principal elaborar el diseño geométrico preliminar de la vía principal de la Comunidad de Manglaralto (Cabecera Parroquial) con una longitud de 528.00 metros, la misma que actualmente es un camino lastrado sin ningún diseño de obra civil, es la única vía de comunicación que tienen los habitantes de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.

Dicha comunidad se dedica en su mayor parte a la agricultura y pesca, para lo cual hacen uso de esta vía existente a pesar de existir enormes deformaciones en la vía, ocasionando daños graves en sus medios de transporte.

Para el desarrollo de este estudio se llevaron a cabo estudios preliminares de campo tales como levantamiento topográfico y lo que concierne al levantamiento de la vía existente para su correspondiente diseño, el mismo que se propone como solución en este documento.

El reconocimiento de campo es parte fundamental de este tipo de diseños, ya que se obtienen todas las características y parámetros que presenta la vía y son necesarios para el diseño definitivo, los mismos que se realizaron

utilizando herramientas y equipos topográficos tales como una estación total y un GPS Diferencial de alta precisión.

La Cabecera Parroquial de Manglaralto ha sido fuente de desarrollo para otras comunidades, esto se debe a la comercialización de sus productos, por lo que demanda mayor movilización. Debido a esto se realizó un aforo de tráfico vehicular para así obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que constituye la capacidad funcional y nivel de servicio de la vía para los periodos de diseño especificados en cada alternativa.

Gracias a estos valores y realización de estudios mencionados más adelante se logró calcular el diseño del pavimento de la vía principal y así reemplazar la vía existente, dándoles un mayor confort a las personas que transitan por la misma.

Ayudándonos del Levantamiento Topográfico se realizó un perfil longitudinal donde actuaban la superficie existente y la superficie a diseñarse. Con esto se logró calcular las curvas horizontales y verticales de la vía, siempre respetando las normas que me dicta el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Seguido a ello se calculó los volúmenes de corte y relleno para así lograr un presupuesto referencial de la construcción de la obra civil, incluyendo así su buen funcionamiento y mantenimiento de la misma.

Finalmente se diseñó la vía a Hormigón Compactado por Pavimentadora-HCP, dando resultados favorables en todo su diseño y elaboración de su espesor de pavimento.



# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ABREVIATURAS .....	XVI
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. ANTECEDENTES.....	17
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	19
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
<b>CAPÍTULO 2</b>	
4. INFORMACIÓN EXISTENTE-ANÁLISIS .....	23
<b>CAPÍTULO 3</b>	
5. TRABAJOS DE CAMPO .....	26
5.1 AFORO DE TRÁFICO.....	26
5.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	39
5.3 ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA .....	45
5.4 PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA - MUESTREO .....	48
<b>CAPÍTULO 4</b>	
6. TRABAJO DE GABINETE.....	55
6.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRÁFICO VIAL .....	55
6.2 ANÁLISIS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	64
6.3 ESTUDIO GEOLÓGICO .....	89
6.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	93
<b>CAPÍTULO 5</b>	
7. ALTERNATIVAS DE TIPOS DE VÍA POSIBLES Y ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA CONVENIENTE 115	
7.1 ALTERNATIVA 1.- PAVIMENTO RÍGIDO: HORMIGÓN COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) .....	115
7.2 ALTERNATIVA 2.- HORMIGÓN ASFÁLTICO.....	129
7.3 ALTERNATIVA 3.- CARRETERA CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO.....	133
7.4 ELECTIVA DE DISEÑO .....	134

7.5	RESTRICCIONES DE CONSTRUCCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	135
-----	---	-----

## **CAPÍTULO 6**

8.	DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL.....	138
8.1	INTRODUCCIÓN.....	138
8.2	REFERENCIAS .....	139
8.3	DISEÑO.....	140

## **CAPÍTULO 7**

9.	PREDISEÑO DEL PAVIMENTO (HORMIGÓN COMPACTADO POR PAVIMENTADORA- HCP).....	156
9.1	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	156

## **CAPÍTULO 8**

10.	ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA .....	174
-----	---	-----

## **CAPÍTULO 9**

11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	177
11.1	CONCLUSIONES.....	177
11.2	RECOMENDACIONES.....	178
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	179

## **ABREVIATURAS**

UTM	Universal Transverse Mercator
HCP	Hormigón Compactado por Pavimentadora
NEVI	Normas Ecuatorianas Viales
MTOP	Ministerio de Obras Públicas

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación en planta del lugar de Aforo Vehicular .....	31
Figura 2.- Ubicación de la estación de aforo vehicular. ....	32
Figura 3.- Estación de Aforo # 1.....	33
Figura 4.- Fotografía Satelital del Área de Estudio para el Levantamiento Topográfico obtenida mediante la plataforma digital Google Earth. ....	42
Figura 5.- EQUIPO GPS Diferencial GNSS S82T.....	43
Figura 6.- Toma de Coordenada Inicial (Base) del Plano Topográfico .....	44
Figura 7.- Trabajo de campo en el área de implantación de la Carretera .....	45
Figura 8.- Estudio de Material de Perforación .....	46
Figura 9.- Estudio de Material de Perforación (Muestras) .....	47
Figura 10.- Calicata #1 con coordenadas X=528380.6810, Y= 9795535.7180. ....	49
Figura 11.- Calicata #1 excavación a toma de muestras a 0,50 m .....	50
Figura 12.- Calicata #1 excavación a toma de muestras a 1,00 m .....	50
Figura 13.- Calicata #2 con coordenadas X=528894.4450, Y= 9795569.1770. ....	51
Figura 14.- Calicata #2 excavación a toma de muestras a 0,50 m .....	52
Figura 15.- Calicata #2 excavación a toma de muestras a 1,00 m .....	52
Figura 16.- Calicata #1 completamente sellada .....	53
Figura 17.- Calicata #2 completamente sellada .....	53
Figura 18.- Secado de las muestras antes de ser llevadas al laboratorio.....	54
Figura 19.- Triangulación de Puntos Topográficos.....	87
Figura 20.- Plano Topográfico con Curvas de Nivel 0.085 a 0.17 metros.....	88
Figura 21.- Mapa Geológico Parroquia de Manglaralto.....	92

Figura 22.- Tamizado de las muestras para ensayo Límites de Atterberg...	94
Figura 23.- Ensayo Límites de Atterberg.....	94
Figura 24.- Toma más representativa de muestra mediante cuarteo de la misma.....	99
Figura 25.- Tamizado de las muestras en las 2 Calicatas. ....	100
Figura 26.- Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.1 (0.50 m.).....	101
Figura 27.- Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.2 (0.50 m.).....	102
Figura 28.- Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.1 (1.00 m.).....	103
Figura 29.- Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.2 (1.00 m.).....	104
Figura 30.- Ensayo de Compactación .....	105
Figura 31.- Colocación de muestras al Horno .....	106
Figura 32.- Secado de las Muestras en horno .....	106
Figura 33.- Distribución de Esfuerzos en Pavimentos Rígidos .....	116
Figura 34.- Relación entre la resistencia a flexión y la edad del HCP .....	126
Figura 35.- Estimación de la expresión $\sigma * h^2P$ .....	129
Figura 36 Número Estructural de las Capas de un Pavimento .....	133
Figura 37.- coeficiente de Fricción máximo.....	143
Figura 38 Sección Típica de Diseño .....	145
Figura 39 Perfil Longitudinal de la vía de Acceso de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.....	155
Figura 40.- Cargas por eje de Vehículos Livianos.....	161
Figura 41 Porcentaje de resistencia a la flexión del HCP.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Viernes 11 de Marzo del 2016.....	35
Tabla II Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Sábado 12 de Marzo del 2016.....	36
Tabla III Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Domingo 13 de Marzo del 2016 .....	38
Tabla IV Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) de las Calicatas.....	49
Tabla V. Factores de Vehículos Utilizados.....	56
Tabla VI. Cuadro de resultados de aforo vehicular. Estación # 1. ....	57
Tabla VII Resultados de Censos Población Manglaralto.....	58
Tabla VIII Resultados de Censos 2001 y 2010 .....	59
Tabla IX Resultados de Censos 1990 y 2010 .....	60
Tabla X Puntos Topográficos.....	85
Tabla XI Resultados Límites de Atterberg Calicata No. 1 (0.50m) .....	95
Tabla XII Resultados Límites de Atterberg Calicata No. 2 (1.00m) .....	96
Tabla XIII Resultados Límites de Atterberg Calicata No.1 (1.00m) .....	97
Tabla XIV Resultados Límites de Atterberg Calicata No.2 (1.00m) .....	98
Tabla XV Tabla de Resúmenes de los suelos a 0.50 m y a 1.00 m .....	98
Tabla XVI Resultados Granulometría Calicata No.1 (0.50 m.) .....	101
Tabla XVII Resultados Granulometría Calicata No.2 (0.50 m.) .....	102

Tabla XVIII Resultados Granulometría Calicata No.1 (1.00 m.) .....	103
Tabla XIX Resultados Granulometría Calicata No.2 (1.00 m.) .....	104
Tabla XX Resultados Ensayo Compactación Calicata No.1 (0.50 m.).....	107
a XXI Resultados Ensayo Compactación Calicata No.2 (0.50 m.).....	107
Tabla XXII Resultados Ensayo Compactación Calicata No.1 (1.00 m.)....	108
Tabla XXIII Resultados Ensayo Compactación Calicata No.2 (1.00 m.)...	109
Tabla XXIV Resultados A Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.).....	110
Tabla XXV Resultados B Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.).....	110
Tabla XXVI Resultados C Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.).....	111
Tabla XXVII Resultados A Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.).....	111
Tabla XXVIII Resultados B Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.).....	112
Tabla XXIX Resultados C Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.).....	112
Tabla XXX Elección del CBR menor para el diseño.....	113
Tabla XXXI Valores del módulo “k” de la subrasante .....	124
Tabla XXXII Valores del módulo “k” de la subrasante .....	124
Tabla XXXIII Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada.....	125
Tabla XXXIV Tabla de Precipitaciones Pluviométricas Anuales.....	132
Tabla XXXV Velocidades de Diseño permisibles .....	141
Tabla XXXVI Radios mínimos.....	142
Tabla XXXVII Ancho de la carretera en función del volumen de tráfico .....	145
Tabla XXXVIII. Clasificación de superficies de rodadura. ....	147
Tabla XXXIX. Valores de diseño para el ancho de espaldones .....	148
Tabla XL Tabla de Elemento de Curva Horizontal .....	151
Tabla XLI Tabla de Corte y Relleno de la Vía Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.....	154
Tabla XLII Resistencia a la compresión simple del HCP.....	158
Tabla XLIII Valores del módulo “k” de la subrasante.....	159
Tabla XLIV Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada.....	160

Tabla XLV Tabla de Resumen de Parámetros y Resultados para la obtención del espesor del pavimento .....	173
Tabla XLVI Presupuesto de construcción de la Carretera HCP .....	176



# CAPÍTULO 1

## 1. ANTECEDENTES

La Parroquia Rural de Manglaralto, está ubicada en la Provincia de Santa Elena en la Zona de Planificación No 5, con una extensión de 426 Km<sup>2</sup> lindera al norte con la Provincia de Manabí y el cantón de Puerto López, al sur con la Parroquia Colonche, al este con la Provincia de Manabí y cantón Jipijapa, y al oeste con el Océano Pacífico. De acuerdo a las proyecciones INEC del Censo 2010, cuenta con aproximadamente 29.512 habitantes.

El suelo está constituido por cuencas de antearco emergidas, las mismas que se caracterizan por poseer rasgos tectónicos con respecto a la falla transversal Chongón- Colonche. La calidad de estos suelos de coloración café oscuro de textura suave de característica franco arcillosos son aptos para la agricultura,

actividad sobresaliente de las personas que viven en el sitio, siendo ésta una de las fuentes de trabajo de la zona.

En la antigüedad las comunas de este sector se han abastecido del líquido vital mediante un plan de manejo de suministro, siendo éstas aguas superficiales mediante la creación de albarradas y aguas subterráneas mediante pozos. Actualmente la Parroquia de Manglaralto consta con redes de distribución de agua, por medio de estos sistemas cada familia logra obtener agua potable en sus hogares, pero en ciertas ocasiones deben de suministrar bien el recurso por la escases en temporadas de sequías.

La Junta de Agua Potable de Manglaralto es la encargada de distribuir el agua potable a Montañita, Río Chico, Cadeate, San Antonio, Libertador Bolívar y la cabecera parroquial de Manglaralto, la misma que es distribuida cumpliendo los límites permisibles de la Norma INEN 1108:2014 REQUISITOS AGUA POTABLE.

En los últimos 5 años la viabilidad en la Parroquia de Manglaralto ha mejorado, dando así una mayor fuente de comunicación entre ellos, mejorando su comercio local, provincial, regional y nacional. Sin embargo tenemos presentes que existe un porcentaje considerable de vías de acceso de comunidades que se encuentran en estado natural sin haber sido intervenidas por entidades

responsables, representando molestias para todas las personas que diariamente necesitan movilizarse, dificultando el comercio y la producción de estas comunidades.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La población de Manglaralto, se dedica a actividades económicas relacionadas con la agricultura y sobre todo a la pesca, actividad que hacen con más frecuencia y que es la única fuente de ingreso que ellos tienen como comunidad. Diariamente deben realizar mantenimiento a sus botes para así poder lograr una mayor cantidad de peces. Muchas veces deben trasladar sus botes desde la playa hasta sus casas por medio de remolques y para esto deben utilizar los únicos caminos lastrados que existen en la Comunidad de Manglaralto (Cabecera Parroquial).

Esta comunidad, cuya población con edad oscilante entre los 20 y 39 años de edad constituye el 29.8%, esto quiere decir que alrededor de la cuarta parte de la población puede incorporarse al sector productivo. Sin embargo, para el desarrollo productivo de una comunidad no solamente es necesario contar con el recurso humano, sino además, con las facilidades para alcanzarlo como son los servicios básicos, y las vías de comunicación.

El estado actual del sistema vial de la comunidad es deplorable, considerando los enormes baches producto del mismo desgaste y drenaje inexistente. Esta situación viene transcurriendo desde hace aproximadamente 15 años atrás, donde ninguna entidad pública ha considerado el restablecimiento de estas únicas vías de comunicación que posee la comunidad.

Con este antecedente, y a pedido de la Junta Regional de Agua se propone el presente estudio, el cual busca proponer los diseños preliminares para la vía principal en la Comunidad de Manglaralto, un tema de desarrollo para sus habitantes. Entre sus múltiples objetivos como Junta Parroquial, se plantea el uso de este estudio para cuantificar la longitud global de carreteras a construir, incluido su correcto diseño geométrico y eventual franja de vía para poder definir la ubicación de las mismas.

La Comunidad de Manglaralto (Cabecera Parroquial) desea implementar a futuro la construcción de la vía Principal mejorada con sus correspondientes drenajes y confort, para así impulsar el desarrollo de toda la comunidad. La situación actual de las personas es que poseen un camino lastrado, el mismo que utilizan para transportar sus productos, llevar sus niños a la escuela y transportarse a su lugar de trabajo. Gracias a las precipitaciones en la localidad

y por el paso continuo de vehículos pesados que llegan al lugar ésta vía principal se ha visto fuertemente afectada.

El diseño de esta carretera tiene por objetivo permitir la movilización eficiente de vehículos que transportan personas, materiales y productos, por lo que se constituyen el mejor medio de comunicación por tierra ya que representan el motor de la vida social y un poderoso instrumento de civilización.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar el diseño geométrico preliminar de la vía principal de la Comunidad de Manglaralto (Cabecera Parroquial).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Mostrar mediante un Mapa Topográfico el diseño geométrico de la vía principal de la Comunidad de Manglaralto.

- Realizar un Levantamiento Topográfico de la vía existente en la comunidad de Manglaralto (Cabecera Parroquial) para su estudio global y diseño de la misma.
- Indicar el derecho de vía, especialmente ubicada en una infraestructura dentro de una franja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de los vehículos de manera continua en el espacio y tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad de los habitantes de la Comunidad de Manglaralto.
- Contar con un sistema de infraestructura vial estable, eficaz, confiable y permanente, capaz de resistir los fenómenos de la naturaleza y llevando a sus habitantes a la mejor manera del buen vivir.

# CAPÍTULO 2

## 4. INFORMACIÓN EXISTENTE-ANÁLISIS

La Cabecera Parroquial de Manglaralto con una población inicial en años anteriores de 500 habitantes aproximadamente, se ha caracterizado como una de las parroquias con mayor productividad en el ámbito laboral y cultural. Actualmente cuenta con una excelente administración de sus recursos denominada “Junta Parroquial de Agua”, la misma que año tras año busca llevar a sus dirigidos al conocimiento del desarrollo sostenible en su parroquia. La agricultura es una verdadera fuente de riqueza para Manglaralto, sus cultivos principales son la tagua, la paja toquilla, el plátano, la cascarilla, la caña de azúcar, el café, el cacao, la naranjilla, la piña y la guayaba que eran comercializados con Santa Elena, La Libertad y Guayaquil.

Históricamente se destacó la confección de sombreros de paja toquilla, pudiendo afirmarse que el 75% de sombreros manufacturados en Ecuador se hicieron con la paja toquilla en el sector de la Cabecera Parroquial de Manglaralto. Su población fue en aumento, ampliándose territorialmente con la finalidad de ser un sector firme y solidario. Construyendo vías de comunicación en el campo de caminos lastrados, así poder llegar a cada uno de sus hogares y llevar sus productos tanto como la agricultura y manual.

Fue de gran valor la producción de la paja toquilla en Manglaralto que el país lo empezó a exportar al Japón y Alemania; a Perú e internamente era llevado a las industrias de las provincias del Cañar, Azuay, Imbabura y Pichincha.

La Parroquia Manglaralto, desde el siglo pasado, fue una región de gran desarrollo agrícola. Su puerto, industrias, agricultura y comercio le dieron fama en el campo de la economía nacional. En 1919 se lanzó el proyecto de cantonización de esta parroquia sin mayor resultado.

La disminución de su producción sobretodo maderera ocasionó que también cambie su importancia en el territorio, debido a que al disminuir los bosques por tala indiscriminada se redujeron las superficies adecuadas para producción, por lo que, se conservaron a lo largo del tiempo las de paja toquilla



y tagua, que se comercializan hasta la actualidad sin ningún proceso significativo de valor agregado. (Manglaralto, 2014)

Se observa que desde un principio los habitantes de la Cabecera Parroquial de Manglaralto han desarrollado diversos métodos para la construcción de caminos, desde los caminos a base de piedra y aglomerante que conducen a lugares principales del sector.

Por tal razón en el presente documento se desarrollara el tema sobre uno de estos métodos, el cual se refiere DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA VÍA PRINCIPAL DE LA CABECERA PARROQUIAL DE MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”, este describirá las definiciones de carretera y todas aquellas más necesarias para su comprensión, sus características y método de construcción, así como todas aquellas especificaciones necesarias que nos suministra la Secretaria de Comunicaciones y Transportes del Ecuador, también se describirán las consideraciones físicas, geográficas, económicas y sociales que intervienen en el diseño y construcción, los cuales varían dadas las características del lugar, suelo y condiciones climatológicas.

# CAPÍTULO 3

## 5. TRABAJOS DE CAMPO

### 5.1 AFORO DE TRÁFICO

#### 5.1.1 Definición

Para el diseño de una vía, es necesario obtener primero los datos del tráfico, por eso se debe determinar las características del flujo existente y la estimación del volumen del mismo a futuro.

Se mide el flujo del tráfico por medio de conteo de vehículos que circulan por una estación específica de conteo durante horas, días, meses y años. Con este propósito se debe especificar los tipos de vehículos con sus respectivos volúmenes para luego pronosticar el tráfico futuro, luego este tráfico se tiene que transformar a ejes equivalentes (eje simple de 2 llantas al extremo), para

este efecto se deben establecer los pesos de ejes simples, tándem, tridem y si los vehículos van cargados o vacíos, el conteo se lo debe realizar para establecer el TPDA que es el volumen de vehículo establecido en un determinado sitio correspondiente a varios tramos de la longitud que se quiere rediseñar o reformar de un pavimento de carretera.

El TPDA corresponde al Tráfico Promedio Diario Anual que viene dado por:

$$\text{TPDA} = t_p + t_D + t_d + t_g$$

Dónde:

$t_p$ : Tráfico proyectado

$t_D$ : Tráfico Desarrollado

$t_d$ : Tráfico Desviado

$t_g$ : Tráfico Generado

### **TRÁFICO ACTUAL ( $t_a$ )**

Es el número de vehículos que circula sobre una carretera antes de ser mejorada o entrar en servicio por primera vez. Se lo conoce como Tráfico Existente y Tráfico Atraído.

Si el objetivo es la construcción de una nueva carretera, el tráfico que se considera para el cálculo es el tráfico atraído. Sin embargo, si el objetivo es mejorar una carretera ya existente, el tráfico a considerar es el tráfico actual (volumen vehicular circulante actualmente por la carretera).

### **TRÁFICO PROYECTADO ( $t_p$ )**

Es el que se pronostica basado en el tráfico actual, su valor dependerá del tiempo de vida ( $n$ ) que se establecerá a la vía, por lo general es de 15, 20 o 30 años y dependerá del tipo de pavimento con su capa de rodadura o concreto asfáltico o hidráulico y también con respecto a la tasa de crecimiento vehicular. La tasa de crecimiento tiene que ver con el índice de matriculación, incremento por año que lo llevan los institutos que registran esta actividad como: CTE, Policía Nacional. (Sayago, 2002)

$$T_p = t_a (1 + i)^n$$

$i$ : Tasa de crecimiento vehicular.

$n$ : Número de años.

### **TRÁFICO DESARROLLADO ( $t_D$ )**

Es aquel que se genera debido a la explotación e incremento de producción de la tierra en las nuevas áreas cercanas a la carretera que se construirá. Este

valor puede incrementarse durante el periodo de estudio y también se lo podría obviar cuando el pavimento está dentro de la ciudad.

$$TD = ta (1 + i)^{n-3}$$

### **TRÁFICO DESVIADO ( $t_d$ )**

Es el que se desarrolló durante y luego de la construcción de una vía, con otros vehículos de otras carreteras ya existentes. Este cambio lo hacen por ahorro de tiempo, distancia o costos, siendo la fórmula:

$$Td = 0.2 (tp + tD)$$

### **TRÁFICO GENERADO ( $t_g$ )**

Es aquel volumen que se da por el desarrollo económico y social de la nueva zona y esto se produce generalmente 2 años después de haber concluido la construcción de la carretera, siendo la fórmula:

$$Tg = 0.25 (tp + tD)$$

## **VOLUMEN VEHICULAR.**

Es el número de vehículos que circula en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Este volumen puede ser horario, diario, semanal, etc.

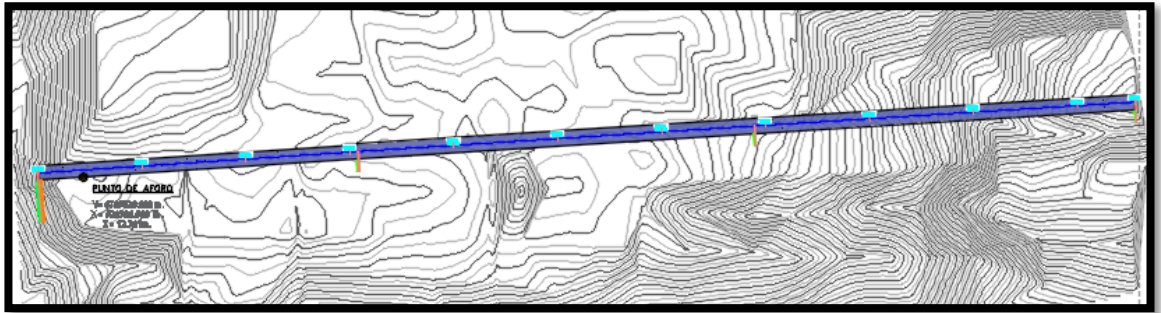
El volumen de tránsito se debe establecer para realizar mejoras en carreteras existentes y para nuevos proyectos.

Sabiendo que la unidad de medida es el TPD Anual, Mensual, Semanal, el volumen de tráfico en un día resulta de promediar el volumen de varios días durante un largo periodo de tiempo. Para establecer los volúmenes de tráfico comúnmente se utilizan dos métodos:

- **Volumen de Tráfico por Conteo Automático Fijo:** Son los que se instalan para conteo durante largo plazo y pueden accionarse por celdas fotoeléctricas y ondas supersónicas.
- **Volumen de Tráfico por Conteo Manual:** Con papel, lápiz, chequeador. Se establece periodos de tiempo de 1 hora, 2 horas, 6 horas, 12 horas, 18 horas, 24 horas, en el cual se puede poner 2 personas que hagan el conteo manual en 2 turnos.

### 5.1.2 Metodología.

Se seleccionó una estación de aforo dentro de la vía de acceso en la entrada de la misma por poseer una distancia de 0+ 528.00 m.



**Figura 1** Ubicación en planta del lugar de Aforo Vehicular

El punto de aforo vehicular está situado de tal manera que permita obtener la información necesaria sobre el número y tipo de vehículos circulantes dentro de la vía de acceso. Se realizó durante tres días: 11, 12 y 13 de Marzo del 2016.

En el trabajo de oficina, mediante el conteo volumétrico de tráfico, se obtuvo el número de vehículos diarios considerando un vehículo liviano A2 como vehículo de diseño. Los vehículos livianos incluyen a las motocicletas y a los automóviles así como a otros vehículos como camionetas y pickups, con capacidad hasta de 8 personas pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero.

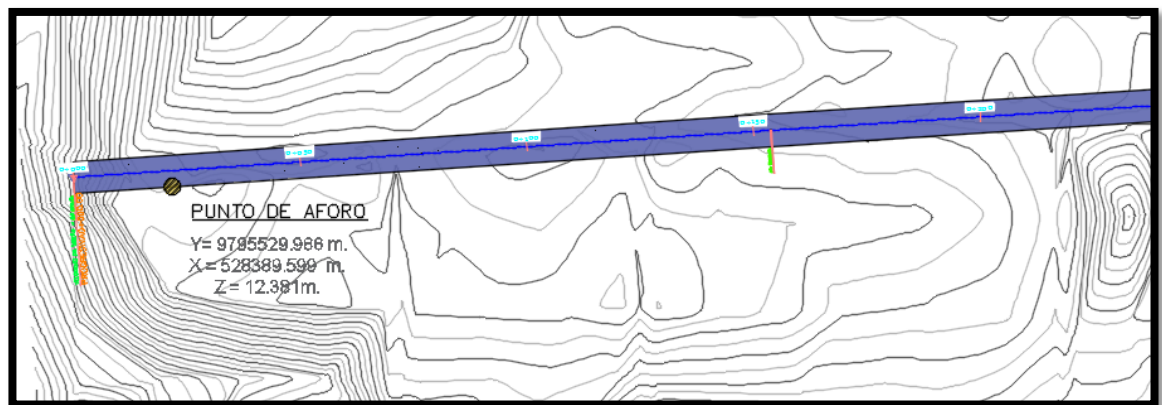
### 5.1.3 Estación de Aforo

#### Coordenadas UTM.

**Este:** 528389.599 m.

**Norte:** 9795529.988 m.

**Altitud:** 12.381m.



**Figura 2.-** Ubicación de la estación de aforo vehicular.

**Fuente:** Topografía General del Estudio

#### 5.1.3.1 Descripción del punto de aforo.

Ubicada en la entrada a la Cabecera Parroquial la cual conduce hacia las viviendas de los comuneros de esta zona. En esta estación de aforo se hizo el conteo de los vehículos que circulaban en ambas direcciones.





**Figura 3.-** Estación de Aforo # 1.

**Elaborado por:** Leandro Recalde

### 5.1.3.2 Datos Recopilados en Campo.

A continuación se encuentran los datos recopilados de los aforos vehiculares de los días Viernes 11, Sábado 12 y domingo 13 de marzo del 2016.

Recopilación de Conteo de Vehicular Diario	
Lugar: Vía de Acceso a la Cabecera Parroquial Manglaralto	
Fecha: 04 de Marzo del 2016	Sentido: N-S
Estación #1	Aforador: Leandro Recalde

<b>HORA:</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
<b>23:00 - 00:00</b>	0	0	0
<b>00:00-01:00</b>	0	0	0
<b>01:00-02:00</b>	0	0	0
<b>02:00-03:00</b>	0	0	0
<b>03:00-04:00</b>	0	0	0
<b>04:00-05:00</b>	0	0	0
<b>05:00-06:00</b>	7	0	0
<b>06:00-07:00</b>	3	0	0
<b>07:00-08:00</b>	8	0	0
<b>08:00-09:00</b>	12	0	2
<b>09:00-10:00</b>	17	0	4
<b>10:00-11:00</b>	9	0	5
<b>11:00-12:00</b>	18	0	5
<b>12:00-13:00</b>	14	0	3
<b>13:00-14:00</b>	7	0	2
<b>14:00-15:00</b>	8	0	1
<b>15:00-16:00</b>	9	0	0
<b>16:00-17:00</b>	6	0	0
<b>17:00-18:00</b>	5	0	0
<b>18:00-19:00</b>	6	0	0
<b>19:00-20:00</b>	8	0	0

<b>20:00-21:00</b>	6	0	0
<b>21:00-22:00</b>	4	0	0
<b>22:00-23:00</b>	3	0	0
<b>23:00-24:00</b>	3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>22</b>

**Tabla I** Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Viernes 11 de Marzo del 2016.

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.

<b>Recopilación de Conteo de Vehicular Diario</b>			
<b>Lugar: Vía de Acceso a la Cabecera Parroquial Manglaralto</b>			
<b>Fecha: 12 de Marzo del 2016</b>		<b>Sentido: N-S</b>	
<b>Estación #1</b>	<b>Aforador: Leandro Recalde</b>		
<b>HORA:</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
<b>23:00 - 00:00</b>	0	0	0
<b>00:00-01:00</b>	3	0	0
<b>01:00-02:00</b>	0	0	0
<b>02:00-03:00</b>	0	0	0
<b>03:00-04:00</b>	0	0	0
<b>04:00-05:00</b>	0	0	0
<b>05:00-06:00</b>	0	0	0

<b>06:00-07:00</b>	5	0	0
<b>07:00-08:00</b>	6	0	0
<b>08:00-09:00</b>	8	0	0
<b>09:00-10:00</b>	6	0	3
<b>10:00-11:00</b>	4	0	4
<b>11:00-12:00</b>	9	0	3
<b>12:00-13:00</b>	16	0	6
<b>13:00-14:00</b>	19	0	4
<b>14:00-15:00</b>	14	0	5
<b>15:00-16:00</b>	11	0	4
<b>16:00-17:00</b>	16	0	2
<b>17:00-18:00</b>	8	0	1
<b>18:00-19:00</b>	6	0	0
<b>19:00-20:00</b>	7	0	0
<b>20:00-21:00</b>	4	0	0
<b>21:00-22:00</b>	5	0	0
<b>22:00-23:00</b>	5	0	0
<b>23:00-24:00</b>	4	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>0</b>	<b>32</b>

**Tabla II** Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Sábado 12 de Marzo del 2016.

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loo

<b>Recopilación de Conteo de Vehicular Diario</b>			
<b>Lugar: Vía de Acceso a la Cabecera Parroquial Manglaralto</b>			
<b>Fecha: 13 de Marzo del 2016</b>		<b>Sentido: N-S</b>	
<b>Estación #1</b>	<b>Aforador: Leandro Recalde</b>		
<b>HORA:</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
<b>23:00 - 00:00</b>	0	0	0
<b>00:00-01:00</b>	0	0	0
<b>01:00-02:00</b>	0	0	0
<b>02:00-03:00</b>	0	0	0
<b>03:00-04:00</b>	0	0	0
<b>04:00-05:00</b>	0	0	0
<b>05:00-06:00</b>	0	0	0
<b>06:00-07:00</b>	0	0	0
<b>07:00-08:00</b>	0	0	0
<b>08:00-09:00</b>	6	0	0
<b>09:00-10:00</b>	4	0	1
<b>10:00-11:00</b>	3	0	1
<b>11:00-12:00</b>	4	0	2
<b>12:00-13:00</b>	6	0	1
<b>13:00-14:00</b>	8	0	3
<b>14:00-15:00</b>	5	0	0
<b>15:00-16:00</b>	6	0	0

<b>16:00-17:00</b>	4	0	0
<b>17:00-18:00</b>	6	0	0
<b>18:00-19:00</b>	3	0	0
<b>19:00-20:00</b>	4	0	0
<b>20:00-21:00</b>	0	0	0
<b>21:00-22:00</b>	0	0	0
<b>22:00-23:00</b>	0	0	0
<b>23:00-24:00</b>	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

**Tabla III** Recopilación de conteo vehicular diario. Estación # 1. Domingo 13 de Marzo del 2016

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Para fines de facilidad al momento de analizar los datos obtenidos en campo, se optó por hacer el aforo de tráfico en intervalos de 15 minutos y en un total de 12 horas, así mismo se seleccionó horas en las cuales exista una mayor circulación de tráfico y también en las cuales el flujo sea mínimo.

Para respaldar el conteo vehicular en el intervalo de 00:00 – 06:00 y 18:00 – 24:00 (12 horas), se consideró también realizar consultas a los moradores de los sectores sobre el número de vehículos durante dichos intervalos. Como resultado de las consultas, se obtuvo que para el periodo de 00:00 – 06:00 horas

transitaba un vehículo liviano y durante el periodo de 18:00 – 24:00 horas transitaban dos vehículos livianos, tanto para los días viernes, sábado y domingo.

## 5.2 Levantamiento Topográfico

Para llevar a cabo un óptimo desarrollo topográfico en campo en lo referente al diseño de la carretera principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto, es necesario se lleven a cabo dos fases de gran relevancia descritas a continuación:

a) I FASE: Análisis de la Información de Base.

- *Recopilación y análisis de información topográfica.*- Se realiza la recopilación y análisis de la información de puntos topográficos cercanos al área de estudio como también la ubicación de cuencas existentes.

- *Vistas de Satélite, imágenes del Área de Estudio.*- Se emplean vistas satelitales del área, ofrecidas por la Plataforma Google Earth, fotos, planos, mapas, suministrados por diferentes fuentes.

- *Mapa Topográfico Base.*- Una vez concluidas las actividades previas, se procede a esquematizar un mapa topográfico base que sirva para la planificación de la campaña de campo en las áreas de interés, es decir rutas de ingreso del personal topográfico.

b) II FASE: TRABAJO DE CAMPO.

- *Planificación de la campaña de campo.*- Consiste en limpieza del área que permita el acceso del personal y de los equipos.

- *Cota inicial.*- Se partió de un punto de control, para enlazar toda la topografía que permita definir toda la morfología del lugar de estudio. Esta cota inicial ayudará al trabajo de replanteo de la misma en la fase de construcción.



### 5.2.1 Toma de Puntos Topográficos.

Se estableció la ubicación de la Cabecera Parroquial de Manglaralto mediante fotografías aéreas y satelitales de fuentes de información pública ya existente con el fin de tener una idea previa al levantamiento topográfico.

Por consiguiente se realizaron visitas técnicas para conocer físicamente el lugar, es decir su morfología, situación actual y/o riesgos futuros. Para aquello se estableció un programa de actividades de campo, las cuales van desde la contratación del personal técnico calificado para manejar equipos topográficos hasta el buen mantenimiento y estado correspondiente.

En este estudio se utilizó un **GPS Diferencial GNSS S82T SOUTH** con precisión de 6 mm. El equipo está compuesto por dos receptores de satélite en tiempo real, una base fija con antena de comunicación (Receptor) y una base móvil denominada ROVER.



**Figura 4.-** Fotografía Satelital del Área de Estudio para el Levantamiento Topográfico obtenida mediante la plataforma digital Google Earth.

**Fuente:** Google Earth, 2016.

El **GPS Diferencial GNSS S82T SOUTH** permite la obtención directa de datos (puntos topográficos) de forma rápida y precisa, sin necesidad de disponer de visuales entre ambos receptores.

El equipo **GPS Diferencial GNSS S82T** al igual que la estación total **SOKKIA modelo SET 630** introduce una mayor exactitud en el sistema de levantamiento topográfico. El receptor del **GPS Diferencial GNSS S82T** ayuda a recibir y procesar la información de los satélites. Recibe y procesa simultáneamente otra información adicional procedente de una estación

terrestre situada en un lugar cercano y reconocido por el receptor, trabajando así con los puntos topográficos en tiempo real.

El equipo GPS Diferencial GNSS S82T cuenta con 220 canales por la Tecnología GNSS que este posee, tiene además una precisión estática horizontal  $3\text{mm} + 1\text{ppm RMS}$ , precisión estática vertical  $5\text{mm} + 1\text{ppm RMS}$ , precisión RTK Horizontal  $1\text{cm} + 1\text{ppm}$  y precisión RTK Vertical  $2\text{cm} + 1\text{ppm}$  y trabaja con los satélites: SBAS, GALILEO, COMPASS entre otros, para su correcta precisión del punto topográfico a levantar.



**Figura 5.-** EQUIPO GPS Diferencial GNSS S82T.

**Fuente:** <http://www.alfatopografia.com/s82t.htm>

Preliminarmente se ubicó el GPS Diferencial en un punto conocido cercano a las oficinas de la Junta de Agua Potable de Manglaralto y se lo estableció como punto base, esto es, con coordenadas UTM Este: 528376.329 (m) "X", Norte:

9795526.025 (m) “Y” Altitud: 12.572 (m) “Z”, ZONA 17, cercana al área de estudio y así tener un mapa topográfico con coordenadas reales.



**Figura 6.-** Toma de Coordenada Inicial (Base) del Plano Topográfico

**Fuente:** Leandro Recalde Loor

Posteriormente se procedió a levantar los puntos topográficos con la ayuda del **GPS Diferencial GNSS S82T SOUTH**, se realizó el levantamiento topográfico de las vías adjuntas a la zona de estudio. Se lleva a cabo la información en gabinete, correlacionando los datos topográficos obtenidos en campo, con el fin de realizar un mapa topográfico completo.

### 5.3 Estudios de caracterización geológica

Se realizaron trabajos de campo para tomar datos de afloramientos, medidas de estructuras geológicas (fallas, diaclasas y direcciones de estratos) con el fin de obtener una manera más general del suelo existente sobre la cual se ubicará la Carretera Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto (Ver figura 7).



**Figura 7.-** Trabajo de campo en el área de implantación de la Carretera

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

### 5.3.1 PERFORACIONES Y ESTUDIO DE MATERIAL OBTENIDO DE LAS PERFORACIONES.

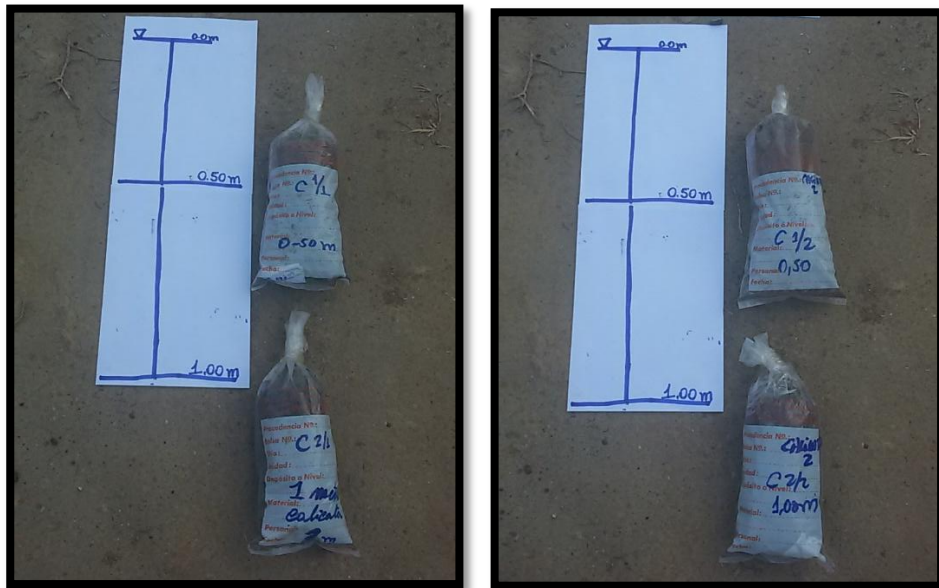
Se estudió detalladamente el material obtenido de las 2 perforaciones que se realizaron en diferentes sitios de la zona de estudio, con la finalidad de determinar la profundidad a que se encuentran las diferentes capas litológicas y tipo de suelos, nivel freático y tipo de roca bajo los mismos.

La profundidad de las perforaciones fue planificada a ejecutarse hasta 2 metros con lo que en la mayoría de los casos se verificó la presencia de material limo-arcilloso y de material arenoso en el camino existente, como podemos observar en la siguiente figura 8:



**Figura 8.-** Estudio de Material de Perforación

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 9.-** Estudio de Material de Perforación (Muestras)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

La geología en la zona de estudio es muy poco variada y está formada principalmente por dos litologías como son: suelo residual (limos-arcillosos), arenas con limos y material arenoso.

También la caracterización de la geología local concierne el análisis y la descripción de la geología estructural de la zona, existencia de lineamientos estructurales, formas, dimensiones y pendientes del terreno, quebradas, y la correspondiente caracterización de los suelos.

Se debe mencionar que el área donde se implantará la carretera de la Cabeza Parroquial de Manglaralto, no se identificó lineamientos

estructurales y las quebradas identificadas no presentan mayor relevancia en cuanto a los drenajes.

#### **5.4 Prospección geotécnica - muestreo**

Se realizaron una serie de trabajos para conocer la calidad de suelo existente en las vías de acceso a la Cabecera Parroquial de Manglaralto, para esto se procedió a extraer material en distintos puntos a lo largo de la misma para sus correspondientes ensayos de laboratorio.

Para esto se efectuaron 2 calicatas con metodología de calicata inicial y final. Los mismos que se adjuntan a este estudio, con el fin de obtener datos reales de las condiciones del suelo donde será construida la carretera principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto. La ubicación de estas calicatas se muestra a continuación:

	<b>UBICACIÓN COORDENADAS UTM</b>	
<b>No. CALICATA</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	528380.6810	9795535.7180
<b>2</b>	528894.4450	9795569.1770



**Tabla IV** Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) de las Calicatas

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

**Calicata #1**



**Figura 10.-** Calicata #1 con coordenadas  $X=528380.6810$ ,  $Y= 9795535.7180$ .

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 11.-** Calicata #1 excavación a toma de muestras a 0,50 m

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 12.-** Calicata #1 excavación a toma de muestras a 1,00 m

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

## Calicata #2



**Figura 13.-** Calicata #2 con coordenadas  $X=528894.4450$ ,  $Y= 9795569.1770$ .

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 14.-** Calicata #2 excavación a toma de muestras a 0,50 m

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 15.-** Calicata #2 excavación a toma de muestras a 1,00 m

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Respetando las normas de seguridad que todo consultor o constructor debe de tener al momento de , se procede al completo sellado de la misma como consta en las fotografías siguientes.



**Figura 16.-** Calicata #1 completamente sellada

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 17.-** Calicata #2 completamente sellada

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Para una mayor optimización de tiempo se procedió a secar la muestra a cielo abierto, cuidadosamente y con monitoreo continuo se procedió a secar identificándolas con nombres respectivamente.



**Figura 18.-** Secado de las muestras antes de ser llevadas al laboratorio

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

# **CAPÍTULO 4**

## **6. TRABAJO DE GABINETE**

### **6.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRÁFICO VIAL**

#### **6.1.1 Trabajo de Oficina. Cálculo de tráfico promedio diario TPD.**

##### **a) Cálculo del vehículo de diseño**

Para el estudio de tráfico en la vía de acceso al relleno sanitario manual se optó por seleccionar un vehículo liviano A2 como vehículo de diseño, debido a que es el vehículo que más se repite en todo el Aforo.

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Liviano	1
Buses	2.5
Camión	1.5

**Tabla V.** Factores de Vehículos Utilizados

**Fuente:** NEVI. Normas para Estudios y Diseños Viales. V 2ª. (Públicas, 2013)

Por tanto, el tráfico actual de vehículo de diseño es:

$$t_a = 1 * total\ livianos + 2.5(total\ buses + total\ camiones)$$

Debido a que en el conteo vehicular no se contaron vehículos pesados (buses y camiones), el tráfico actual de diseño es:

$$t_a = 1 * total\ livianos$$

**b) Cálculo de Tráfico Promedio Diario en la Estación de Aforo # 1**

Mediante el aforo vehicular se han establecido cantidades, las cuales se demuestran en el siguiente cuadro de resultados:

Cuadro de Resultados	
<b>Lugar:</b> Vía de Acceso a la Cabecera Parroquial Manglaralto	<b>Sentido:</b> N-S



Tipo de Vehículos		Días			TPD
		Viernes	Sábado	Domingo	
Estación # 1		Aforador: Leandro Recalde Loor			
Livianos		153	156	59	122
Pesados	Buses	0	0	0	0
	Camiones de 2 ejes	22	32	8	21
	Camiones de 2 ejes	0	0	0	0
	Tráiler	0	0	0	0
<b>TOTAL:</b>					<b>143</b>

**Tabla VI.** Cuadro de resultados de aforo vehicular. Estación # 1.

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.

**c) Tráfico Actual**

Del cuadro de datos obtenemos el Tráfico Actual ( $t_a$ ).

Por lo tanto:

$$t_a = 143 \text{ veh/día.}$$

Recordemos que el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) viene dado por:

$$TPD = t_p + t_D + t_d + t_g$$

#### d) Tráfico Proyectado

El tráfico proyectado viene dado por:

$$t_p = t_a(1 + i)^n$$

Dónde:

*i* = tasa de crecimiento vehicular

*n* = numero de años

De acuerdo a los datos obtenidos en los años 1990 , 2001 y 2010 donde se realizaron los correspondientes censos de la población en la Cabecera Parroquial de Manglaralto, dando estos como resultado:

<b>AÑO</b>	<b>1990</b>	<b>2001</b>	<b>2010</b>
<b>TOTAL</b>	5746	6498	6769

**Tabla VII** Resultados de Censos Población Manglaralto

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Por lo tanto correlacionando la tasa de crecimiento poblacional con la tasa de crecimiento vehicular se obtiene que entre los censos (1990 y 2001)

$$r = \ln \frac{Nt}{No} * \frac{1}{t} * 100$$

Dónde:

*r = tasa de crecimiento poblacional*

*ln = logaritmo natural*

*Nt = población en el año t*

*No = población en el año base*

*t = tiempo en años*

Considerando los años 2001 y 2010 se obtiene que:

<b>AÑO</b>	<b>2001</b>	<b>2010</b>
<b>TOTAL</b>	6498	6769

**Tabla VIII** Resultados de Censos 2001 y 2010

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

$$r = \ln \frac{6769}{6498} * \frac{1}{9} * 100$$

$$r = 0.004$$

Considerando los años 1990 y 2010 para un periodo más largo, se obtiene que:

AÑO	1990	2010
TOTAL	5746	6769

**Tabla IX** Resultados de Censos 1990 y 2010

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

$$r = \ln \frac{6769}{5746} * \frac{1}{20} * 100$$

$$r = 0.008$$

Calculando una tasa de crecimiento promedio obtenemos un

$$r_{prom} = 0.004$$

Para el valor de la tasa de crecimiento, el MTOP ha realizado estudios a partir del año 1963, en los que ha determinado que para todo el Ecuador dicha tasa

varía entre el 5% y 7%. Para el cálculo se tomó el 3% ya que la tasa de crecimiento calculada es demasiado baja, del orden del 1.73%.

Por lo tanto el tráfico proyectado sería:

$$t_p = t_a(1 + i)^n$$

Sea

$$i = 3\%$$

$$n = 20 \text{ Años.}$$

$$t_p = 143 * (1 + 0.03)^{20}$$

$$t_p = 258 \text{ veh/día}$$

### e) Tráfico Desarrollado

El tráfico desarrollado viene dado por:

$$t_D = t_a(1 + i)^{n-3}$$

Entonces:

$$t_D = 143 * (1 + 0.03)^{20-3}$$

$$t_D = 236 \text{ veh/día}$$

**f) Tráfico Desviado**

El tráfico desviado viene dado por:

$$t_d = 0.2(t_p + t_D)$$

Entonces:

$$t_d = 0.2(258 + 236)$$

$$t_d = 99 \text{ veh/día}$$

**g) Tráfico Generado**

El tráfico generado viene dado por:

$$t_g = 0.25(t_p + t_D)$$

Entonces:

$$t_g = 0.25(258 + 236)$$

$$t_g = 124 \text{ veh/día}$$

**Por lo tanto:**

$$TPD = t_p + t_D + t_d + t_g$$

$$TPD = 258 + 236 + 99 + 124$$

$$TPD = 717 \text{ veh/día}$$

### 6.1.2 Resultados del Volumen de Tráfico

La estación de aforo # 1 es la estación principal, la cual proporcionó los datos del tráfico diario de vehículos muy reales, debido a que es el acceso principal de los moradores de la cabecera parroquial de Manglaralto hacia sus viviendas.

La investigación se realizó con tráfico diario de los días viernes 11, sábado 12 y domingo 13 de Marzo del 2016, puesto que son los días en los que existió una mayor cantidad de vehículos.

A partir del TPDA en la estación de aforo, se utilizó el TPDA de la Estación #1:  $717 \text{ veh/día}$  para el diseño de la vía de acceso a la Cabecera Parroquial de la Comunidad de Manglaralto. El TPDA nos indica que la vía es de tipo 3 según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (MTOB), con un ancho de calzada de 7 metros.

## **6.2 Análisis Levantamiento Topográfico**

### **6.2.1 Introducción**

Para el desarrollo del estudio **“DISEÑO GEOMÉTRICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA VÍA PRINCIPAL DE LA CABECERA PARROQUIAL DE MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”** a más de considerar el análisis de la información existente, y de revisar los estudios previos realizados por terceros, se requiere, en su primera fase de desarrollo, de un Mapa Topográfico del área de estudio a detalle con ubicación de zonas importantes para la elaboración de los estudios posteriores que definan los aspectos técnicos y económicos de su implementación.



La topografía es un elemento clave para la planificación, ubicación, cubicación de materiales, zonas y estratos vinculados al presente proyecto, además de que permite la representación de superficies, definiendo formas y detalles.

Además de poder implementar en la zona de estudio posibles rutas de ingreso de maquinarias para los futuros estudios de suelo y de diseño de las estructuras.

Con el fin de conocer la realidad física del área de estudio del lugar destinado para la construcción de la Carretera Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto, sus posibles áreas de ampliación y definir límites de sectores existentes, así como también la ubicación de futuros trabajos de campo, se precisa, la elaboración de planos topográficos que permitirán el cálculo de volúmenes de corte/relleno, cuencas de aportación, materiales de préstamo para conformación de la subrasante.

## 6.2.2 TABLA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS A PROCESAR

<b>TABLA DE PUNTOS</b>				
<b>Nº PUNTO</b>	<b>ELEVACIÓN</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1</b>	12,57	9795526,02	528376,33	<b>base</b>
<b>2</b>	12,53	9795527,37	528382,68	<b>referencia</b>
<b>3</b>	12,49	9795535,72	528380,68	<b>calicata1</b>
<b>4</b>	14,44	9795486,56	528369,53	<b>carretera</b>
<b>5</b>	14,96	9795485,84	528359,66	<b>carretera</b>
<b>6</b>	14,71	9795499,05	528358,69	<b>carretera</b>
<b>7</b>	14,17	9795500,09	528368,53	<b>carretera</b>
<b>8</b>	13,78	9795521,77	528366,97	<b>carretera</b>
<b>9</b>	13,57	9795522,44	528368,10	<b>carretera</b>
<b>10</b>	13,57	9795522,48	528368,16	<b>carretera</b>
<b>11</b>	13,46	9795525,22	528368,20	<b>carretera</b>
<b>12</b>	14,25	9795524,86	528356,76	<b>carretera</b>
<b>13</b>	14,05	9795539,24	528356,40	<b>carretera</b>
<b>14</b>	13,55	9795539,66	528365,84	<b>carretera</b>
<b>15</b>	13,33	9795536,49	528367,62	<b>carretera</b>
<b>16</b>	13,30	9795534,82	528367,79	<b>carretera</b>
<b>17</b>	13,35	9795532,04	528367,84	<b>carretera</b>
<b>18</b>	13,36	9795528,66	528368,22	<b>carretera</b>

<b>19</b>	13,37	9795526,25	528368,27	<b>carretera</b>
<b>20</b>	12,52	9795530,07	528379,23	<b>carretera</b>
<b>21</b>	12,61	9795533,15	528379,20	<b>carretera</b>
<b>22</b>	12,52	9795536,72	528378,85	<b>terreno</b>
<b>23</b>	12,60	9795531,03	528399,51	<b>terreno</b>
<b>24</b>	12,35	9795535,03	528399,46	<b>terreno</b>
<b>25</b>	12,32	9795538,70	528399,48	<b>terreno</b>
<b>26</b>	12,34	9795532,41	528416,33	<b>terreno</b>
<b>27</b>	12,16	9795536,76	528416,28	<b>terreno</b>
<b>28</b>	12,26	9795540,07	528416,32	<b>terreno</b>
<b>29</b>	12,42	9795534,80	528433,14	<b>terreno</b>
<b>30</b>	12,34	9795537,98	528433,26	<b>terreno</b>
<b>31</b>	12,29	9795540,90	528433,37	<b>terreno</b>
<b>32</b>	12,32	9795534,33	528435,37	<b>terreno</b>
<b>33</b>	12,24	9795534,31	528438,89	<b>terreno</b>
<b>34</b>	12,28	9795534,39	528442,08	<b>terreno</b>
<b>35</b>	12,22	9795519,25	528435,90	<b>terreno</b>
<b>36</b>	12,26	9795519,07	528438,94	<b>terreno</b>
<b>37</b>	12,20	9795519,20	528441,57	<b>terreno</b>
<b>38</b>	12,26	9795503,54	528436,56	<b>terreno</b>
<b>39</b>	12,33	9795503,26	528440,33	<b>terreno</b>
<b>40</b>	12,22	9795503,18	528443,41	<b>terreno</b>

<b>41</b>	12,52	9795487,10	528437,25	<b>terreno</b>
<b>42</b>	12,52	9795486,65	528440,45	<b>terreno</b>
<b>43</b>	12,50	9795486,67	528443,98	<b>terreno</b>
<b>44</b>	12,84	9795471,10	528437,82	<b>terreno</b>
<b>45</b>	12,92	9795470,77	528441,28	<b>terreno</b>
<b>46</b>	12,85	9795470,70	528444,67	<b>terreno</b>
<b>47</b>	13,30	9795455,45	528438,53	<b>terreno</b>
<b>48</b>	13,44	9795455,39	528442,14	<b>terreno</b>
<b>49</b>	13,37	9795455,50	528445,71	<b>terreno</b>
<b>50</b>	12,29	9795535,08	528442,99	<b>terreno</b>
<b>51</b>	12,30	9795538,09	528443,04	<b>terreno</b>
<b>52</b>	12,26	9795541,30	528442,92	<b>terreno</b>
<b>53</b>	12,45	9795536,22	528463,77	<b>terreno</b>
<b>54</b>	12,40	9795539,76	528463,53	<b>terreno</b>
<b>55</b>	12,33	9795542,73	528463,33	<b>terreno</b>
<b>56</b>	12,42	9795536,78	528477,67	<b>terreno</b>
<b>57</b>	12,44	9795540,02	528477,73	<b>terreno</b>
<b>58</b>	12,33	9795543,44	528477,47	<b>terreno</b>
<b>59</b>	12,31	9795536,52	528486,42	<b>terreno</b>
<b>60</b>	12,30	9795536,52	528490,94	<b>terreno</b>
<b>61</b>	12,54	9795537,50	528496,58	<b>terreno</b>
<b>62</b>	12,17	9795520,03	528487,62	<b>terreno</b>

<b>63</b>	12,24	9795520,05	528491,45	<b>terreno</b>
<b>64</b>	12,22	9795520,12	528496,04	<b>terreno</b>
<b>65</b>	12,14	9795503,80	528488,79	<b>terreno</b>
<b>66</b>	12,25	9795503,55	528492,43	<b>terreno</b>
<b>67</b>	12,15	9795503,35	528496,42	<b>terreno</b>
<b>68</b>	12,50	9795489,23	528487,58	<b>terreno</b>
<b>69</b>	12,67	9795488,82	528492,57	<b>terreno</b>
<b>70</b>	12,66	9795488,75	528496,54	<b>terreno</b>
<b>71</b>	13,15	9795472,97	528488,75	<b>terreno</b>
<b>72</b>	13,25	9795472,15	528492,74	<b>terreno</b>
<b>73</b>	13,46	9795471,44	528496,62	<b>terreno</b>
<b>74</b>	12,46	9795541,74	528497,16	<b>terreno</b>
<b>75</b>	12,44	9795545,05	528497,23	<b>terreno</b>
<b>76</b>	12,46	9795538,96	528510,16	<b>terreno</b>
<b>77</b>	12,51	9795542,05	528510,34	<b>terreno</b>
<b>78</b>	12,57	9795545,38	528509,92	<b>terreno</b>
<b>79</b>	12,52	9795539,22	528520,96	<b>terreno</b>
<b>80</b>	12,56	9795542,50	528521,12	<b>terreno</b>
<b>81</b>	12,59	9795545,74	528520,97	<b>terreno</b>
<b>82</b>	12,53	9795539,82	528534,14	<b>terreno</b>
<b>83</b>	12,61	9795542,91	528534,16	<b>terreno</b>
<b>84</b>	12,69	9795546,91	528534,03	<b>terreno</b>

<b>85</b>	12,58	9795540,38	528542,62	<b>terreno</b>
<b>86</b>	12,64	9795543,56	528542,57	<b>terreno</b>
<b>87</b>	12,63	9795547,13	528542,66	<b>terreno</b>
<b>88</b>	12,58	9795540,89	528555,67	<b>terreno</b>
<b>89</b>	12,68	9795544,36	528555,78	<b>terreno</b>
<b>90</b>	12,63	9795548,25	528555,52	<b>terreno</b>
<b>91</b>	12,60	9795541,33	528565,04	<b>terreno</b>
<b>92</b>	12,77	9795544,72	528565,14	<b>terreno</b>
<b>93</b>	12,71	9795548,78	528565,27	<b>terreno</b>
<b>94</b>	12,68	9795541,72	528574,39	<b>terreno</b>
<b>95</b>	12,79	9795545,15	528574,45	<b>terreno</b>
<b>96</b>	12,85	9795549,36	528574,42	<b>terreno</b>
<b>97</b>	12,76	9795541,10	528582,99	<b>terreno</b>
<b>98</b>	12,59	9795541,02	528585,64	<b>terreno</b>
<b>99</b>	12,81	9795540,75	528587,33	<b>terreno</b>
<b>100</b>	12,71	9795523,61	528583,45	<b>terreno</b>
<b>101</b>	12,60	9795523,23	528586,00	<b>terreno</b>
<b>102</b>	12,68	9795523,25	528587,88	<b>terreno</b>
<b>103</b>	12,86	9795499,03	528584,09	<b>terreno</b>
<b>104</b>	12,82	9795498,76	528586,52	<b>terreno</b>
<b>105</b>	12,94	9795498,87	528588,93	<b>terreno</b>
<b>106</b>	13,13	9795480,16	528584,83	<b>terreno</b>

<b>107</b>	13,20	9795479,97	528587,60	<b>terreno</b>
<b>108</b>	13,17	9795480,02	528590,14	<b>terreno</b>
<b>109</b>	14,08	9795457,39	528585,31	<b>terreno</b>
<b>110</b>	14,07	9795457,67	528587,71	<b>terreno</b>
<b>111</b>	14,15	9795457,33	528590,21	<b>terreno</b>
<b>112</b>	12,77	9795546,47	528587,22	<b>terreno</b>
<b>113</b>	12,59	9795550,37	528587,33	<b>terreno</b>
<b>114</b>	12,94	9795542,91	528601,81	<b>terreno</b>
<b>115</b>	12,84	9795546,55	528602,17	<b>terreno</b>
<b>116</b>	12,78	9795550,22	528602,22	<b>terreno</b>
<b>117</b>	12,87	9795544,16	528615,70	<b>terreno</b>
<b>118</b>	12,88	9795547,44	528615,83	<b>terreno</b>
<b>119</b>	12,84	9795550,81	528616,03	<b>terreno</b>
<b>120</b>	12,87	9795544,79	528628,54	<b>terreno</b>
<b>121</b>	12,94	9795548,52	528628,49	<b>terreno</b>
<b>122</b>	12,88	9795552,06	528628,34	<b>terreno</b>
<b>123</b>	12,88	9795546,15	528642,30	<b>terreno</b>
<b>124</b>	12,98	9795549,67	528642,31	<b>terreno</b>
<b>125</b>	12,88	9795553,13	528642,27	<b>terreno</b>
<b>126</b>	12,90	9795546,73	528661,59	<b>oleoducto</b>
<b>127</b>	12,80	9795538,66	528660,58	<b>oleoducto</b>
<b>128</b>	12,92	9795525,28	528659,24	<b>oleoducto</b>

<b>129</b>	13,12	9795514,28	528659,06	<b>oleoducto</b>
<b>130</b>	13,49	9795496,99	528656,93	<b>oleoducto</b>
<b>131</b>	13,87	9795485,07	528655,99	<b>oleoducto</b>
<b>132</b>	14,42	9795469,26	528654,90	<b>oleoducto</b>
<b>133</b>	15,10	9795455,51	528653,57	<b>oleoducto</b>
<b>134</b>	16,65	9795441,91	528650,44	<b>oleoducto</b>
<b>135</b>	18,18	9795430,90	528647,75	<b>oleoducto</b>
<b>136</b>	19,82	9795422,27	528645,53	<b>oleoducto</b>
<b>137</b>	23,27	9795411,80	528642,93	<b>oleoducto</b>
<b>138</b>	13,06	9795552,79	528664,04	<b>oleoducto</b>
<b>139</b>	12,61	9795577,17	528671,78	<b>oleoducto</b>
<b>140</b>	12,72	9795596,56	528674,85	<b>oleoducto</b>
<b>141</b>	13,02	9795556,56	528671,21	<b>terreno</b>
<b>142</b>	13,14	9795552,43	528671,98	<b>terreno</b>
<b>143</b>	13,07	9795547,53	528672,08	<b>terreno</b>
<b>144</b>	12,99	9795558,02	528684,21	<b>terreno</b>
<b>145</b>	13,26	9795553,81	528684,96	<b>terreno</b>
<b>146</b>	13,28	9795553,81	528685,14	<b>terreno</b>
<b>147</b>	13,21	9795549,02	528685,40	<b>terreno</b>
<b>148</b>	13,32	9795548,87	528692,94	<b>terreno</b>
<b>149</b>	13,36	9795553,34	528692,47	<b>terreno</b>
<b>150</b>	13,14	9795559,06	528691,76	<b>terreno</b>



<b>151</b>	13,69	9795559,16	528711,01	<b>terreno</b>
<b>152</b>	13,64	9795554,71	528711,67	<b>terreno</b>
<b>153</b>	13,54	9795550,29	528712,03	<b>terreno</b>
<b>154</b>	13,64	9795559,76	528722,62	<b>terreno</b>
<b>155</b>	13,84	9795555,36	528723,35	<b>terreno</b>
<b>156</b>	13,69	9795550,93	528724,00	<b>terreno</b>
<b>157</b>	13,71	9795561,26	528729,50	<b>terreno</b>
<b>158</b>	13,84	9795561,90	528733,07	<b>terreno</b>
<b>159</b>	13,85	9795561,70	528737,49	<b>terreno</b>
<b>160</b>	13,51	9795581,96	528732,78	<b>terreno</b>
<b>161</b>	13,63	9795581,45	528736,38	<b>terreno</b>
<b>162</b>	13,36	9795580,97	528729,35	<b>terreno</b>
<b>163</b>	13,37	9795580,98	528729,36	<b>terreno</b>
<b>164</b>	13,36	9795607,56	528730,72	<b>terreno</b>
<b>165</b>	13,58	9795607,64	528733,88	<b>terreno</b>
<b>166</b>	13,60	9795607,58	528733,98	<b>terreno</b>
<b>167</b>	13,37	9795607,38	528726,83	<b>terreno</b>
<b>168</b>	13,20	9795614,73	528726,49	<b>terreno</b>
<b>169</b>	13,33	9795615,30	528733,97	<b>terreno</b>
<b>170</b>	13,28	9795618,54	528734,03	<b>terreno</b>
<b>171</b>	13,18	9795621,28	528733,81	<b>terreno</b>
<b>172</b>	13,21	9795621,69	528729,47	<b>terreno</b>

<b>173</b>	13,22	9795621,74	528725,08	<b>terreno</b>
<b>174</b>	13,16	9795618,08	528724,81	<b>terreno</b>
<b>175</b>	13,18	9795634,92	528731,72	<b>terreno</b>
<b>176</b>	13,22	9795635,28	528728,52	<b>terreno</b>
<b>177</b>	13,19	9795635,74	528725,40	<b>terreno</b>
<b>178</b>	13,03	9795648,78	528731,04	<b>terreno</b>
<b>179</b>	13,10	9795648,98	528728,08	<b>terreno</b>
<b>180</b>	13,06	9795650,53	528724,93	<b>terreno</b>
<b>181</b>	12,90	9795674,74	528729,34	<b>terreno</b>
<b>182</b>	12,94	9795674,71	528726,30	<b>terreno</b>
<b>183</b>	12,95	9795674,57	528722,50	<b>terreno</b>
<b>184</b>	13,57	9795616,70	528757,36	<b>terreno</b>
<b>185</b>	13,56	9795620,13	528757,29	<b>terreno</b>
<b>186</b>	13,48	9795623,15	528757,40	<b>terreno</b>
<b>187</b>	13,82	9795618,12	528780,97	<b>terreno</b>
<b>188</b>	13,75	9795620,42	528780,67	<b>terreno</b>
<b>189</b>	13,73	9795623,82	528780,70	<b>terreno</b>
<b>190</b>	13,13	9795620,29	528707,66	<b>terreno</b>
<b>191</b>	13,07	9795617,46	528707,41	<b>terreno</b>
<b>192</b>	13,16	9795614,36	528707,47	<b>terreno</b>
<b>193</b>	14,09	9795552,92	528739,30	<b>terreno</b>
<b>194</b>	14,20	9795556,20	528739,93	<b>terreno</b>

<b>195</b>	14,13	9795559,45	528739,94	<b>terreno</b>
<b>196</b>	14,60	9795553,98	528761,56	<b>terreno</b>
<b>197</b>	14,72	9795556,74	528761,54	<b>terreno</b>
<b>198</b>	14,64	9795560,91	528761,27	<b>terreno</b>
<b>199</b>	15,36	9795555,40	528785,06	<b>terreno</b>
<b>200</b>	15,44	9795558,78	528785,02	<b>terreno</b>
<b>201</b>	15,30	9795562,77	528784,67	<b>terreno</b>
<b>202</b>	15,91	9795559,60	528797,62	<b>terreno</b>
<b>203</b>	16,23	9795556,88	528808,25	<b>terreno</b>
<b>204</b>	16,27	9795560,38	528808,13	<b>terreno</b>
<b>205</b>	16,17	9795563,71	528808,10	<b>terreno</b>
<b>206</b>	16,53	9795561,76	528817,05	<b>terreno</b>
<b>207</b>	16,89	9795558,16	528826,74	<b>terreno</b>
<b>208</b>	16,88	9795561,95	528826,74	<b>terreno</b>
<b>209</b>	16,71	9795565,33	528826,72	<b>terreno</b>
<b>210</b>	17,34	9795549,55	528827,84	<b>terreno</b>
<b>211</b>	17,96	9795536,80	528828,91	<b>terreno</b>
<b>212</b>	18,53	9795522,61	528829,08	<b>terreno</b>
<b>213</b>	19,05	9795509,07	528829,69	<b>terreno</b>
<b>214</b>	17,66	9795559,87	528846,73	<b>terreno</b>
<b>215</b>	17,64	9795563,74	528847,16	<b>terreno</b>
<b>216</b>	17,38	9795567,21	528847,09	<b>terreno</b>

<b>217</b>	18,09	9795560,62	528864,55	<b>terreno</b>
<b>218</b>	18,07	9795564,63	528864,80	<b>terreno</b>
<b>219</b>	18,03	9795568,24	528864,78	<b>terreno</b>
<b>220</b>	18,30	9795561,63	528880,91	<b>terreno</b>
<b>221</b>	18,39	9795565,17	528880,72	<b>terreno</b>
<b>222</b>	18,33	9795568,36	528880,59	<b>terreno</b>
<b>223</b>	18,45	9795562,76	528895,05	<b>terreno</b>
<b>224</b>	18,53	9795566,04	528894,70	<b>terreno</b>
<b>225</b>	18,55	9795569,18	528894,44	<b>calicata2</b>
<b>229</b>	14,00	9795544,69	528355,90	<b>carretera</b>
<b>230</b>	13,75	9795573,03	528354,49	<b>carretera</b>
<b>231</b>	13,63	9795590,65	528351,51	<b>carretera</b>
<b>232</b>	14,23	9795616,00	528348,94	<b>carretera</b>
<b>233</b>	13,82	9795640,05	528342,78	<b>carretera</b>
<b>234</b>	15,02	9795474,01	528360,52	<b>carretera</b>
<b>235</b>	15,05	9795474,55	528370,62	<b>carretera</b>
<b>236</b>	15,12	9795456,28	528360,70	<b>carretera</b>
<b>237</b>	15,14	9795456,60	528372,11	<b>carretera</b>
<b>238</b>	15,24	9795443,46	528360,79	<b>carretera</b>
<b>239</b>	15,22	9795441,91	528373,26	<b>carretera</b>
<b>240</b>	13,78	9795573,99	528362,62	<b>carretera</b>
<b>241</b>	13,65	9795591,16	528359,04	<b>carretera</b>

<b>242</b>	14,32	9795617,06	528354,60	<b>carretera</b>
<b>243</b>	13,88	9795641,30	528347,85	<b>carretera</b>
<b>244</b>	11,89	9795559,30	528431,97	<b>terreno</b>
<b>245</b>	11,54	9795563,10	528398,57	<b>terreno</b>
<b>246</b>	11,50	9795583,08	528419,90	<b>terreno</b>
<b>247</b>	12,20	9795558,49	528464,25	<b>terreno</b>
<b>248</b>	12,35	9795554,29	528477,37	<b>terreno</b>
<b>249</b>	11,75	9795602,30	528395,64	<b>terreno</b>
<b>250</b>	11,89	9795625,12	528417,15	<b>terreno</b>
<b>251</b>	11,56	9795583,30	528458,60	<b>terreno</b>
<b>252</b>	11,52	9795615,23	528458,16	<b>terreno</b>
<b>253</b>	11,45	9795644,60	528458,18	<b>terreno</b>
<b>254</b>	12,25	9795519,62	528450,22	<b>terreno</b>
<b>255</b>	12,32	9795519,68	528470,59	<b>terreno</b>
<b>256</b>	12,20	9795503,48	528457,01	<b>terreno</b>
<b>257</b>	12,18	9795503,97	528475,15	<b>terreno</b>
<b>258</b>	12,50	9795487,37	528459,71	<b>terreno</b>
<b>259</b>	12,45	9795488,06	528473,51	<b>terreno</b>
<b>260</b>	12,60	9795471,15	528461,40	<b>terreno</b>
<b>261</b>	12,65	9795472,19	528475,30	<b>terreno</b>
<b>262</b>	13,15	9795455,76	528459,68	<b>terreno</b>
<b>263</b>	13,25	9795456,78	528475,24	<b>terreno</b>

<b>264</b>	12,25	9795519,42	528425,48	<b>terreno</b>
<b>265</b>	12,22	9795504,21	528421,44	<b>terreno</b>
<b>266</b>	12,25	9795505,29	528408,29	<b>terreno</b>
<b>267</b>	12,42	9795507,73	528389,31	<b>terreno</b>
<b>268</b>	14,12	9795487,51	528386,44	<b>terreno</b>
<b>269</b>	13,75	9795487,78	528404,81	<b>terreno</b>
<b>270</b>	13,50	9795487,78	528423,32	<b>terreno</b>
<b>271</b>	14,25	9795469,34	528387,87	<b>terreno</b>
<b>272</b>	13,15	9795469,63	528405,36	<b>terreno</b>
<b>273</b>	13,06	9795469,50	528423,29	<b>terreno</b>
<b>274</b>	14,89	9795451,46	528388,47	<b>terreno</b>
<b>275</b>	14,72	9795451,90	528405,31	<b>terreno</b>
<b>276</b>	13,75	9795454,10	528427,28	<b>terreno</b>
<b>277</b>	12,85	9795632,89	528381,08	<b>terreno</b>
<b>278</b>	12,15	9795637,30	528402,80	<b>terreno</b>
<b>279</b>	12,89	9795640,87	528365,11	<b>terreno</b>
<b>280</b>	12,33	9795554,89	528493,72	<b>terreno</b>
<b>281</b>	12,38	9795556,88	528508,71	<b>terreno</b>
<b>282</b>	12,42	9795557,20	528520,01	<b>terreno</b>
<b>283</b>	12,54	9795557,14	528533,51	<b>terreno</b>
<b>284</b>	12,58	9795559,40	528547,84	<b>terreno</b>
<b>285</b>	12,65	9795560,55	528559,23	<b>terreno</b>

<b>286</b>	12,72	9795562,30	528572,95	<b>terreno</b>
<b>287</b>	12,64	9795564,46	528586,08	<b>terreno</b>
<b>288</b>	12,74	9795565,10	528601,17	<b>terreno</b>
<b>289</b>	12,70	9795567,27	528615,33	<b>terreno</b>
<b>290</b>	12,82	9795567,56	528629,16	<b>terreno</b>
<b>291</b>	12,82	9795568,02	528642,88	<b>terreno</b>
<b>292</b>	12,29	9795520,99	528509,61	<b>terreno</b>
<b>293</b>	12,32	9795521,73	528524,82	<b>terreno</b>
<b>294</b>	12,35	9795521,95	528537,02	<b>terreno</b>
<b>295</b>	12,38	9795523,12	528552,87	<b>terreno</b>
<b>296</b>	12,50	9795523,87	528568,75	<b>terreno</b>
<b>297</b>	12,29	9795502,48	528511,16	<b>terreno</b>
<b>298</b>	12,35	9795502,48	528524,25	<b>terreno</b>
<b>299</b>	12,56	9795502,81	528537,66	<b>terreno</b>
<b>300</b>	12,59	9795503,47	528556,02	<b>terreno</b>
<b>301</b>	12,65	9795501,44	528573,24	<b>terreno</b>
<b>302</b>	12,72	9795487,21	528510,75	<b>terreno</b>
<b>303</b>	12,85	9795483,93	528528,07	<b>terreno</b>
<b>304</b>	12,89	9795483,04	528544,18	<b>terreno</b>
<b>305</b>	12,89	9795481,55	528557,91	<b>terreno</b>
<b>306</b>	13,00	9795480,16	528572,40	<b>terreno</b>
<b>307</b>	13,56	9795468,80	528508,45	<b>terreno</b>

<b>308</b>	13,62	9795465,32	528525,49	<b>terreno</b>
<b>309</b>	13,75	9795461,06	528540,01	<b>terreno</b>
<b>310</b>	13,78	9795456,23	528556,08	<b>terreno</b>
<b>311</b>	13,94	9795458,94	528568,86	<b>terreno</b>
<b>312</b>	13,69	9795523,49	528600,27	<b>terreno</b>
<b>313</b>	12,71	9795524,68	528613,19	<b>terreno</b>
<b>314</b>	12,72	9795526,07	528626,91	<b>terreno</b>
<b>315</b>	12,85	9795526,32	528637,98	<b>terreno</b>
<b>316</b>	12,92	9795524,82	528649,63	<b>terreno</b>
<b>317</b>	12,94	9795498,88	528600,42	<b>terreno</b>
<b>318</b>	12,96	9795499,20	528622,23	<b>terreno</b>
<b>319</b>	12,98	9795497,26	528636,13	<b>terreno</b>
<b>320</b>	13,00	9795496,91	528649,28	<b>terreno</b>
<b>321</b>	13,25	9795477,46	528601,79	<b>terreno</b>
<b>322</b>	13,52	9795474,93	528616,71	<b>terreno</b>
<b>323</b>	13,85	9795473,47	528636,82	<b>terreno</b>
<b>324</b>	14,23	9795456,49	528601,02	<b>terreno</b>
<b>325</b>	14,25	9795455,55	528613,94	<b>terreno</b>
<b>326</b>	14,49	9795454,07	528630,22	<b>terreno</b>
<b>327</b>	14,75	9795454,61	528643,14	<b>terreno</b>
<b>328</b>	13,15	9795528,67	528686,24	<b>terreno</b>
<b>329</b>	13,57	9795530,00	528708,51	<b>terreno</b>



<b>330</b>	13,96	9795532,05	528728,15	<b>terreno</b>
<b>331</b>	14,29	9795532,05	528748,24	<b>terreno</b>
<b>332</b>	14,75	9795532,50	528768,79	<b>terreno</b>
<b>333</b>	15,19	9795534,56	528787,29	<b>terreno</b>
<b>334</b>	15,89	9795536,84	528803,96	<b>terreno</b>
<b>335</b>	16,57	9795536,38	528816,06	<b>terreno</b>
<b>336</b>	14,05	9795513,63	528681,89	<b>terreno</b>
<b>337</b>	14,89	9795511,08	528710,73	<b>terreno</b>
<b>338</b>	14,75	9795511,77	528729,81	<b>terreno</b>
<b>339</b>	15,24	9795513,63	528750,28	<b>terreno</b>
<b>340</b>	15,89	9795515,96	528767,26	<b>terreno</b>
<b>341</b>	16,27	9795515,26	528790,76	<b>terreno</b>
<b>342</b>	17,85	9795517,35	528809,60	<b>terreno</b>
<b>343</b>	13,25	9795495,59	528679,20	<b>terreno</b>
<b>344</b>	13,59	9795494,27	528710,88	<b>terreno</b>
<b>345</b>	13,85	9795490,88	528731,36	<b>terreno</b>
<b>346</b>	14,57	9795492,05	528755,42	<b>terreno</b>
<b>347</b>	14,68	9795491,91	528776,36	<b>terreno</b>
<b>348</b>	15,42	9795491,61	528795,22	<b>terreno</b>
<b>349</b>	16,57	9795492,02	528816,90	<b>terreno</b>
<b>350</b>	14,47	9795469,02	528676,48	<b>terreno</b>
<b>351</b>	14,87	9795463,47	528711,91	<b>terreno</b>

<b>352</b>	15,43	9795463,33	528739,28	<b>terreno</b>
<b>353</b>	15,84	9795463,33	528763,60	<b>terreno</b>
<b>354</b>	15,82	9795464,94	528791,73	<b>terreno</b>
<b>355</b>	17,56	9795464,13	528824,07	<b>terreno</b>
<b>356</b>	17,42	9795549,95	528845,94	<b>terreno</b>
<b>357</b>	17,58	9795550,86	528864,62	<b>terreno</b>
<b>358</b>	17,89	9795551,06	528882,20	<b>terreno</b>
<b>359</b>	17,91	9795553,00	528899,59	<b>terreno</b>
<b>360</b>	18,02	9795537,60	528844,65	<b>terreno</b>
<b>361</b>	18,16	9795537,67	528865,08	<b>terreno</b>
<b>362</b>	18,87	9795536,25	528882,72	<b>terreno</b>
<b>363</b>	18,85	9795536,72	528899,97	<b>terreno</b>
<b>364</b>	18,42	9795520,67	528844,84	<b>terreno</b>
<b>365</b>	18,52	9795520,35	528869,39	<b>terreno</b>
<b>366</b>	18,57	9795518,27	528892,65	<b>terreno</b>
<b>367</b>	19,24	9795499,08	528850,18	<b>terreno</b>
<b>368</b>	19,25	9795497,78	528871,64	<b>terreno</b>
<b>369</b>	19,45	9795498,43	528893,59	<b>terreno</b>
<b>371</b>	12,52	9795579,09	528478,61	<b>terreno</b>
<b>372</b>	12,57	9795577,65	528494,60	<b>terreno</b>
<b>373</b>	12,59	9795580,11	528508,94	<b>terreno</b>
<b>374</b>	12,59	9795579,91	528524,52	<b>terreno</b>

<b>375</b>	12,87	9795584,20	528539,27	<b>terreno</b>
<b>376</b>	12,86	9795585,84	528550,34	<b>terreno</b>
<b>377</b>	12,86	9795581,75	528569,60	<b>terreno</b>
<b>378</b>	12,87	9795591,33	528589,56	<b>terreno</b>
<b>379</b>	12,89	9795593,20	528616,21	<b>terreno</b>
<b>380</b>	12,70	9795593,84	528642,01	<b>terreno</b>
<b>381</b>	14,80	9795574,54	528759,04	<b>terreno</b>
<b>382</b>	15,35	9795575,29	528783,56	<b>terreno</b>
<b>383</b>	16,10	9795577,58	528804,49	<b>terreno</b>
<b>384</b>	16,50	9795578,01	528817,33	<b>terreno</b>
<b>385</b>	16,58	9795579,45	528830,04	<b>terreno</b>
<b>386</b>	17,30	9795583,76	528846,61	<b>terreno</b>
<b>387</b>	17,85	9795583,86	528864,48	<b>terreno</b>
<b>388</b>	18,02	9795585,34	528879,08	<b>terreno</b>
<b>389</b>	18,15	9795588,65	528893,83	<b>terreno</b>
<b>390</b>	12,42	9795614,43	528483,28	<b>terreno</b>
<b>391</b>	12,52	9795616,10	528514,02	<b>terreno</b>
<b>392</b>	12,47	9795616,65	528548,52	<b>terreno</b>
<b>393</b>	13,02	9795620,69	528598,93	<b>terreno</b>
<b>394</b>	13,15	9795626,55	528645,25	<b>terreno</b>
<b>395</b>	13,02	9795622,59	528683,76	<b>terreno</b>
<b>396</b>	15,05	9795585,48	528769,72	<b>terreno</b>

<b>397</b>	15,14	9795588,49	528791,73	<b>terreno</b>
<b>398</b>	16,05	9795589,56	528808,94	<b>terreno</b>
<b>399</b>	16,24	9795590,68	528824,23	<b>terreno</b>
<b>400</b>	17,00	9795594,86	528840,99	<b>terreno</b>
<b>401</b>	17,19	9795597,77	528860,82	<b>terreno</b>
<b>402</b>	17,89	9795600,05	528877,06	<b>terreno</b>
<b>403</b>	18,02	9795600,01	528888,45	<b>terreno</b>
<b>404</b>	12,58	9795638,34	528495,10	<b>terreno</b>
<b>405</b>	12,50	9795639,42	528532,85	<b>terreno</b>
<b>406</b>	12,82	9795638,85	528568,42	<b>terreno</b>
<b>407</b>	13,25	9795641,85	528615,50	<b>terreno</b>
<b>408</b>	13,00	9795649,19	528665,59	<b>terreno</b>
<b>409</b>	13,79	9795623,91	528788,98	<b>terreno</b>
<b>410</b>	13,85	9795624,64	528806,39	<b>terreno</b>
<b>411</b>	13,84	9795627,18	528829,25	<b>terreno</b>
<b>412</b>	13,95	9795630,93	528859,13	<b>terreno</b>
<b>413</b>	14,00	9795633,89	528884,37	<b>terreno</b>
<b>414</b>	13,05	9795649,38	528752,04	<b>terreno</b>
<b>415</b>	13,15	9795650,75	528777,85	<b>terreno</b>
<b>416</b>	13,45	9795653,60	528811,35	<b>terreno</b>
<b>417</b>	13,42	9795655,81	528841,81	<b>terreno</b>
<b>418</b>	13,12	9795658,95	528870,26	<b>terreno</b>

<b>419</b>	12,15	9795676,55	528748,73	<b>terreno</b>
<b>420</b>	12,45	9795677,85	528776,88	<b>terreno</b>
<b>421</b>	12,75	9795680,25	528811,46	<b>terreno</b>
<b>422</b>	12,74	9795681,74	528841,05	<b>terreno</b>
<b>423</b>	12,68	9795684,35	528879,32	<b>terreno</b>
<b>424</b>	18,24	9795478,04	528851,78	<b>terreno</b>
<b>425</b>	18,25	9795470,92	528879,75	<b>terreno</b>
<b>426</b>	18,47	9795475,14	528895,05	<b>terreno</b>

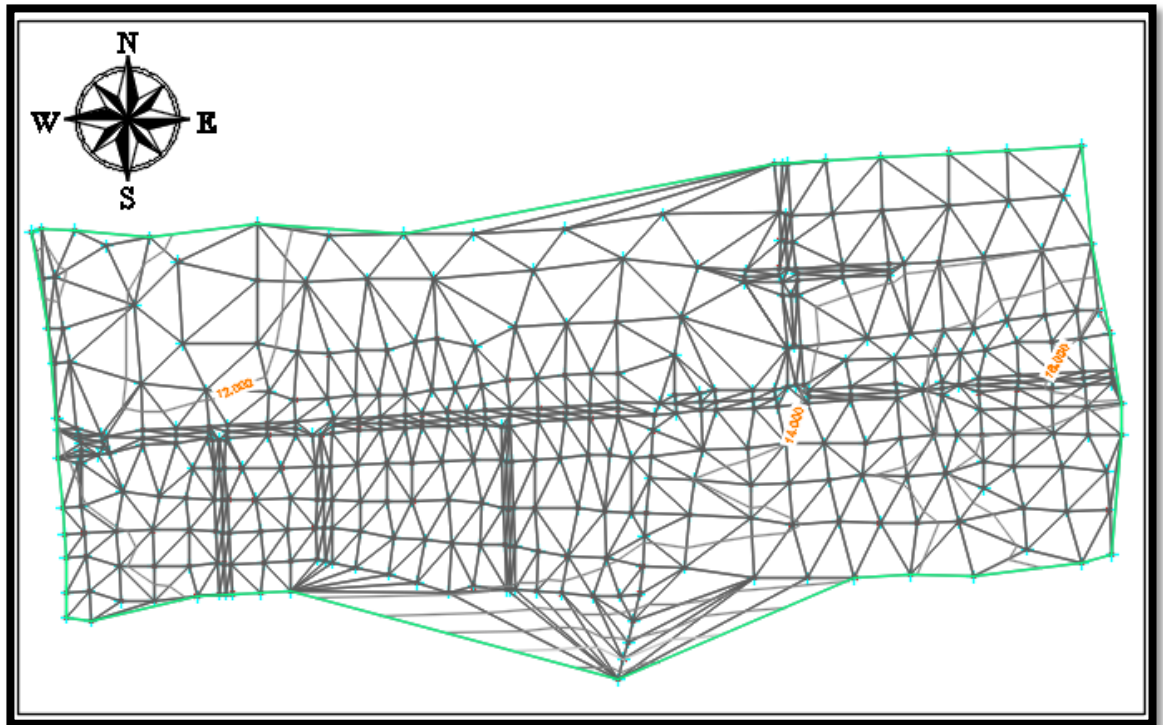
**Tabla X** Puntos Topográficos

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

### 6.2.3 ELABORACIÓN DEL PLANO TOPOGRÁFICO

- *Migración de puntos topográficos.*- Obtenidos del área de estudio a un programa de diseño como es AUTOCAD CIVIL 3D, almacenamiento, configuración de archivo de coordenadas de acuerdo a un formato predeterminado, importación al programa, configuración de la escala y puntos, y presentación preliminar en el modelo.

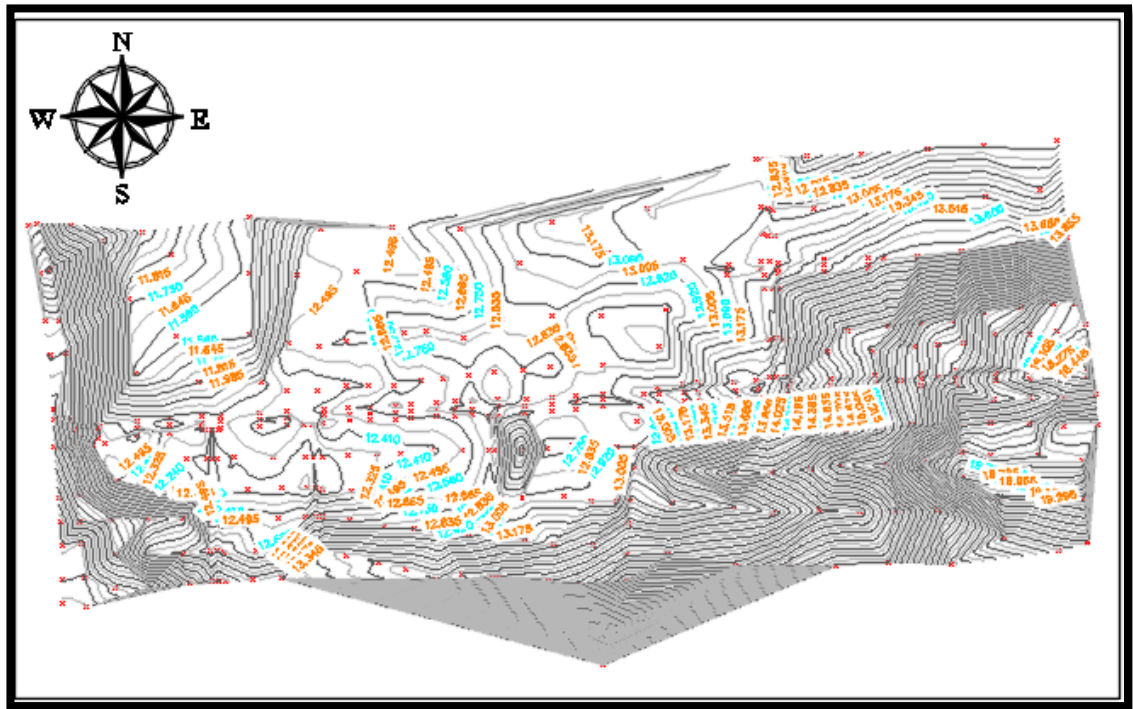
- *Correlacionar los datos topográficos obtenidos con la cota inicial o punto base.*- Con el fin de realizar un mapa topográfico de coordenadas reales completo de la Carretera Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.
- *Triangulación de puntos.*- Se desarrolla la configuración de los parámetros de diseño en el modelo creado, delimitación de zonas de interés y la correlación de puntos topográficos para la obtención de las diferentes curvas de nivel cada 0.5 y 1 metro.
- *Verificación de los datos, curvas de nivel.*- Se agregan caracteres finales como grilla de coordenadas, simbología, estilos de puntos y líneas, etc. y se genera el Plano Topográfico de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.



**Figura 19.-** Triangulación de Puntos Topográficos

**Fuente:** Leandro Recalde Loo

Una vez que se es generada la triangulación de los puntos se proceden a realizar las curvas de nivel a criterio del diseñador. Para este se genera curvas de nivel cada 0.17 metros las curvas mayores y cada 0.085 metros las curvas menores, de tal formas se obtiene un plano topográfico correspondiente.



**Figura 20.-** Plano Topográfico con Curvas de Nivel 0.085 a 0.17 metros

**Fuente:** Leandro Recalde Loor

Una vez realizado el plano topográfico se procede a diseñar la carretera de la Cabecera Principal, ubicando las zonas de drenajes y una mejor morfología del suelo. El plano topográfico muestra las zonas elevadas y zonas planas del área de estudio en conjunto con el camino lastrado existente en área de estudio.

En base a los datos obtenidos en campo e implementando las herramientas del programa denominado AutoCAD Civil 3D 2014 se realizó el Mapa Topográfico de la zona de estudio.



Adicionalmente se crearon mediciones de distancias, direcciones, ángulos entre las puntas y las elevaciones de puntas definidas en los puntos más altos de la zona de estudio para la elaboración de levantamientos hidrográficos.

El plano topográfico: “Área de Implementación de la Carretera Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto” generado a escala 1:1000.

Cuando el proyecto se encuentre en su fase de operación y construcción, se recomienda actualizar el Mapa Topográfico a medida que se modifiquen los movimientos de tierra debido a la construcción.

### **6.3 ESTUDIO GEOLÓGICO**

En base a este estudio se han determinado los datos geológicos suficientes de la actividad específica; obteniendo información útil para el diseño, reconstrucción y el mantenimiento de las vía de acceso de la Cabecera Parroquial de Manglaralto.

Se pretende en esta sección, describir los tipos de materiales presentes a lo largo de la carretera, información geológica y localización de posibles sitios que puedan servir como fuentes de materiales para la construcción.

Los estudios geológicos realizados en el área donde se emplazará el diseño de la carretera principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto, Santa Elena revisten una capital importancia teniendo en cuenta que el conocimiento de las propiedades físicas, mecánicas e hídricas de los suelos, la estimación de su permeabilidad, y la capacidad portante, entre otros aspectos, servirán para determinar las características de la base y sub-base de la carretera a diseñarse, así como optimizar múltiples consideraciones en la construcción de la obra.

El conocimiento en detalle de la geología del terreno en el sector de estudio permitirá realizar el diseño y construcción de la obra con mayor calidad, lo que viabilizará que se obtengan mejores índices técnicos económicos, tanto en el período de construcción y operación, como en las labores de mantenimiento y clausura.

La geología local existente en la zona de estudio está caracterizada por materiales de la Formación Cayo y el grupo Azúcar, el ambiente geológico de la zona, permite promover qué tipos de mineralizaciones y clases de yacimientos se podrían localizar importantes acumulaciones de titanio-magnetita.

## **FORMACIÓN CAYO (CRETÁCICO SUPERIOR)**

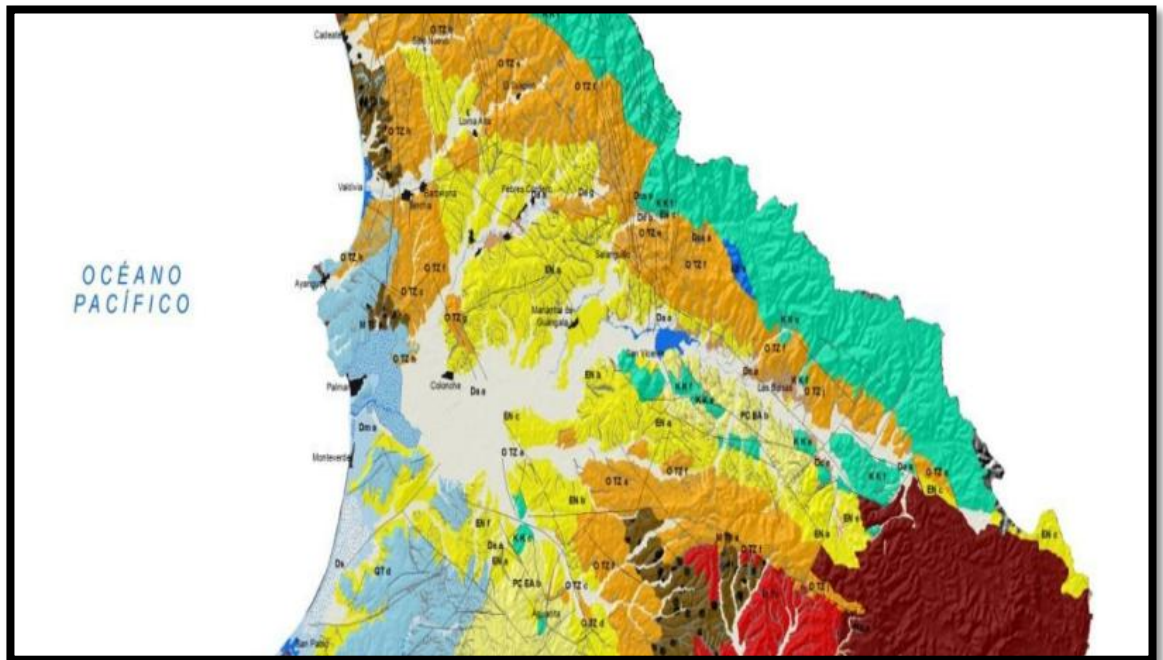
La Formación Cayo pertenece al Cretácico Superior, algunos tipos de rocas durante su formación se enriquecieron del mineral zeolita y el afloramiento de estos yacimientos representa un rubro minero importante a desarrollarse en el futuro debido a la variedad de aplicaciones y usos que tiene este mineral ya sea como fertilizantes, filtros de agua, alimento balanceado para animales, para cargas como pintura y como material descontaminante de las aguas residuales.

Ocupa 40.172 hectáreas que representan el 11% del territorio. Constituye la cordillera Chongón Colonche y está conformada de areniscas verdes de grano fino a medio y grawvacas con intercalación de lutitas verdes y calcarenitas gris oscuras bien estratificadas.

## **GRUPO AZÚCAR (PERIODO TERCIARIO)**

El Grupo Azúcar está compuesto por las capas Engabao, Azúcar y Estancia, los mismos que fueron dados por geólogos pertenecientes a la IEPC (en Small, 1962) ya que son rocas que afloran comúnmente en los alrededores del poblado y cerro del mismo nombre.

Es la formación más antigua del período Terciario. Es conocida por su antigüedad ya que se ubica a finales de la edad del Eoceno y en todo el Paleoceno donde representa el 8% del territorio provincial con aproximadamente 29.600 hectáreas y se encuentra constituido por areniscas de fina a media muy dura color marrón con intercalaciones de arena y arcilla y en otros casos con conglomerados algo ferruginizados, se llegan a encontrar también lutitas y limolitas, dependiendo el lugar.



**Figura 21.-** Mapa Geológico Parroquia de Manglaralto

**Fuente:** Plan de Ordenamiento y Desarrollo de la Parroquia de Manglaralto

## 6.4 Determinación de los parámetros geotécnicos

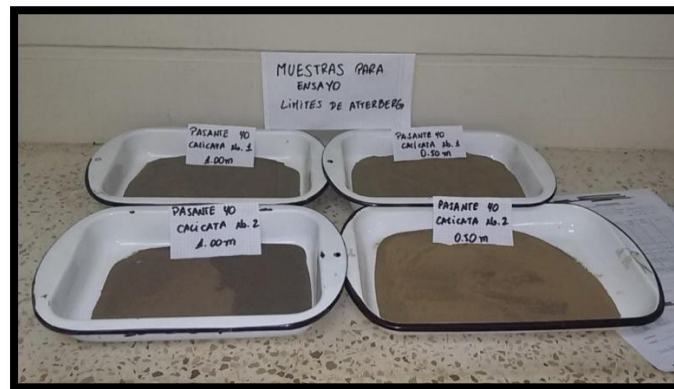
Una vez ya llevadas las muestras al laboratorio se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Humedad
- Ensayo de Compactación (Norma ASTM D 1557 / AASHTO T 180-01)
- Ensayo de CBR

### 6.4.1 Límites de Atterberg y Humedad.

La humedad de un suelo ocasiona que este posea en gran cantidad partículas finamente divididas. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante de comportamientos diferentes del material. Cuando el contenido de agua es muy elevado, el suelo no tiene resistencia al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia.

El límite líquido y plástico indica que tan compresible puede ser el suelo. Para esto se procedió a tamizar las muestras y trabajar con el pasante 40 para el respectivo ensayo.



**Figura 22.-** Tamizado de las muestras para ensayo Límites de Atterberg.

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 23.-** Ensayo Límites de Atterberg

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Los datos obtenidos en Laboratorio una vez ensayadas las muestras y con el correcto análisis mediante el empleo de fórmulas y cálculos pertinentes para las Calicatas 1, y 2, respectivamente tomadas a **0.50m** de profundidad son:

**Calicata 1.**

<b>Realizó:</b>	<b>Leandro Recalde Loor</b>	
<b>Calicata #</b>	1	
<b>Muestra #</b>	1 (color café claro)	
<b>% de Humedad</b>	8.67	
<b>Profundidad(m)</b>	0.5	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
33.5	20.3	13.1

**Tabla XI** Resultados Límites de Atterberg Calicata No. 1 (0.50m)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

**Calicata 2.**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde Loor</b>	
<b>Calicata #</b>	2	
<b>Muestra #</b>	1 (color café claro)	
<b>% de Humedad</b>	7.69	
<b>Profundidad(m)</b>	0.5	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
25.7	15.7	9.9

**Tabla XII** Resultados Límites de Atterberg Calicata No. 2 (1.00m)**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Por otro lado los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente tomadas a **1m** de profundidad son:



**Calicata 1.**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde Loor</b>	
<b>Calicata #</b>	1	
<b>Muestra #</b>	2 (color café oscuro)	
<b>% de Humedad</b>	15.32	
<b>Profundidad(m)</b>	1	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
46.6	20	26.6

**Tabla XIII** Resultados Límites de Atterberg Calicata No.1 (1.00m)**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor**Calicata 2.**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde Loor</b>
<b>Calicata #</b>	2
<b>Muestra #</b>	2 (color café oscuro)
<b>% de Humedad</b>	10.5

<b>Profundidad(m)</b>	1	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
28.8	14.7	14.1

**Tabla XIV** Resultados Límites de Atterberg Calicata No.2 (1.00m)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Se clasificaron los tipos de suelo por límites de Atterberg, mediante la carta de plasticidad de Casagrande para cada calicata:

Nº	Profundidad	Humedad (%W)	comportamiento	Tipo de suelo
1	0.5 m	8.67	plasticidad media	arcilloso inorgánico
2	0.5 m	7.69	no cohesivo	Limo inorgánico
1	1.0 m	15.32	plasticidad media	arcilloso inorgánico
2	1.0 m	10.5	no cohesivo	arena

**Tabla XV** Tabla de Resúmenes de los suelos a 0.50 m y a 1.00 m

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

#### 6.4.1.1 Granulometría.

Para un análisis de granulometría, el tamizado puede llegar a definirse como la habilidad de identificar partículas de una muestra en términos de su capacidad o incapacidad que se observan al pasar a través de un orificio de dimensiones regulares bajo estrictas normas empleadas en Laboratorio. Para esto se procedió al respectivo cuarteo de la muestra para tomar la más representativa.



**Figura 24.-** Toma más representativa de muestra mediante cuarteo de la misma.

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Se procedió a tamizar las muestras obtenidas en campo, Calicata No1 (0.50 m y 1.00) y Calicata No.2 (0.50m y 1.00m)



**Figura 25.-** Tamizado de las muestras en las 2 Calicatas.

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

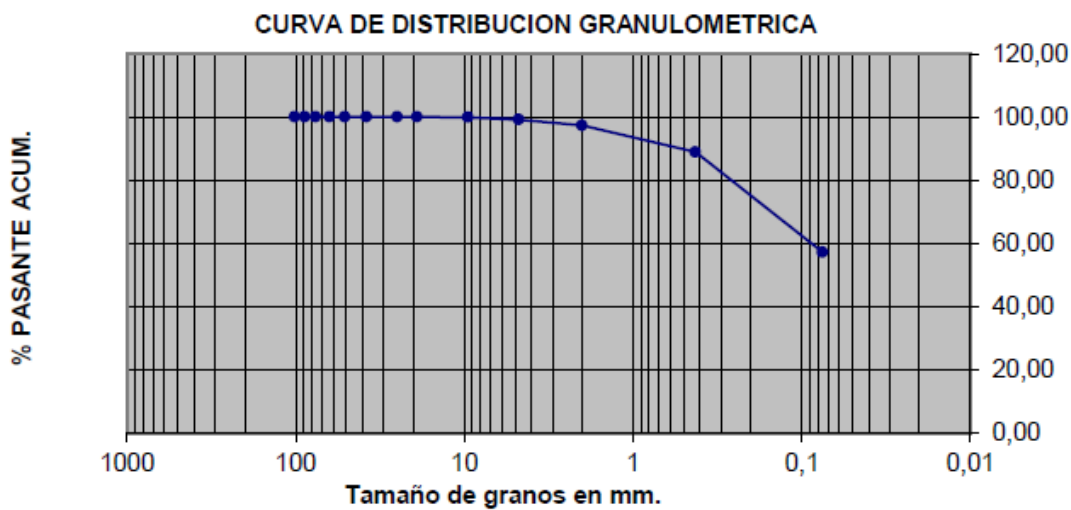
Los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente tomadas a 0.50m de profundidad son:

**Calicata 1**

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.	Especificaciones Mejoramiento (MOP 402-2)
INEN (mm)	ASTM				
101	4"			100,00	100
88	3 1/2"			100,00	
76	3"			100,00	
63	2 1/2"			100,00	
51	2"			100,00	
38	1 1/2"			100,00	
25	1"			100,00	
19	3/4"			100,00	
9,5	3/8"		4,0	99,82	
4,75	# 4		18,5	99,16	
2	# 10		59,8	97,29	
0,425	# 40		245,1	88,87	
0,075	# 200		943,8	57,15	<20%

**Tabla XVI** Resultados Granulometría Calicata No.1 (0.50 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 26.-** Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.1 (0.50 m.)

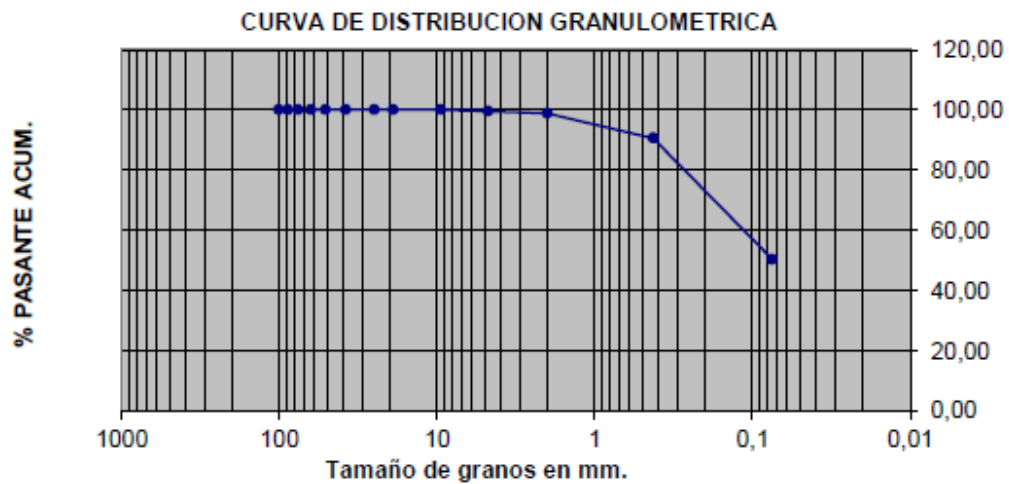
**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

## Calicata 2.

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.	Especificaciones Mejoramiento (MOP 402-2)
INEN (mm)	ASTM				
101	4"			100,00	100
88	3 1/2"			100,00	
76	3"			100,00	
63	2 1/2"			100,00	
51	2"			100,00	
38	1 1/2"			100,00	
25	1"			100,00	
19	3/4"			100,00	
9,5	3/8"		1,3	99,94	
4,75	# 4		11,3	99,51	
2	# 10		27,7	98,80	
0,425	# 40		218,0	90,59	
0,075	# 200		1150,2	50,35	<20%

**Tabla XVII** Resultados Granulometría Calicata No.2 (0.50 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 27.-** Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.2 (0.50 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

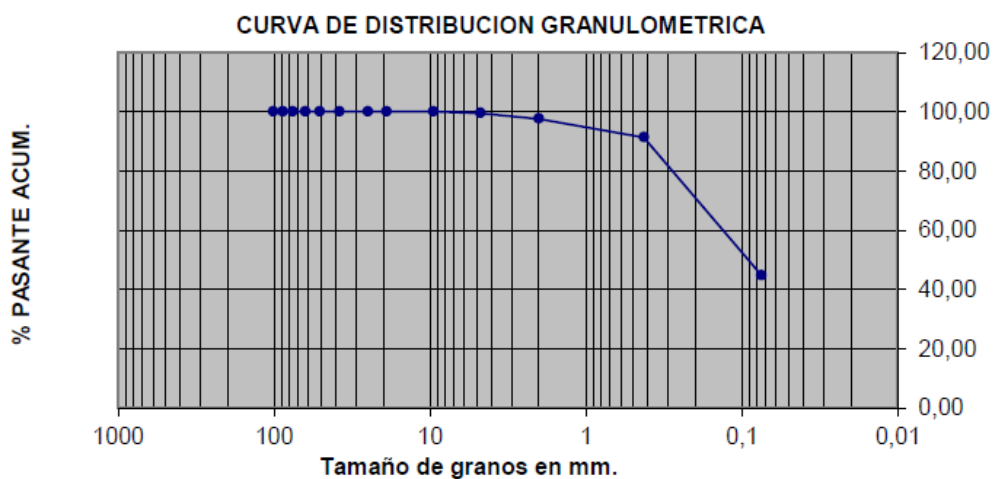
Los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente tomadas a 1m de profundidad son:

**Calicata 1**

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.	Especificaciones Mejoramiento (MOP 402-2)
INEN (mm)	ASTM				
101	4"			100,00	100
88	3 1/2"			100,00	
76	3"			100,00	
63	2 1/2"			100,00	
51	2"			100,00	
38	1 1/2"			100,00	
25	1"			100,00	
19	3/4"			100,00	
9,5	3/8"			100,00	
4,75	# 4		4,0	99,49	
2	# 10		18,9	97,57	
0,425	# 40		67,6	91,32	
0,075	# 200		430,6	44,72	<20%

**Tabla XVIII** Resultados Granulometría Calicata No.1 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 28.-** Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.1 (1.00 m.)

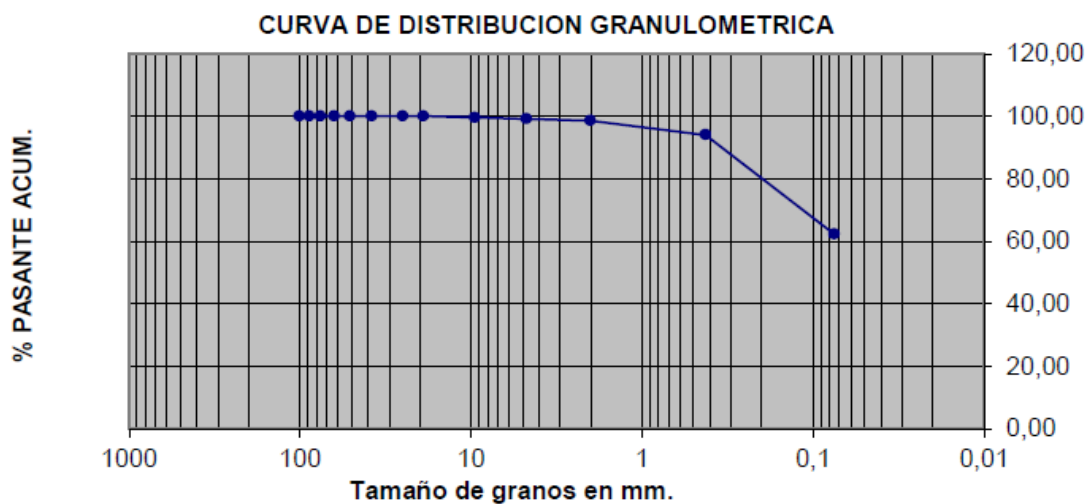
**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

**Calicata 2**

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.	Especificaciones Mejoramiento (MOP 402-2)
INEN (mm)	ASTM				
101	4"			100,00	100
88	3 1/2"			100,00	
76	3"			100,00	
63	2 1/2"			100,00	
51	2"			100,00	
38	1 1/2"			100,00	
25	1"			100,00	
19	3/4"			100,00	
9,5	3/8"		12,5	99,55	
4,75	# 4		22,5	99,20	
2	# 10		38,6	98,62	
0,425	# 40		167,1	94,03	
0,075	# 200		1058,0	62,23	<20%

**Tabla XIX** Resultados Granulometría Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 29.-** Curva de Distribución Granulométrica Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



#### 6.4.1.2 Ensayo de Compactación (Norma ASTM D 1557 / AASHTO T 180-01)

Se determina la relación entre la humedad y el peso unitario de los suelos compactados en un molde de un tamaño dado con un martillo de 2.5 kg (5.5 lb.) que cae desde una altura de 305 mm (12"). (Públicas, 2013)

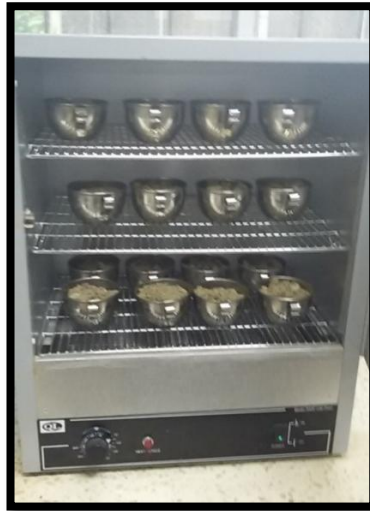
Este método de ensayo se emplea para la determinación rápida del peso unitario máximo y de la humedad óptima de una muestra de suelo empleando una familia de curvas y un punto.



**Figura 30.-** Ensayo de Compactación

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loo

Además procedemos a realizar el ensayo de humedad para saber la cantidad presente en nuestra muestra y compararla con la compactación.



**Figura 31.-** Colocación de muestras al Horno

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



**Figura 32.-** Secado de las Muestras en horno

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente tomadas a **0.50m** de profundidad son:

### **Calicata 1**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L</b>
<b>Calicata #</b>	1
<b>Profundidad(m)</b>	0.5
<b>DENSIDAD MAXIMA (Kg/m3)</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>
1722	14.8

**Tabla XX** Resultados Ensayo Compactación Calicata No.1 (0.50 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loo

### **Calicata 2**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L</b>
<b>Calicata #</b>	2
<b>Profundidad(m)</b>	0.5
<b>DENSIDAD MAXIMA (Kg/m3)</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>
<u>1795</u>	<u>15</u>

**Tabla XXI** Resultados Ensayo Compactación Calicata No.2 (0.50 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loo

Los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente tomadas a **1.00 m** de profundidad son:

### **Calicata 1**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L</b>
<b>Calicata #</b>	1
<b>Muestra #</b>	2 (café oscuro)
<b>Profundidad(m)</b>	1
<b>DENSIDAD MAXIMA (Kg/m3)</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>
1657	16.7

**Tabla XXII** Resultados Ensayo Compactación Calicata No.1 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Looor

### **Calicata 2**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L</b>
<b>Calicata #</b>	2
<b>Muestra #</b>	2 (café oscuro)
<b>Profundidad(m)</b>	1
<b>DENSIDAD MAXIMA (Kg/m3)</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>

1810	15.2

**Tabla XXIII** Resultados Ensayo Compactación Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

#### **6.4.1.3 Ensayo de CBR.**

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), calcula la resistencia al esfuerzo cortante de un determinado suelo y logra evaluar la calidad del terreno para sub-rasante, sub base y base en carreteras.

Este ensayo logra medir la carga requerida para penetrar un pistón de dimensiones conocidas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo que con anterioridad ha sido sumergida en agua durante cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento. Los datos obtenidos en Laboratorio para las Calicatas 1 y 2, respectivamente son:

**Calicata 1**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L.</b>
<b>Calicata #</b>	1
<b>Muestra #</b>	2
<b>Profundidad(m)</b>	1
<b>Densidad Máxima (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1657
<b>Humedad Óptima (%)</b>	16.7

**Tabla XXIV** Resultados A Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.)**Elaborado por:** Leandro Recalde Looor

<b># GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>10</b>
	<b>ANTES DE LA INMERSION</b>		
<b>HUMEDAD (%)</b>	15.7	15.9	15.7
	<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>		
<b>HUMEDAD (%)</b>	26.4	23.4	24.2
	<b>HINCHAMIENTO</b>		
<b>HINCHAMIENTO %</b>	1,228	0.976	0.880

**Tabla XXV** Resultados B Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.)**Elaborado por:** Leandro Recalde Looor

		<b>CBR (%)</b>
<b>Densidad Máxima Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1657	3.2
<b>Densidad Máxima Seca 95% (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1574.15	2.7
<b>CBR MENOR (%)</b>		<b>3.2</b>

**Tabla XXVI** Resultados C Ensayo CBR Calicata No.1 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

**Calicata 2**

<b>Realizó</b>	<b>Leandro Recalde L.</b>
<b>Calicata #</b>	2
<b>Muestra #</b>	2
<b>Profundidad(m)</b>	1
<b>Densidad Máxima (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1810
<b>Humedad Óptima (%)</b>	15.2

**Tabla XXVII** Resultados A Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

<b># GOLPES</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>10</b>
	<b>ANTES DE LA INMERSION</b>		
<b>HUMEDAD (%)</b>	13	13.6	14.6
	<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>		
<b>HUMEDAD (%)</b>	19.7	19.4	21.4
	<b>HINCHAMIENTO</b>		
<b>HINCHAMIENTO %</b>	0	0.502	0.524

**Tabla XXVIII** Resultados B Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

		<b>CBR (%)</b>
<b>Densidad Máxima Seca (kg/m3)</b>	1810	4
<b>Densidad Máxima Seca 95% (Kg/m3)</b>	1719.5	2.5
<b>CBR MENOR (%)</b>	<b>2.5</b>	

**Tabla XXIX** Resultados C Ensayo CBR Calicata No.2 (1.00 m.)

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor



A lo largo de la vía principal se tiene un CBR promedio, el mismo que fue calculado por los 2 datos de ensayo de California Bearing Ratio, obtenidos cada uno en diferentes calicatas.

<b>NOMBRE DE CALICATA</b>	<b>% CBR</b>
<b>CALICATA 1</b>	3.2
<b>CALICATA 2</b>	2.5
<b>CBR MENOR</b>	<b>2.50 %</b>

**Tabla XXX** Elección del CBR menor para el diseño

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

En consecuencia para el espesor de la capa de mejoramiento de la subrasante el **NEVI -12 en Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes en el Volumen 3**, determina que en casos especiales donde las características del suelo y humedad lo permitan para CBR menores al 10%, asumir un espesor mínimo de 25 cm del material de mejoramiento en la carretera.

En el suelo existente según los Límites de Atterberg predominan las arcillas inorgánicas, y suelos no cohesivos de partículas relativamente grandes como

es el caso de los limos y arenas. Donde se tendrá que excavar 20 cm de suelo y colocar un material de mejoramiento de espesor de 40 cm, debido a las condiciones no adecuadas que se ofrecen donde el CBR es de 2.50 %.

Se calcula el volumen total del material de mejoramiento en la vía de acceso al Relleno Sanitario Manual de la Cabecera Parroquial. Se conoce además que la longitud total de la vía a diseñarse es de 528 metros de longitud y el ancho de calzada de 7 metros. Por lo tanto se obtiene:

$$\text{Volúmen de Material de Mejoramiento} = \text{Vol. M. Mej.}$$

$$\text{Vol. M. Mej.} = \text{espesor min} * \text{long. total} * (\text{ancho min calzada})$$

$$\text{Vol. M. Mej.} = 0.40 * 528 * (7)$$

$$\text{Volúmen de Material de Mejoramiento} = \mathbf{1478.40 \text{ metros cúbicos}}$$

# CAPÍTULO 5

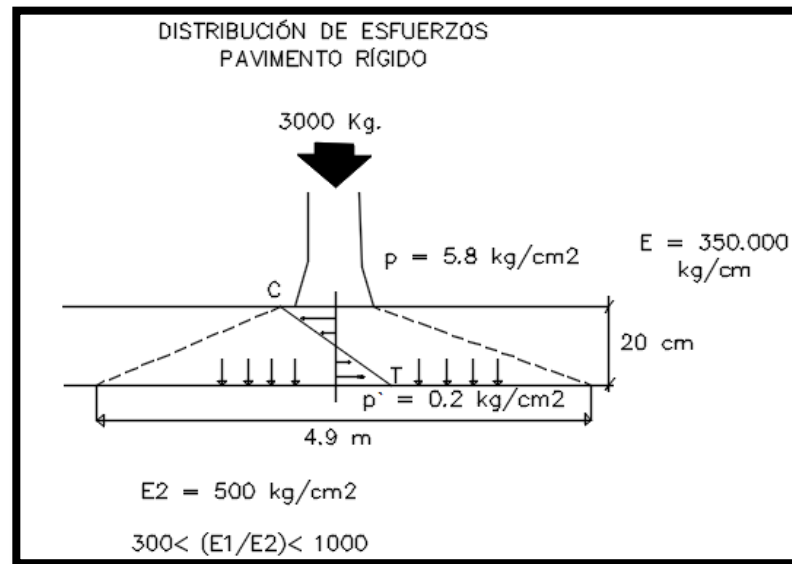
## 7. ALTERNATIVAS DE TIPOS DE VÍA POSIBLES Y ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA CONVENIENTE

### 7.1 Alternativa 1.- Pavimento Rígido: Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)

**Pavimentos Rígidos.-** son conocidos por la elevada rigidez de una losa de hormigón hidráulico donde se apoya toda su capacidad estructural, la misma que trabaja a flexión bajo la acción de las cargas impuestas por los agentes atmosféricos y el tránsito.

Gracias a su considerable rigidez en la losa, la carga que es ejercida por el tránsito se distribuye por medio de un área grande, consistiendo estas en

tensiones unitarias transmitidas por la losa a la sub-base o a la subrasante muy pequeñas.



**Figura 33.-** Distribución de Esfuerzos en Pavimentos Rígidos

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Debido a esto, el factor con más relevancia en lo que consiste a la capacidad estructural de un pavimento rígido es la resistencia estructural del hormigón, en contraposición con el pavimento flexible en el cual la resistencia de la subrasante hace un papel fundamental.

El tránsito debe circular directamente sobre la superficie de las losas en lo que respecta a pavimentos rígidos, esto es debido a que el hormigón hidráulico es un material con la capacidad de resistir satisfactoriamente el efecto de las cargas del tránsito directamente, incluido todo el tráfico intenso pesado y los esfuerzos horizontales producidos por el frenado de los vehículos y la tracción

en las rampas y las zonas de las intersecciones, donde además se producen cargas estáticas.

**Capa de sub-base.-** a pesar de no ser un requerimiento indispensable para el diseño de pavimentos rígidos el uso de sub- base, esta permite garantizar todo el trabajo que consiste en las hipótesis de cálculo de los espesores de las losas. La capa de sub- base certifica un apoyo uniforme y estable a las losas, facilitando el drenaje superficial cuando son permeables, por medio de este método se evita la salida de los finos a través de las juntas. Cuando la sub-base es de características permeables, esta debe de extenderse hasta los taludes.

### **7.1.1 Introducción**

En el Pavimento Rígido con Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP), es considerado un hormigón de consistencia dura, sin irregularidades en el cono de Abrams que es situado y compactado, utilizando el mismo equipo para la construcción de pavimentos asfálticos.

Se utiliza un método racional de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de uso vial que se basa en las normativas más actuales en el ámbito

latinoamericano e internacionales. Este método toma en cuenta el real comportamiento del Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) tanto como a fatiga como a flexión.

Se ha tomado en cuenta todos los parámetros necesarios para no minimizar o poner en riesgo el rigor científico de la propuesta, donde se fundamenta el simple hecho de poseer ventajas básicas para la construcción: economía, flexibilidad, resistencia y rapidez.

### **Propiedades del Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)**

El módulo de elasticidad, el módulo de rotura a flexión y comportamiento a fatiga, son las principales características del Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP), al momento de la elección de su espesor. En el caso que no se tengan dichas cantidades se procede a utilizar las relaciones empíricas a función de la resistencia a tracción por compresión diametral, o de la resistencia a compresión del pavimento, instituyendo lo siguiente:

#### **Módulo de Rotura a Flexión**

En comparación entre el módulo de rotura a flexión de un hormigón convencional al módulo de rotura a flexión de un Hormigón Compactado con

Pavimentadora (HCP), este segundo módulo de rotura resulta superior. Esto es debido a que se han encontrado valores que varían de acuerdo a la cantidad de cemento que posee, desde 3.5 MPa hasta algo más de 5.0 MPa a la edad de 28 días.

La relación que se emplea mediante la técnica europea, y que se ha introducido en Latinoamérica, relaciona la resistencia a tracción por compresión diametral y la resistencia a flexión a la edad de 28 días, mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_f = C_1 * \sigma_t$$

Siendo:

$\sigma_f$  = La resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma_t$  = La resistencia a tracción por compresión diametral, en MPa;

$C_1$  = Constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del HCP y cuyo valor puede variar entre 1.25 y 1.67

La norma norteamericana dicta que en base a los resultados de ensayos sobre testigos calados y vigas pertenecientes a tramos de HCP en servicio, la

siguiente relación empírica entre la resistencia a compresión y a flexión a la edad de 28 días:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Siendo:

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma'_b$  = La resistencia a compresión, en MPa;

$C_2$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del hormigón y cuyo valor es aproximadamente 0.74.

Estas relaciones empíricas se determinaron en base a un número de mezclas del Hormigón Compactado por Pavimentadora (HCP), estos valores calculados con anterioridad serán de mayor importancia para el diseño vial, ya que se deberán realizar ensayos sobre las muestras del HCP tomada para obtener los valores reales de sus propiedades.

### **Comportamiento a fatiga**

De la misma manera que el hormigón convencional está sujeto a los efectos de la fatiga, de igual forma el Hormigón Compactado por Pavimentadora (HCP), todas las investigaciones que se han realizado hasta el momento han



dado un valor de comportamiento a la fatiga favorable para los pavimentos HCP en comparación con los pavimentos de hormigón convencional.

Luego de comparar todos los resultados obtenidos, se procede a determinar la siguiente expresión:

$$SR = 1.20 - 0.10 \log N \quad \text{para } N \geq 100$$

$$SR = 1.0 \quad \text{para } N < 100$$

Siendo:

$SR$  = la relación entre la tensión debida a la carga y el módulo de rotura a flexión del HCP

$N$  = el número de repeticiones de las cargas

En el caso que fuera que el pavimento se encuentre solicitado por tránsito mixto se deberá calcular el “consumo de fatiga” producido por cada grupo de cargas de rueda.

### **Módulo de Elasticidad**

El valor del módulo de Elasticidad se basa en los estudios realizados hasta el momento, el cual determina que el dicho valor es algo inferior al valor de un hormigón convencional de igual resistencia a la compresión. En caso de no encontrarse con ensayos referidos a un pavimento en particular, se recomienda adoptar como primera aproximación, la siguiente relación empírica:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Siendo:

$\sigma'_b$  = la resistencia a la compresión, del HCP, en MPa

$C_3$  = constante cuyo valor varía entre 4600 a 5200 según las diferentes mezclas ensayadas.

### **7.1.2 Especificaciones de Diseño de un Hormigón Compactado por Pavimentadora (HCP)**

#### **Procedimiento para el Diseño del Espesor**

Siguiendo los pasos a continuación, se logrará determinar el espesor de un pavimento de HCP:

1. Valor soporte de la subrasante (o de la combinación de sub-base y subrasante)
2. Características del vehículo (o de los diferentes vehículos)
  - Cargas de rueda
  - Separación entre ruedas
  - Presión de inflado de los neumáticos
3. Número de repeticiones de las cargas esperable durante la vida útil de diseño.
4. Módulo de Rotura a flexión del HCP ( $\sigma_f$ )
5. Módulo de Elasticidad (E)

### Valor soporte de la subrasante

El valor de soporte de la capa de subrasante, toma un valor muy significativo en el caso de pavimentos de HCP por razones constructivas, esto se debe a los enormes pesos de los equipos de construcción, debido a que no se llega a una densidad requerida o se contamina con el material de la subrasante, en el caso de que esta tenga una baja capacidad de soporte. Por tal razón siempre es recomendable la construcción de una sub-base que haga la función de plano constructivo sólido.

En lo que respecta a algunas recomendaciones internacionales se detalla que la capa de base tiene que ser una capa anticongelante, consistente en una bien graduada grava partida de 75 mm. de tamaño máximo.

Para el diseño de pavimentos de carreteras, caminos y calles suelen usarse los valores del módulo "k" de la subrasante indicados en la siguiente tabla.

<b>k (MPa/m)</b>	<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Comportamiento</b>
28	limo y arcilla	satisfactorio
55	arenoso	bueno
83	grava arenosa	excelente

**Tabla XXXI** Valores del módulo "k" de la subrasante**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Cuando el proyecto especifique la utilización de una sub-base tratada con cemento, el valor de "k " se incrementará de acuerdo con lo especificado en la Tabla que se presenta a continuación.

Valor "k" de la subrasante (MPa/m)	Valor "k en función del espesor de la sub-base tratada con cemento, en MPa/m		
	0.10 m	0.125 m	0.150 m
28	84	112	140

**Tabla XXXII** Valores del módulo "k" de la subrasante**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Mientras que cuando se emplee una sub- base granular, no cementada, el valor de "k " se incrementará de acuerdo con los valores dados en la siguiente tabla.

Valor "k" de la subrasante (MPa/m)	Valor "k en función del espesor de la sub-base granular, en MPa/m			
	0.10 m	0.15 m	0.225 m	0.30 m

28	38	41	47	56
55	64	67	78	78
83	93	96	107	125

**Tabla XXXIII** Valores del módulo “k” en función de la Sub-Base granular no cementada

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

### **Cargas Vehiculares**

Los datos del cálculo del tráfico esperado en el diseño de una carretera son muy importantes para la determinación de un pavimento, a esto se deberá conocer el valor de las magnitudes de las cargas de rueda, la frecuencia de operación de los vehículos con mayor peso y la configuración de las ruedas que se desplazarán a lo largo del pavimento.

Para el cálculo del mismo se procederá a utilizar la siguiente expresión:

$$a = \left( \frac{P}{p * \pi} \right)^{0.5}$$

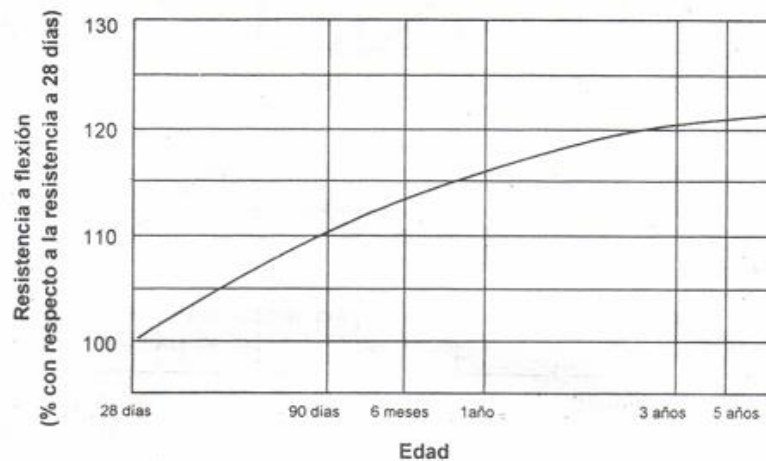
Siendo:

$P$  = la carga de rueda, en MPa.

$p$  = la presión de inflado del neumático, en MPa.

### Estimación del módulo de rotura a flexión, para edades mayores a 28 días

Para el diseño se propone el valor del módulo de rotura a flexión a la edad de 28 días. En casos especiales (para pavimentos industriales, aeropuertos, etc.) se puede definir una edad superior, por ejemplo 90 días. En el gráfico de la figura que se muestra a continuación se propone una forma de estimar el módulo de rotura a flexión a edades superiores, en función del valor a 28 días.



**Figura 34.-** Relación entre la resistencia a flexión y la edad del HCP

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

**Tensión admisible del pavimento ( $\sigma_{f_{adm}}$ )**

El número de repeticiones de las cargas de rueda de diseño dará como resultado la tensión admisible del pavimento, ya que es un valor esperado durante el periodo proyectado de vida útil.

Una vez obtenido el valor SR se puede determinar la tensión admisible del pavimento con la siguiente expresión:

$$\sigma_{f_{adm}} = SR * \sigma_f$$

Siendo:

$\sigma_{f_{adm}}$  = la tensión admisible de flexión, en MPa.

$\sigma_f$  = el módulo de rotura a flexión a la edad de 28 días, en MPa.

### **Determinación de los espesores del pavimento de HCP**

El proceso de determinación de los espesores del pavimento del HCP consiste

en:

1. Seleccionar un espesor de pavimento tentativo.
2. Determinar la relación " a/l "

Siendo:

$a$  = El radio del área equivalente de contacto, en m calculada mediante la expresión.

$l$  = El radio de rigidez relativa, en m, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$l = \left( \frac{E * h^3}{12 (1 - \mu^2) k} \right)^{0.25}$$

Siendo:

$E$  = El módulo de elasticidad del hormigón, en MPa.

$h$  = El espesor tentativo del pavimento, en m.

$\mu$  = El coeficiente de Poisson (0.15 para HCP)

$K$  = El módulo de reacción de la subrasante, en MPa.

3. Determine la relación "  $s/a$  "

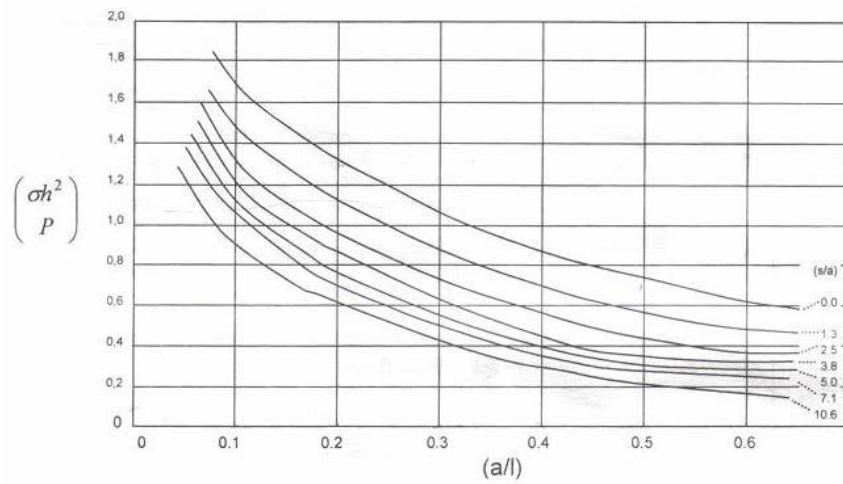
Siendo:

$s$  = La separación entre los centros de las ruedas, en m. ( $s = 0$  para el caso de rueda simple)

4. Entrar al figura 35 con el valor de "  $a/l$  " en el eje de las abscisas hasta interceptar la curva correspondiente el valor "  $s/a$  ", y determinar, en ordenadas, el valor correspondiente a la expresión:



$$\left( \frac{\sigma * h^2}{P} \right)$$



**Figura 35.- Estimación de la expresión  $\left( \frac{\sigma * h^2}{P} \right)$**

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

5. Determinar " $\sigma$ "
6. Verificar si  $\sigma \leq \sigma_{fadm}$

## 7.2 Alternativa 2.- Hormigón Asfáltico

### 7.2.1 Introducción

Hormigón asfáltico, se lo conoce también como hormigón bituminoso o concreto bituminoso, donde es el material más común en los proyectos de construcción para la construcción de carreteras, aeropuertos y aparcamientos según la necesidad del diseñador y las condiciones del lugar.

Está compuesto por un agregado de asfalto y materiales de origen mineral que se mezclan juntos (tanto finos como gruesos), se extienden en capas y se compactan. Debido a que posee buenas propiedades como impermeabilizante y sellador es también usado en el núcleo de ciertas presas como impermeabilizante del mismo.

### **7.2.2 Especificaciones del Diseño**

De acuerdo a las norma AASHTO que registra el correcto diseño de los espesores de un pavimento flexible, es primordial considerar los factores técnicos como los que se muestran a continuación;

1. Tráfico (T)
2. Valor soporte del suelo (C.B.R.)
3. Índice de servicio (Pt)
4. Factor regional (Fr)
5. Número estructural (N.E)

**Empleando de manera correcta estos 5 parámetros se obtiene un correcto valor del espesor del pavimento flexible.**

#### **Valor Soporte de la Subrasante.- Elección del C.B.R. de diseño**

De acuerdo a los resultados del CBR (12-25-56 golpes) se deben presentar en un gráfico CBR vs. Densidad Seca Máxima. Por consiguiente se obtiene el CBR en punto de la vía utilizando el 95% de la Densidad Seca Máxima.

Con todos los valores CBR realizados sobre la subrasante, se los ordena de menor a mayor y se realiza un ordenamiento de la posición de los C.B.R. para concluir graficándolos.

Considerando el nivel de tráfico de los ejes equivalentes obtenemos en el mismo gráfico el CBR (promedio) a emplear en el diseño para todo el tramo de vía.

#### **Factor regional (Fr) de diseño**

Con respecto al Factor Regional y de acuerdo al método AASHTO donde incluyen una escala que ajusta el número estructural a condiciones ambientales y climáticas bajo el cual el pavimento deberá rendir su trabajo.

Las precipitaciones pluviales vendrán dadas por una tabla de acuerdo a la escala que se ajusta a la zona de estudio y que es proporcionada en la mayoría de los casos por las instituciones autorizadas de estudio de dichos fenómenos.

<b>Precipitación Pluviométrica Anual (mm)</b>	<b>Fr</b>
menor de 250	0.25
250 - 500	0.50
500 - 1000	1.00
1000 - 2000	1.50
2000 - 3000	1.75
mayor de 3000	2.00

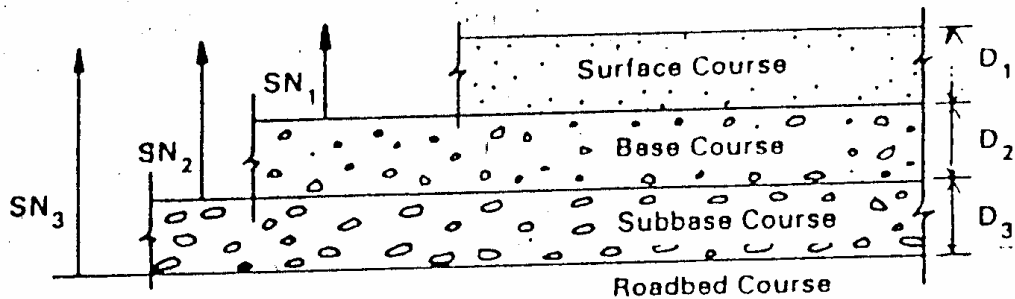
**Tabla XXXIV** Tabla de Precipitaciones Pluviométricas Anuales

**Fuente:** Instituto Nacional Oceanográfico de la Armada

### **Número Estructural (N.E.)**

En realidad la solución del procedimiento diseño de la AASHTO está en términos de un número estructural (N. E.) donde se expresa la resistencia estructural que debe tener un pavimento para una buena combinación del valor soporte con respecto al suelo de la carga total equivalente a un eje simple de

8180 kilogramos equivalente a 18,000 libras del índice final de suficiencia y del factor regional.



**Figura 36** Número Estructural de las Capas de un Pavimento

El número estructural obtenido en esta forma representa al espesor total del pavimento y debe ser transformado al espesor efectivo de una de las capas que lo constituye, es decir, de la capa de rodadura, de la base y de la sub-base mediante coeficientes adecuados que representan la resistencia relativa del material a utilizarse en cada capa.

### 7.3 Alternativa 3.- Carretera con Material de Mejoramiento

Con respecto al diseño de la carretera con colocación de material de mejoramiento donde mediante los datos obtenidos por el ensayo se determinó que se excavará desde la superficie de suelo natural 20 cm y llegando este a

40cm de material de mejoramiento. Se realizan los pasos correspondientes de compactación y diseños de la misma llegando al espesor deseado.

El mejoramiento hasta el nivel de la subrasante, deberá incluir en todos los casos, la conformación o reconstrucción de cunetas. Los materiales que se reúnan o almacenen temporalmente deben de estar protegidos contra las lluvias, debido a que pueden lavarse y afectar el medio en donde fueron ubicados

#### **7.4 Electiva de Diseño**

Las tres alternativas estudiadas tanto como el diseño de Pavimento Rígido: Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) , el diseño por Hormigón Asfáltico Pavimento Flexible y Carretera con Material de Mejoramiento, encierran una serie de requisitos obtenidos por un sin número de ensayos realizados previamente. Para esto se analiza que para realizar el diseño con un Hormigón Asfáltico depende mucho del valor del CBR obtenido mediante su ensayo correspondiente, el mismo que por ser muy bajo requerirá un mayor espesor de Base así como de su espesor asfáltico. Dando como resultado que nuestra obra civil sea muy costosa. A esto le sumamos los costos de mantenimiento de dicha carretera para prolongar su vida útil. De

igual manera con la Alternativa 3, donde se tiene que colocar mayor maquinaria de construcción, mayor mano de obra y requiere mayor tiempo.

Por otro lado se escoge la alternativa 1 que corresponde a Pavimento Rígido: Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP), donde se logra trabajar con una carpeta asfáltica de menor espesor y donde las fuerzas actuantes se distribuyen en toda el área de la calzada, reduciendo así su espesor de pavimento y reduciendo costos de materiales y mantenimiento por su mayor durabilidad.

## **7.5 Restricciones de Construcción de Alternativas**

Se designaron restricciones en general para la construcción de la carretera principal de la Cabecera Parroquial, es decir se deben hacer cumplir para las tres alternativas ya antes analizadas en el presente documento.

- Se deberá tener un permanente cuidado y vigilancia con respecto a la construcción de la vía de comunicación, **evitando el encendido de fogatas u otra acción que pudieran originar un incendio**, debido a que a la zona de construcción se encuentra en una zona de forestación. De tal manera se contribuye con el cuidado del medio ambiente. También deberá dotar todos

sus equipos e instalaciones con elementos adecuados para asegurar que se minimice la probabilidad de propagación del fuego.

En particular se deberá evitar:

- ✓ Colocar clavos, cuerdas, cables, cadenas u otros elementos similares en los árboles y arbustos;
  - ✓ Encender fuego cerca de árboles y arbustos;
  - ✓ Manipular combustibles, aceites y productos químicos en zonas de vegetación;
  - ✓ Apilar materiales contra los troncos de los árboles;
  - ✓ Almacenar materiales en zonas de vegetación o estacionar maquinaria fuera de los lugares previstos;
  - ✓ Cortar ramas y raíces importantes si no se cubren los cortes con material adecuado;
  - ✓ Enterrar la base del tronco de árboles;
  - ✓ Dejar raíces sin cubrir y sin protección en las zanjas y destronques; y
  - ✓ Realizar revestimientos impermeables en zona de raíces.
- 
- **Uso y resguardo de cursos de agua**, es decir el uso de agua requerida para las diversas fases de construcción, que sea obtenida de fuentes naturales, deberá ser autorizado por las dependencias correspondientes y el Contratante.



Para usar los recursos de agua existentes en el área del Proyecto, el Contratista deberá presentar al Contratante una gestión de aprovechamiento de agua que muestre la autorización para usar dichos recursos.

- **Restos históricos o arqueológicos,** Si durante el transcurso de las operaciones de construcción se descubrieran restos de civilización histórica o arqueológica, el Contratista deberá suspender de inmediato y temporalmente los trabajos en dicha área, y dar cuenta del hecho al Contratante, para que ésta informe a las autoridades competentes.
- **Protección de la propiedad y servicios,** el Contratista será responsable de la conservación de toda la propiedad pública o privada que pudiera verse afectada por la construcción, por lo que deberá tomar precauciones para evitar daños innecesarios, tanto en las áreas de emplazamiento de las obras, como en las zonas marginales.
- **Acabado, aseo y presentación final de la obra,** una vez concluidas las operaciones de construcción, toda el área comprendida dentro del derecho de vía deberá terminarse y limpiarse de manera que presente un aspecto ordenado y limpio. Para los efectos señalados, se deberán retirar todos los escombros, chatarra, acopios y restos de materiales, instalaciones auxiliares y todo objeto que no haya quedado incorporado a la obra.

# CAPÍTULO 6

## 8. DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

### 8.1 Introducción

La carretera principal de acceso a la Cabecera Parroquial de Manglaralto recorre un solo tipo de topografía que va desde la Abscisa **0+000.00** (entrada a la Cabecera Parroquial) hasta la abscisa **0+528.00** donde la topografía del terreno es de tipo llano , y sus pendientes tanto longitudinales como transversales son bajas.

A lo largo de la carretera existente no se mantiene un ancho adecuado de la vía por lo que se dificulta la movilización de los vehículos, además no posee

pendientes ni radios de curvatura apropiados, por lo que ocasionan daños constantes en los vehículos que se desplazan por la misma.

Gracias a los trabajos de campo que se han realizado en el presente estudio para el diseño de la carretera principal, se realizó el trazado del polígono del eje principal de la vía de acceso a la Cabecera Parroquial de Manglaralto existente, mediante la utilización de la Estación Total (Sokkia SET 630 RK) con la comprobación de un GPS DIFERENCIAL R8 Sistema Trimble GNSS (de precisión de 0.002”).

## **8.2 Referencias**

En presente estudio se ubicó un punto de control de coordenadas de alta precisión (Cota Inicial – junto a las oficinas de la Junta de Agua Potable Manglaralto). El mismo que está localizado dentro del área de estudio, con el propósito de replantear la vía para su construcción y ubicado fuera de la carretera a fin de evitar que sean destruidos por el tráfico vehicular. A partir de dicho punto de control, se pueden localizar fácilmente los puntos de las curvas verticales así como también los puntos de las tangentes intermedias.

## 8.3 Diseño

### 8.3.1 Normas de Diseño

Tal como se indicó al inicio, las normas de diseño y el criterio general que se aplicaron se efectuaron sobre la base de lo que está dispuesto en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del año 2003 del Ministerio de Transportes y Obras Publicas – MTOP

### 8.3.2 Velocidad de Diseño

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas de la Parroquia de Puná o cosas de un sitio a otro. La velocidad que un conductor adopta en una carretera depende, en primer lugar, de la capacidad del mismo conductor y de la del vehículo. Para esto el MTOP ha dispuesto las velocidades permisibles para los vehículos en general. (Públicas, 2013)

<u>CLASE</u>	LL	O	M
I	110	100	80

<b>II</b>	100	90	70
<b>III</b>	90	80	60
<b>IV</b>	80	60	50
<b>V</b>	60	50	40

**Tabla XXXV** Velocidades de Diseño permisibles

**Fuente:** Ministerio de transporte y Obras Públicas

La vía de acceso a la Cabecera Parroquial de Manglaralto seleccionada en el presente estudio es de Clase III, el terreno en donde se ubica la misma es de tipo llano y por tratarse de un diseño sobre una carretera existente, se toma como velocidad de diseño permisible: 90 Km/h para toda la vía de acuerdo a las Normas de Diseño. Para este diseño se trabaja con la velocidad de diseño absoluta, la cual se define a 60 km/h

### 8.3.3 Radios de Curvatura

El radio mínimo (R) de la curva horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

<b>RADIOS MÍNIMOS (m)</b>			
<b>Clase de Carretera</b>	<b>LLANO</b>	<b>ONDULADO</b>	<b>MONTAÑOSO</b>
I 3000 A 8000 TPDA	430	350	210
II 1000 A 3000 TPDA	350	275	160
III 300 A 1000 TPDA	275	210	110
IV 100 A 300 TPDA	210	110	75
V MENOS DE 100 TPDA	110	75	42

**Tabla XXXVI** Radios mínimos

**Fuente: Ministerio de transporte y Obras Públicas**

El radio mínimo (absoluto) adoptado para la vía principal será de: 25 m; y se diseñará con velocidad de 60 Km/h.

### 8.3.4 Coeficiente de Fricción máximo

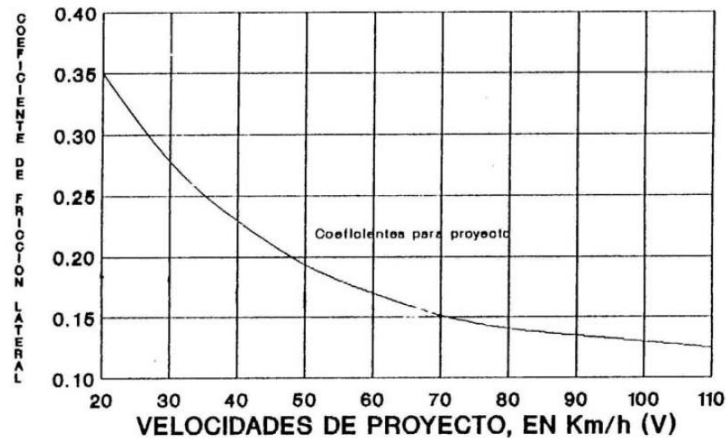


Fig. V.4 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

**Figura 37.-** coeficiente de Fricción máximo.

**Fuente:** Ministerio de transporte y Obras Públicas

El coeficiente de fricción para la velocidad de diseño de 60 km/h según el MTOP es de 0.15 – 0.20.

### 8.3.5 Secciones transversales típicas.

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño más apropiado para dicha carretera, en donde se especifican los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal y así poder definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña. (Públicas, 2013)

### 8.3.6 Ancho de la sección transversales típicas.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho requerido de la vía, espaldones, taludes interiores y cunetas. En el siguiente cuadro se indican los valores de diseño para el ancho de la carretera en función del volumen de tráfico existente en el Ecuador y que lo da el Ministerio de transporte y Obras Públicas - MTOP.

Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7.30	7.30
I 3000 A 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 A 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 A 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 A 300 TPDA	6.00	6.00
V MENOS DE 100 TPDA	4.00	4.00

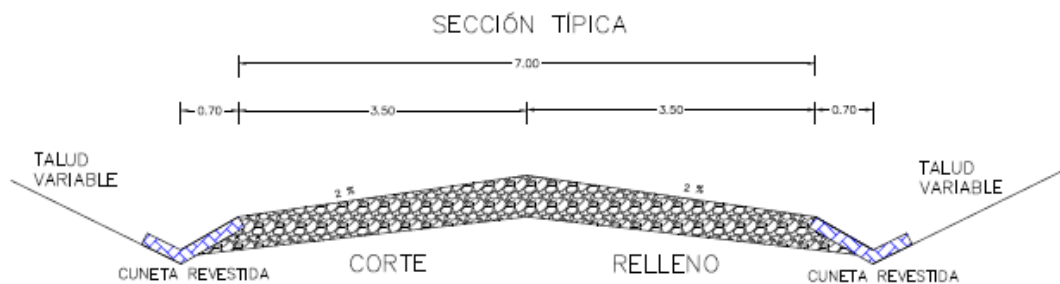


**Tabla XXXVII** Ancho de la carretera en función del volumen de tráfico

**Fuente:** Ministerio de transporte y Obras Públicas

Para el diseño de la vía de acceso a la Cabecera Parroquial de Manglaralto se recomienda usar un ancho de vía de 7.00 metros por ser una Clase de Carretera de orden III con respecto al valor obtenido del TPDA. Se seleccionó un ancho de calzada de 7.00 metros con el fin de cumplir con la sección propuesta por el MTOP, y además por seguridad y confort del conductor.

Por tanto, la sección escogida en este diseño es la siguiente:



**Figura 38** Sección Típica de Diseño

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.

### 8.3.7 Tipos de Superficie de Rodadura.

La correspondencia entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico posee un grado de importancia con respecto a la indeformabilidad

de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas sobre la carretera, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de grado estructural alto, siendo indeformables, se conoce que no se deterioran fácilmente en sus bordes y su superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción para el escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. (Públicas, 2013)

El tipo de superficie de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida, de la cual dependen varias características del diseño general, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores.

Las superficies de rodadura de la calzada se clasifican según el tipo estructural, correspondientes a las cinco clases de carreteras, como se indica en el cuadro siguiente:

<b>CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE RODADURA</b>		
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Tipo de Superficie</b>	<b>Gradiente Transversal (Porcentajes)</b>
<b>R-I o R-II &gt; 8000 TPDA</b>	Alto Grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 - 2
<b>I 3000 A 8000 TPDA</b>	Alto Grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 - 2
<b>II 1000 A 3000 TPDA</b>	Grado estructural intermedio	2
<b>III 300 A 1000 TPDA</b>	Bajo Grado Estructural: Doble tratamiento Superficial Bituminoso D.T.S.B.	2
<b>IV 100 A 300 TPDA</b>	Grava o D.T.S.B.	2.5-4
<b>V MENOS DE 100 TPDA</b>	Grava, Empedrado, Tierra	4

**Tabla XXXVIII.** Clasificación de superficies de rodadura.

**Fuente:** Ministerio de transporte y Obras Públicas

Para el diseño de carretera se utilizó un gradiente transversal de 2% correspondiente al valor de TPDA obtenido.

### 8.3.8 Espaldones.

En base al tipo de carretera, el ancho de espaldones recomendados en el Ecuador se muestra en el siguiente cuadro.

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
I 3000 a 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
III 300 a 1000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
IV 100 a 300 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
V Menos de 100 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)						
L = Terreno Llano      O = Terreno Ondulado      M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

**Tabla XXXIX.** Valores de diseño para el ancho de espaldones

**Fuente:** Ministerio de transporte y Obras Públicas

### 8.3.9 Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la vía conformada por las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición. Una curva horizontal posee los siguientes elementos:

- PI= Punto interior de tangentes.
- PC= Punto de inicio de curva.
- PT= Punto de terminación de curva.
- R= Radio de curvatura.
- E= ETERNAL de la curva.
- LT= Longitud de Tangentes.
- LC= Longitud de Curva.
- CL= Cuerda larga.
- $\alpha$ = Angulo de deflexión entre tangentes.

### 8.3.10 Peralte

Un vehículo al recorrer una curva es empujado hacia afuera debido a la fuerza centrífuga, la cual es contrarrestada por el peso del vehículo, el peralte y la fuerza de fricción desarrollada entre la calzada y los neumáticos.

El peralte se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

Dónde:

R=Radio de Curva (m).

V=Velocidad de Diseño (km/h).

f= Coeficiente de fricción máxima lateral

### 8.3.11 Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical es de igual importancia que el alineamiento horizontal, en ningún caso se debe limitar el alineamiento vertical para obtener un mejor alineamiento horizontal. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, de esto depende las ecuaciones a utilizar.

Para las curvas convexas se utiliza la siguiente ecuación:

$$L_{cv} = \frac{AS^2}{426}$$

$$K = \frac{S^2}{426}$$

Para curvas cóncavas se utiliza la siguiente ecuación:

$$L_{cv} = \frac{AS^2}{122 + 3.5S}$$

$$K = \frac{S^2}{122 + 3.5S}$$

Dónde:

$L_{cv}$ = Longitud de curva vertical ( $L_{cv}=KA$ ).

$A$ = Diferencia algebraica de las gradientes (%).

$S$ = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

Una vez ya definido sus elementos de curva, procedemos a calcular las curvas existentes en nuestro proyecto.

TABLA D ELEMENTOS DE CURVA													
Nº	DIRECCIÓN	DELTA	RA	T	L	L	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	N86° 14' 32E"	0°09'5 5",30	00"	0,04	0,09	0,09	0,00	0,00	0+15 3.82	0+15 3.78	0+15 3.87	97955 42,34	52852 1,35

**Tabla XL** Tabla de Elemento de Curva Horizontal

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

### 8.3.12 Movimientos de Tierra

Para esto se obtiene la tabla de corte y relleno de la vía principal de acceso la cabecera Parroquial de Manglaralto-Santa Elena, la misma que se muestra a continuación;

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmorte (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmorte (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmorte acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (pies cúbicos)</u>
0+020.000	0	0	0	7.51	0	0	0	0	0
0+040.000	0	0	0	8.79	162.95	0	0	162.95	-162.95
0+060.000	0	0	0	8.99	177.78	0	0	340.72	-340.72
0+080.000	0	0	0	9.39	183.85	0	0	524.57	-524.57



0+100.000	0	0	0	8.91	183.03	0	0	707.6	-707.6
0+120.000	0	0	0	10	189.1	0	0	896.69	-896.69
0+140.000	0	0	0	8.87	188.73	0	0	1085.42	-1085.42
0+160.000	0	0	0	8.27	171.38	0	0	1256.81	-1256.81
0+180.000	0	0	0	7.8	160.69	0	0	1417.49	-1417.49
0+200.000	0	0	0	6.76	145.64	0	0	1563.13	-1563.13
0+220.000	0	0	0	6.56	133.18	0	0	1696.32	-1696.32
0+240.000	0	0	0	5.67	122.24	0	0	1818.55	-1818.55
0+260.000	0	0	0	5.31	109.74	0	0	1928.29	-1928.29
0+280.000	0	0	0	5.27	105.76	0	0	2034.06	-2034.06
0+300.000	0	0	0	4.52	97.86	0	0	2131.92	-2131.92
0+320.000	0	0	0	3.19	77.02	0	0	2208.94	-2208.94
0+340.000	0.51	5.13	5.13	1.86	50.43	5.13	5.13	2259.37	-2254.24
0+360.000	0.33	8.44	8.44	3.15	50.11	13.56	13.56	2309.48	-2295.92

0+380.000	0	3.31	3.31	2.12	52.74	16.87	16.87	2362.22	-2345.35
0+400.000	0	0	0	1.95	40.72	16.87	16.87	2402.94	-2386.07
0+420.000	0	0	0	1.13	30.83	16.87	16.87	2433.78	-2416.91
0+440.000	0.76	7.6	7.6	0	11.33	24.47	24.47	2445.1	-2420.63
0+460.000	1.86	26.18	26.18	0	0	50.65	50.65	2445.1	-2394.45
0+480.000	3.76	56.16	56.16	0	0	106.81	106.81	2445.1	-2338.29
0+500.000	3.62	73.73	73.73	0	0	180.54	180.54	2445.1	-2264.56
0+520.000	1.6	52.15	52.15	0	0	232.69	232.69	2445.1	-2212.41

**Tabla XLI** Tabla de Corte y Relleno de la Vía Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.

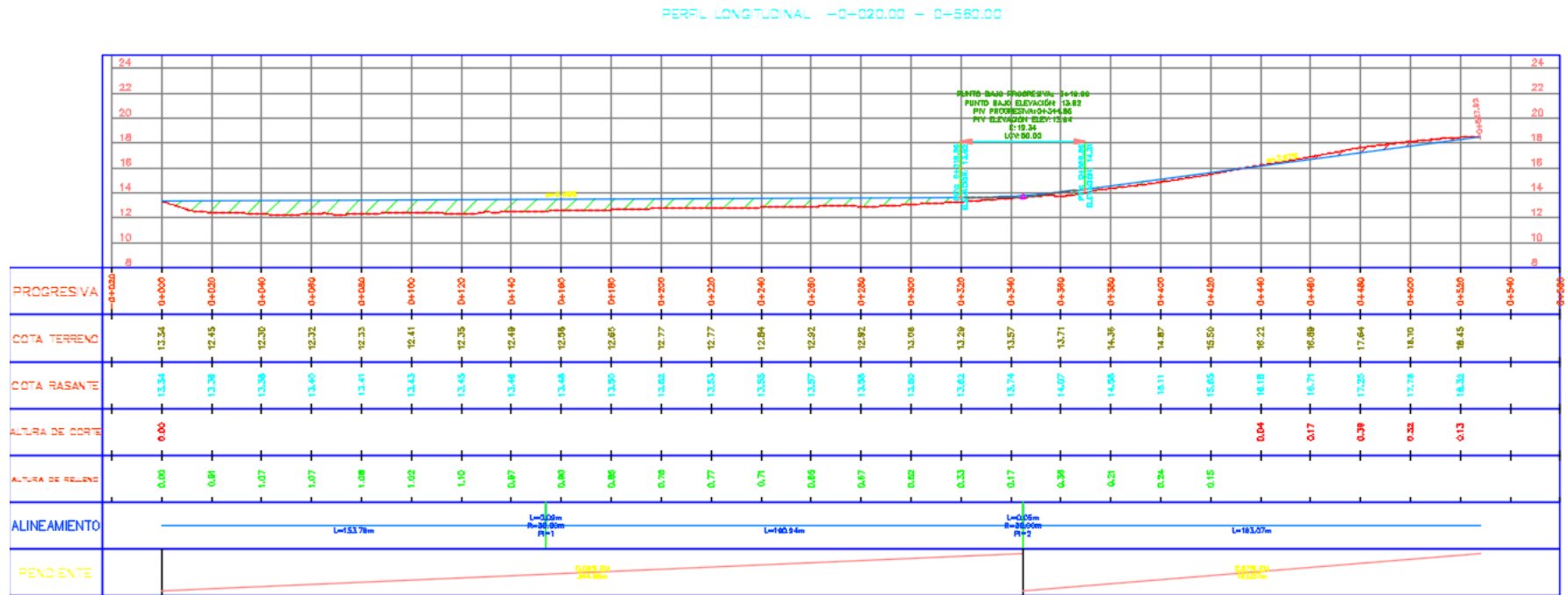


Figura 39 Perfil Longitudinal de la vía de Acceso de la Cabecera Parroquial de Manglaralto

Elaborado por: Leandro Recalde Loor.

# **CAPÍTULO 7**

## **9. PREDISEÑO DEL PAVIMENTO (HORMIGÓN COMPACTADO POR PAVIMENTADORA- HCP)**

### **9.1 Diseño Estructural**

Una vez explicado cada uno de los incisos anteriores, en lo que respecta al diseño estructural de pavimentos de hormigón compactado con Pavimentadora (HCP), se procede a realizar el diseño de la capa de rodadura que representara la vía correspondiente a esta alternativa de diseño.

A continuación se realiza paso a paso el análisis para determinar el espesor definitivo del pavimento.

**DATOS:****Módulo de Elasticidad (E)**

EL Módulo de Elasticidad se lo calcula con la expresión ya antes dada en los procedimientos de la misma, para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Esta expresión se encuentra en función con la resistencia de comprensión del HCP por lo que se presenta a continuación una tabla de valores que se obtuvieron en proyectos locales e internacionales y que podemos adoptarlos con gran confiabilidad a nuestro diseño de pavimento.

País	Edad del Núcleo	Cemento (Kg/ m3)	Espesor de Capa (cm)	Resistencia Compresión (MPa)
<b>Canadá</b>	4 años	331		29
	8 años	312	15 y 20	40.5
	3 años	192		32.3
	1 año	312		32.4
<b>USA</b>	9 meses	-	17.8	46.6
	19 meses	-	16.5	32.7

	28 meses	-	17.8	32.3/29.2
	32 meses	-	21.6	47.5/33.9
<b>ECUADOR</b>	8 años	200	15	20.1
	7 años	260	18	29.2
	15 meses	280	18	31.3
	14 meses	280	15	31.2

**Tabla XLII** Resistencia a la compresión simple del HCP

**Realizado por:** Leandro Recalde Loor.

Con respecto a los datos obtenidos en la tabla mostrada anterior y ubicando el proyecto en Ecuador como país correspondiente, es posible poder asumir una resistencia a la compresión simple  $\sigma'_b$  para el Hormigón Compactado por Pavimentadora de nuestro diseño sea **31.2 MPa**. Por lo tanto se obtiene:

$$E = C_3 * (\sigma'_b)^{0.5} ; \text{asumir } c_3 = 4900$$

$$E = 4900 * (31.2)^{0.5}$$

$$E = 27369.91 \text{ MPa.}$$

*Por lo que podemos decir que **E = 28000 MPa**.*

### Coeficiente de Poisson ( $\mu$ )

Con respecto a las propiedades mecánicas del Hormigón Compactado por Pavimentadora podemos fijar un valor de  $\mu = 0.15$ .

### Módulo de Reacción de la Subrasante (k)

El estudio de Suelo correspondiente a este estudio determinó que la vía existente posee en su mayoría material constituido por limo y arcilla, por lo tanto, el valor “k” de la subrasante es **28 MPa/m** obtenido con la ayuda de la tabla de la siguiente manera:

k (MPa/m)	Tipo de Suelo	Comportamiento
28	limo y arcilla	satisfactorio
55	arenoso	bueno
83	grava arenosa	excelente

**Tabla XLIII** Valores del módulo “k” de la subrasante

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Rápidamente se logrará incrementar el valor de “k” cuando la capa de rodadura de HCP se apoya sobre una sub-base granular como se propone para el

diseño de este proyecto. Si el espesor de la capa de sub-base es 0.30 m, el valor de "k" incrementado es 56 MPa/m.

Valor "k" de la subrasante (MPa/m)	Valor "k en función del espesor de la sub-base granular, en MPa/m			
	0.10 m	0.15 m	0.225 m	0.30 m
28	38	41	47	56
55	64	67	78	78
83	93	96	107	125

**Tabla XLIV** Valores del módulo "k" en función de la Sub-Base granular no cementada

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Finalmente se fija un valor final correspondiente al Módulo de Reacción de la Subrasante (K) = 56 MPa/m.

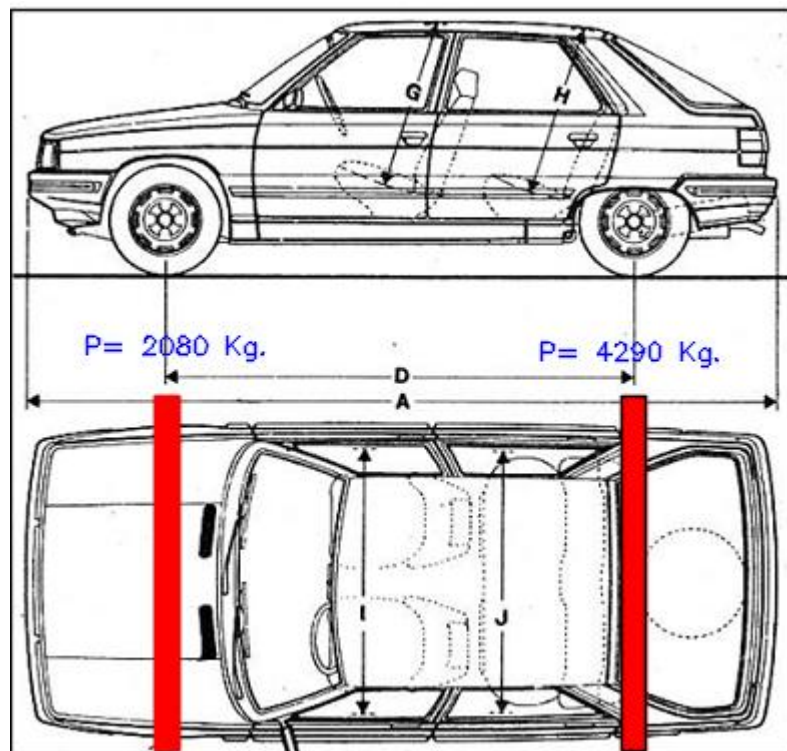
### **Máxima Carga de Rueda Simple**

Para el diseño de este estudio consideramos a los vehículos livianos como principales en transcurrir dicha vía y así diseñar el pavimento, la carga de rueda simple es por lo tanto la carga de rueda de diseño que viene dada por:



$$\text{Máxima Carga de Rueda Simple (P)} = \frac{\text{Carga del eje más pesado}}{2}$$

La distribución de cargas en sus ejes de un vehículo liviano viene dada de la siguiente manera:



**Figura 40.-** Cargas por eje de Vehículos Livianos

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor

Por lo tanto,

$$\text{Máxima Carga de Rueda Simple (P)} = \frac{\text{Carga del eje más pesado}}{2}$$

$$\text{Máxima Carga de Rueda Simple (P)} = \frac{4290 \text{ Kg.}}{2}$$

$$\text{Máxima Carga de Rueda Simple (P)} = \mathbf{2145 \text{ Kg. ( 0.021 MPa)}}$$

### **Presión de Inflado de Neumáticos**

Para la presión de inflado de los neumáticos se sumará un presión de inflado como valor crítico en una rueda simple, es decir:

$$\text{Presión de inflado}(p) = 0.69 \text{ MPa.}$$

### **Número de Ruedas (N)**

En base al Aforo de Tráfico realizado para este estudio, se puede observar que los vehículos en su mayoría son livianos, de modo que:

*Número de ruedas* = 4, de donde:

*Número de ruedas en cada punta de eje* = 1

### **Separación entre los Centros de las Ruedas (s)**

Se conoce que la separación entre los centros de la rueda no existe, por lo tanto:

$$\text{Separación entre los centros de las ruedas (s)} = 0$$

### **Radio del Área Equivalente de Contacto (a)**

Con los datos arriba proporcionados es posible calcular el Radio del Área Equivalente de Contacto (a) de los neumáticos en el pavimento utilizando la expresión:

$$a = \left( \frac{P}{p * \pi} \right)^{0.5}$$

$$a = \left( \frac{0.021 MN}{0.69 MPa * \pi} \right)^{0.5}$$

$$a = 0.098 \text{ m}$$

### **Radio de Rigidez Relativa (l)**

El Radio de Rigidez Relativa se calcula mediante la expresión:

$$I = \left( \frac{E * h^3}{12 (1 - \mu^2) k} \right)^{0.25}$$

$$I = \left( \frac{28000 * 0.30^3}{12 (1 - 0.15^2) 56} \right)^{0.25}$$

$$I = 0.582 \text{ m}$$

**Relación “s/a”**

$$\frac{s}{a} = \frac{0 \text{ m}}{0.098 \text{ m}}$$

$$\frac{s}{a} = 0$$

**Relación “a/l”**

$$\frac{a}{l} = \frac{0.098 \text{ m}}{0.582 \text{ m}}$$

$$\frac{a}{l} = 0.168$$

**Relación  $\left(\frac{\sigma * h^2}{P}\right)$**

Con el valor de 0.218 ingresamos a la gráfica para así darnos un valor aproximado de relación

$$\left(\frac{\sigma * h^2}{P}\right)$$

El mismo que interseca en

$$\left(\frac{\sigma * h^2}{P}\right) = 1.30$$

**Determinar " $\sigma$ "**

Calculamos el valor correspondiente a la tensión debida a la carga despejando " $\sigma$ " en la ecuación anterior,

$$\sigma = \left(\frac{1.30 * 0.021}{0.30^2}\right)$$

$$\sigma = 0.303 \text{ MPa.}$$

### Módulo de Rotura del HCP

El Módulo de Rotura a Flexión del Hormigón Compactado con Pavimentadora viene dada por la función de la Resistencia a la Compresión del Hormigón a la edad de 28 días y se la representa mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Siendo:

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

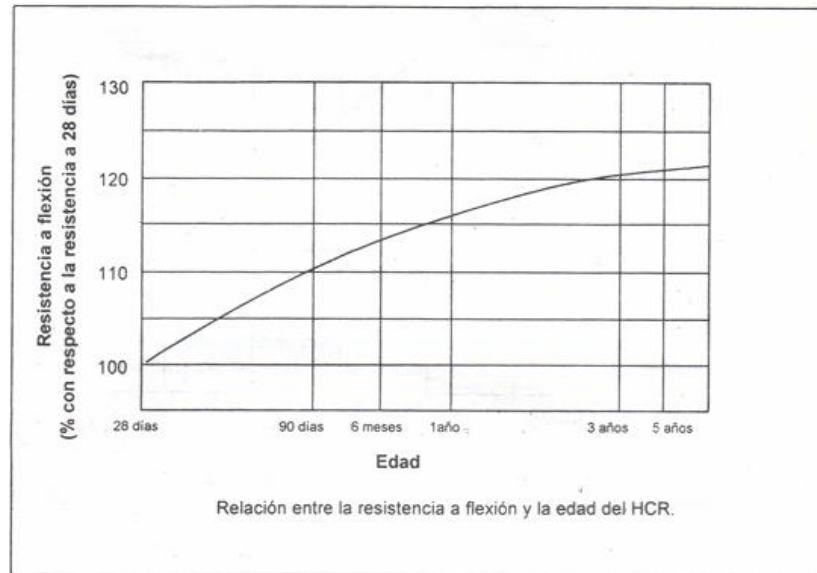
$\sigma'_b$  = La resistencia a compresión, en MPa;

$C_2$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del hormigón y cuyo valor es aproximadamente 0.74.

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Como se menciona anteriormente el valor del núcleo ensayado a la edad de 14 meses en Ecuador da un valor de Resistencia a la Compresión de 31.2 MPa.

Conocemos además que la expresión matemática que permite calcular el Módulo de Rotura a Flexión se encuentra en función de la Resistencia a la compresión obtenida a los 28 días.



**Figura 41** Porcentaje de resistencia a la flexión del HCP

Relacionar el núcleo ensayado a los 14 meses y resistencia a la compresión en 28 días, se logra definir la siguiente expresión:

$$\sigma_{b\ 14\ meses} = 1.17 * \sigma_{b\ 28\ dias}$$

Despejar:

$$\sigma_{b\ 28\ dias} = \frac{\sigma_{b\ 14\ meses}}{1.17}$$

$$\sigma_{b\ 28\ dias} = \frac{31.2\ MPa}{1.17}$$

$$\sigma_{b\ 28\ dias} = 26.67\ MPa$$

Finalmente se calcula entonces el valor del Módulo de Rotura a Flexión del HCP de la siguiente manera:

$$\sigma_f = C_2 * (\sigma'_b)^{0.5}$$

Siendo:

$\sigma_f$  = la resistencia a flexión, en MPa;

$\sigma'_b$  = La resistencia a compresión, en MPa;

$C_2$  = constante que depende de los diferentes diseños de mezclas del hormigón y cuyo valor es aproximadamente 0.74.

$$\sigma_f = 0.74 * (26.67)^{0.5}$$

$$\sigma_f = \mathbf{3.82 MPa}$$

### **Número diario de repeticiones (A) de la carga de rueda simple**

El Tránsito Promedio Diario Anual al que estará sujeto la vía a diseñarse es:

$$A = 717 \text{ veh\u00edculos/ d\u00eda}$$



### **Período de Diseño (Per)**

Se llevará a cabo un periodo de diseño de nuestra vía, la cual es considerada por el diseñador, para el estudio presente se considera un periodo de diseño de 20 años.

***Per = 20 años***

### **Crecimiento de Tráfico Anual (r)**

De acuerdo a los valores obtenidos en el aforo de tráfico se logra obtener un crecimiento de tráfico anual del 3 %

***Crecimiento de Tráfico Anual (r) = 3.0 %***

### **Factor de Crecimiento de Tráfico Anual (F)**

Calcular el factor de crecimiento de Tráfico Anual mediante la siguiente expresión:

$$F = \frac{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^{per} - 1}{\frac{r}{100}}$$

$$F = \frac{\left(1 + \frac{3}{100}\right)^{20} - 1}{\frac{3}{100}}$$

$$F = 26.87$$

### **Número de repeticiones de la carga de rueda simple durante el período de diseño (N)**

El número de repeticiones de la carga de rueda simple en un tráfico estudiado viene dado por:

$$N = Per * A * 365 * \left(1 + \frac{F}{100}\right)$$

$$N = 20 * 717 * 365 * \left(1 + \frac{26.87}{100}\right)$$

$$N = 6640502.67$$

### **Relación SR entre la Tensión debida a la carga y el Módulo de Rotura del HCP**

Esto viene dado por el número de repeticiones de la carga de rueda simple en un tráfico estudiado ( $N = 6640502.67$ ) y es calculado de la siguiente manera:

$$SR = 1.20 - 0.10 \log N \quad \text{para } N \geq 100$$

$$SR = 1.0 \quad \text{para } N < 100$$

Siendo:

$SR$  = la relación entre la tensión debida a la carga y el módulo de rotura a flexión del HCP

$N$  = el número de repeticiones de las cargas

$N = 6640502.67 > 100$ , por lo tanto la expresión a utilizarse es:

$$SR = 1.20 - 0.10 \log N$$

$$SR = 1.20 - 0.10 \log 6640502.67$$

$$SR = 0.518$$

**Tensión admisible del pavimento ( $\sigma_{f_{adm}}$ )**

$$\sigma_{f_{adm}} = SR * \sigma_f$$

$$\sigma_{f_{adm}} = 0.518 * 3.82$$

$$\sigma_{f_{adm}} = 1.98 \text{ MPa}$$

**Verificación:**

Finalmente se comprueba que  $\sigma \leq \sigma_{f_{adm}}$

$$0.303 \leq 1.98$$

Para este diseño verificamos con varios valores de  $h$ , espesor del pavimento, dando así que  $0.303 \text{ MPa} \leq 1.98 \text{ MPa}$  SI CUMPLE, llevando a una correlación de  $h$  (espesor del pavimento de 15 cm. Dando un **DISEÑO SATISFACTORIO**

Se procede a realizar un resumen de todos los parámetros obtenidos en nuestro diseño mediante una hoja de Excel, como se muestra a continuación:

<b>PARÁMETROS</b>		
Número diario de repeticiones de la carga de rueda	<b>A=</b>	<b>717</b>
Módulo Elástico	<b>E=</b>	<b>28000 MPa</b>
Separación entre centro de rueda	<b>s=</b>	<b>0 m</b>
Módulo de Rotura a Función	$\sigma_f =$	<b>3.82</b>
Módulo de Reacción de la Subrasante	<b>K=</b>	<b>56 MPa/m</b>
Periodo de Diseño	<b>PD=</b>	<b>20 años</b>
Presión de inflado de neumático	<b>p =</b>	<b>0.69 MPa</b>
Tasa de Crecimiento (%)	<b>r =</b>	<b>3.00%</b>
Esesor tentativo del Pavimento	<b>h =</b>	<b>0.15 m</b>
Carga de cada rueda	<b>P =</b>	<b>0.021 MPa</b>
Coeficiente de Poisson	$\mu =$	<b>0.15</b>
<b>RESULTADOS</b>		
Factor de Crecimiento	<b>F =</b>	<b>26.87</b>
Relación Tensión / Módulo de Rotura	<b>SR =</b>	<b>0.518</b>
Radio de Rigidez Relativa	<b>l =</b>	<b>0.582 m</b>
Radio del área equivalente	<b>a =</b>	<b>0.098 m</b>

Número de Repeticiones en periodo de diseño	<b>N =</b>	<b>6640502.67</b>
Tensión Admisible	$\sigma_{f adm} =$	<b>1.98 MPa</b>
	<b>a/l</b>	<b>0.168</b>
	<b>s/a</b>	<b>0</b>
	$\sigma =$	<b>0.303 MPa</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>DISEÑO SATISFACTORIO</b>	

**Tabla XLV** Tabla de Resumen de Parámetros y Resultados para la obtención del espesor del pavimento

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.

# CAPÍTULO 8

## 10. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA

Para la construcción de la Obra Vial que tiene como objetivo el diseño de la Carretera Principal de la Cabecera Parroquial de Manglaralto, se logró diseñarla con Hormigón Compactado por Pavimentadora (HCP).

Para esto se realizó un presupuesto de construcción conociendo los parámetros que esta conlleva.

La longitud de la vía es de 528 metros con un ancho de 7 metros. Lo cual resulta un área total de **3696** metros cuadrados.

Se conoce además que el costo por metro cuadrado de este pavimento es de \$11.73, para lo cual el costo total del material para la construcción viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{costo de material total carretera (HCP)} = 3696 \text{ m}^2 * \$11.73$$

$$\text{costo de material total carretera (HCP)} = \mathbf{\$43354.08}$$

Por otro lado se conoce el rubro del costo de mantenimiento de esta vía con estas características y es de valor \$0.75 el metro cuadrado. Para lo cual podemos expresar la siguiente forma:

$$\text{costo de mantenimiento total carretera (HCP)} = 3696 \text{ m}^2 * \$0.75$$

$$\text{costo de mantenimiento total carretera (HCP)} = \mathbf{\$ 2772}$$

La ventaja de este diseño para beneficio monetario, es que no posee un rubro de costo por reconstrucción como lo tiene una carretera de tipo de refuerzo a carpeta asfáltica.

Finalmente sumando los dos valores obtenidos anteriormente nos da el costo de construcción y mantenimiento de la carretera HCP y viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{costo obra civil} = \mathbf{\$ 43354.08} + \mathbf{\$ 2772}$$

$$\text{costo obra civil} = \mathbf{\$ 46126.08}$$

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto total de la carretera construida.

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA HCP</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
1	OBRAS PRELIMINARES	4578.25
2	OBRAS CIVILES	46126.08
3	SISTEMAS DE SEGURIDAD VIAL	5185.17
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>55889.5</b>
	<b>COSTO DIRECTO DE LA OBRA:</b>	<b>55889.5</b>
	<b>FISCALIZACIÓN (5%):</b>	<b>2794.48</b>
	<b>IVA 14%</b>	<b>7824.53</b>
	<b>COSTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>66508.51</b>

**Tabla XLVI** Presupuesto de construcción de la Carretera HCP

**Elaborado por:** Leandro Recalde Loor.



# **CAPÍTULO 9**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Todas las alternativas propuestas y la seleccionada han sido desarrolladas considerando aspectos éticos, morales y sociales; además del análisis que se ha realizado de aspectos técnicos, económicos y ambientales.
2. El terreno de la zona a construirse la carretera es de forma llana para lo que beneficia el drenaje superficial de vía.
3. Actualmente existe una vía, la cual se tomó en consideración al planear el diseño formal de la vía.

4. Por el estudio de tráfico realizado se obtuvo un TPDA de 717 veh./día, el cual indica que la carretera corresponde a una vía Tipo III según el MTOP.
5. Se analizaron los drenajes para lo cual de manera previa se realizó el estudio en campo, dando como resultado una superficie totalmente plana, donde no existe drenaje superficial.
6. De acuerdo con las condiciones del sitio, se ha diseñado la vía de acceso principal siguiendo la normativa y los criterios de diseño expuestos.
7. El presupuesto referencial es de USD 66508.51 (con IVA) para la vía de acceso principal a la Cabecera Parroquial de Manglaralto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda construir la Vía principal durante los meses de verano, con el fin de tenerla expedita cuando se inicie el invierno y pueda cumplir su función
2. Es prioritario realizar una actualización de topografía al momento de construir la carretera, con el fin de actualizar morfologías existentes en la zona de estudio.

3. Llevar a cabalidad las instrucciones expuestas en los planos, así como sus volúmenes de corte y relleno mostrados en el mismo.

## **Bibliografía**

- Manglaralto, G. A. (2014). *DATOS GENERALES DEL GADPR MANGLARALTO*. Santa Elena: Publicaciones GADPM.
- Públicas, M. d. (2013). *Normativa Ecuatoriana Vial*. QUITO.
- Sayago, E. C. (2002). *Manual de Carreteras*. Bogotá: Cañizares S.A.