



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE PAQUETES ESTRUCTURALES DE VÍAS DE PRIMER,
SEGUNDO, TERCER Y CUARTO ORDEN DE LA PROVINCIA DE
EL ORO**

**ARIOSTO FERNANDO AREVALO FARES
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE PAQUETES ESTRUCTURALES DE VÍAS DE
PRIMER, SEGUNDO, TERCER Y CUARTO ORDEN DE LA
PROVINCIA DE EL ORO**

ARIOSTO FERNANDO AREVALO FARES

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO TÉCNICO**

**DISEÑO DE PAQUETES ESTRUCTURALES DE VÍAS DE PRIMER,
SEGUNDO, TERCER Y CUARTO ORDEN EN LA PROVINCIA DE EL
ORO.**

**ARIOSTO FERNANDO AREVALO FARES
INGENIERO CIVIL**

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 22 DE FEBRERO DEL 2022

MACHALA 2022

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE PAQUETES ESTRUCTURALES DE VÍAS DE PRIMER, SEGUNDO, TERCER Y CUARTO ORDEN EN LA PARTE ALTA DE LA PROVINCIA DE EL ORO ., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

0703092874

TUTOR - ESPECIALISTA 1

JOSE LUIS ORDOÑES FERNANDEZ

0703830646

ESPECIALISTA 2

BERRU CABRERA JUAN CARLOS

0702671892

ESPECIALISTA 3

Machala, 22 de febrero de 2022

DEDICATORIA .

Dedico el presente trabajo a mis padres, a mi familia y a mis profesores que supieron inculcar sus conocimientos para conmigo y poder cumplir con mi meta de llegar a ser ingeniero civil.

Ariosto Fernando Arévalo Fares

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por los padres que me dio, agradezco por las bendiciones dadas cada día, agradezco a mis padres por traerme a este mundo y por darlo todo por cada sacrificio realizado, por cada momento de apoyo y colaboración para poder alcanzar mi meta.

Agradezco a mis maestros por todo el conocimiento compartido cada día en las aulas de la facultad, por la paciencia y dedicación que tuvieron, para ellos va mi agradecimiento profundo por todo para convertirse en un profesional del país.

Muchas gracias.

RESUMEN

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

AUTOR: ARIOSTO FERNANDO AREVALO FARES

**TUTOR: CABRERA GORDILLO
JORGE PAUL**

TEMA:

DISEÑO DE PAQUETES ESTRUCTURALES DE VÍAS DE PRIMER, SEGUNDO, TERCER Y CUARTO ORDEN EN LA PROVINCIA DE EL ORO.

En este proyecto se tratará sobre las vías y su estructura conociendo que las vías son estructuras que ocupan un espacio determinado destinado al paso de vehículos y personas para su circulación, el espacio donde se desarrolla el tránsito se lo denomina sistema de transporte o de libre comunicación entre dos pueblos distanciados entre sí.

En el vigente trabajo de titulación estudiaremos el diseño de estructura de las vías que se analizan mediante el estudio y la determinación de varios factores para realizar una buena obra como lo es el analizar las características físicas y geométricas de la vía, la topografía del lugar es un factor principal para el diseño de la vía debido a que esta directamente incluida por que esta afecta en la su diseño y construcción, la velocidad, el alineamiento, pendientes, distancia de visualización y secciones transversales.

El desarrollo de paquetes estructurales de vías es de gran importancia debido que constituye en el análisis de una estructura vías para determinar los requerimientos necesarios de transporte, esta se fundamenta en el estudio de la problemática que presentan las vías y la necesidad de estas obras de ingeniería para el acceso de la población a sectores como regiones, provincias, cantones, parroquias, que constituyen en un medio de comunicación terrestre definidas como derecho de vía.

En el presente trabajo de titulación se tratara del diseño de paquetes estructurales de las vías de primer, segundo, tercer, y cuarto orden de algunas vías de los cantonal de Marcabelí, Santa Rosa , El Guabo, para esto se llevó a cabo el reconocimiento de los diferentes lugares y realizar los análisis correspondientes como un aforo vehicular, estudio

de suelos, análisis geométricos de la vía, topografía de la zona, accesibilidad a la zona , diseño de pavimentos, etc.

Comenzamos nuestro proyecto realizando ubicándonos en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, realizamos un conteo vehicular a través de la proyección del TPDA para poder determinar de qué orden se trata la vía , su estructura y diseño contando con una proyección a futuros.

Atreves de una investigación bibliográfica y de archivos realizados con anterioridad sobre la vía estudiada para poder recabar información necesaria como el análisis del suelo y los ensayos realizados en el laboratorio para determinar sus estructura, ya con estos análisis y los resultados obtenidos podemos comenzar a determinar el valor de espesor de su base, sub base y de capa de rodadura para la vía según el tipo de vía que esta la requiera. En el diseño de la estructura de pavimento lo realizamos mediante el método AASHTO 93 que nos permite determinar los espesores de la capa de rodadura para un buen funcionamiento, accesibilidad, comodidad y sobre todo la mínima seguridad establecida en los parámetros dados.

La construcción de una carretera aunque es una infraestructura más común en el ámbito de la ingeniería civil aun así es un proceso de gran complejidad, el diseño funcional depende directamente del aforo transitado, y tomando en cuenta su geometría determinamos que esta es proporcional a la topografía de la zona en que se encuentra, el impacto ambiental, el costo de la obra entre otras. En esta trabajo nos llevaremos a la tare la investigación de los procesos constructivos para determinar las condiciones necesarias para que el terraplén es de buena calidad ya que en su estudio se determinó que su base es de clase I y hasta clase II y no se necesita de un mejoramiento para comenzar la obra.

PALABRAS CLAVES: DISEÑO, ESTRUCTURA, VIAS, BASE, SUBBASE, SUBRASANTE ,PAVIMENTO, TOPOGRAFÍA

ABSTRACT

**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

AUTOR: ARIOSTO FERNANDO AREVALO FARES

TUTOR: CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

THEME.

DESIGN OF STRUCTURAL PACKAGES OF ROADS OF FIRST, SECOND, THIRD AND FOURTH ORDER OF THE PROVINCE OF EL ORO.

This project will deal with the roads and their structure, knowing that the roads are structures that occupy a certain space destined for the passage of vehicles and people for their circulation, the space where the traffic takes place is called a transportation or free communication system. between two remote villages.

In the current degree work we will study the structure design of the roads that are analyzed through the study and determination of various factors to carry out a good work such as analyzing the physical and geometric characteristics of the road, the topography of the place is a main factor for the design of the road because it is directly included because it affects its design and construction, speed, alignment, slopes, viewing distance and cross sections.

The development of structural road packages is of great importance because it constitutes the analysis of a road structure to determine the necessary transportation requirements, this is based on the study of the problems presented by the roads and the need for these engineering works. for the access of the population to sectors such as regions, provinces, cantons, parishes, which constitute a means of terrestrial communication defined as right of way.

In the present titling work, it will be about the design of structural packages of the first, second, third, and fourth order roads of some roads of the cantons of Marcabeli, Santa Rosa, El Guabo, for this the recognition of the different places and carry out the corresponding analyzes such as a traffic capacity, soil study, geometric analysis of the road, topography of the area, accessibility to the area, pavement design, etc.

We began our project by locating ourselves in the place where the project will take place, we carried out a vehicle count through the projection of the TPDA in order to determine what order the road is about, its structure and design, with a projection for the future.

Through of a bibliographical investigation and of archives carried out previously on the studied route to be able to collect necessary information such as the analysis of the soil and the tests carried out in the laboratory to determine its structure, already with these analyzes and the results obtained we can begin to determine the thickness value of its base, sub-base and wearing course for the road according to the type of road that it requires. In the design of the pavement structure, we carry it out using the AASHTO 93 method, which allows us to determine the thickness of the wearing course for proper operation, accessibility, comfort and, above all, the minimum safety established in the given parameters.

The construction of a road, even though it is a more common infrastructure in the field of civil engineering, is still a highly complex process, the functional design depends directly on the traffic capacity, and taking into account its geometry, we determine that it is proportional to the topography of the area in which it is located, the environmental impact, the cost of the work, among others. In this work we will take to task the investigation of the construction processes to determine the necessary conditions for the embankment to be of good quality since in its study it was determined that its base is class I and even class II and it does not need an improvement to start the work.

KEY WORDS: DESIGN, STRUCTURE, ROADS, BASE, SUB-BASE, SUBGRADE, PAVEMENT, TOPOGRAPHY

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los tiempos y con las necesidades de las personas para mejorar las condiciones de transportarnos y de transportar diversas cargas como productos hacia dentro y fuera de las ciudades de nuestro país, la humanidad se ve forzada cada día a construir y mejorar diferentes vías de comunicación terrestre como son las vías y así poder mejorar y facilitar el transporte de variedad de productos o de personas haciendo más fácil y cómoda así como ahorrando en tiempo y comodidad.

Las vías son el medio de transporte terrestre y la más usada por las personas, estas permiten la circulación vehicular, peatonal y estas pueden ser de uno o de varios carriles dependiendo de las necesidades de las que sean requeridas, estas son proyectadas para su seguridad y comodidad en el desarrollo de sus actividades el diseño de su estructura es necesario conocer las características en condiciones de tiempo y espacio para un excelente modelo de construcción vial tomando en cuenta que el

El diseño de esta obra es necesario para conocer los factores principales que conllevan su estructura y posteriormente su buen funcionamiento. El estudio de esta obra de ingeniería debe ser realizado tomando en cuenta los principales factores como son.

El estudio del suelo en la que se realizará el diseño de la vía para determinar si este cumple con las especificaciones técnicas necesarias que permitan que la obra lo lleve a cabo, topografía del lugar, la accesibilidad de la zona, las necesidades de la obra entre las más importantes . [1]

Con el estudio del suelo y los ensayos realizados en el laboratorio determinarán si el suelo está apto o es necesario realizar un mejoramiento según el grado de vía determinada, continuando con el trabajo se realizará el diseño de la estructura de una vía de primer, segundo, tercer y cuarto orden en la que tomaremos como referencia los datos de las vías que se encuentran en las ciudades de Marcabelí, Santa Rosa ,El Guabo, se llevará a cabo el estudio de cada una de ellas , procederemos a realizar los ensayos necesarios en el laboratorio.

El estudio de los suelos tiene como objetivo conocer o determinar sus características y condiciones para luego proceder a realizar tomas de muestras de suelo (calicatas) en diferentes puntos a lo largo de donde se llevará a cabo el proyecto vial. Con las muestras tomadas del suelo se llevará a cabo una serie de ensayos para determinar las condiciones y conocer si esta necesita una modificación en su estructura (mejoramiento de suelo)

considerando su topografía, así como su geografía y tipo de suelo. Realizaremos ensayos como el CBR que determinara la capacidad portante del suelo tomando en cuenta los criterios de verificación de suelos, usando la metodología AASHTO para definir los CBR y el diseño de pavimento el cual debe garantizar confianza y durabilidad a la vía futura con los datos obtenidos determinar el tipo de basas y subrasante que determinará la categoría de la obra que se construirá. [2]

El correcto funcionamiento del sistema vial permite alcanzar las metas que nos hemos propuesto cumplir con las contracciones de las vías garantizando su grado de confiabilidad y de calidad preponderando una solución vial para el crecimiento de la problemática. Se realiza un análisis de o trabajo de investigación con el propósito de determinar la relación de tráfico vehicular con la deflexión de la capa de los pavimentos flexibles y así poder elaborar un método para prevenir esta problemática.[3]

En el transcurso de este trabajo escrito trataremos el estudio y análisis de las vías de diferentes órdenes. En el capítulo I trataremos sobre las generalidades del objeto de estudio que en nuestro caso es vías donde contextualizamos y definiremos cada parte de la vía de estudio ,trataremos los hechos de interés de nuestro tema y puntualizamos los objetivos de nuestra investigación.

En el capítulo II fundamentados teóricamente y epistemológicamente el tema a tratar la descripciones del enfoque epistemológico de referencias del tema que se está estudiando y las diferentes bases teóricas de la investigación.

Capítulo III en este capítulo trataremos el proceso metodológico como es el diseño de investigación seleccionada, trataremos la recolección de información para el proceso de diseño de la vía como es el conteo vehicular, muestra de suelos para los diferentes ensayos en el laboratorio y la realización del sistema de categorización de los análisis de los datos obtenidos en el campo .

Capítulo VI En este trataremos sobre la obtención de los resultados de nuestro trabajo y la argumentación teórica de los mismos y para poder concluir nuestro trabajo de investigación y dar nuestras respectivas recomendaciones.

CAPÍTULO I

1.GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1.Definición y contextualización del objeto de estudio.

Las vías son obras de ingeniería construidas con el propósito dar acceso viables a las personas que quieren comunicarse entre dos puntos, son estructuras que son realizadas en un espacio determinado y que cuyo propósito es brindar el paso vehicular y de peatones, a estos espacios se los denomina sistema de transporte o comunicación entre dos lugares. Las estructuras viales comprenden todos sus componentes, soportes que las carreteras y caminos. La función de las estructuras viales es asegurar su buen estado y funcionamiento continuo destinando los recursos del estado necesarios para su desarrollo y conservación lo que no necesariamente significa gastar lo mínimo posible.[4]

Al paso del tiempo se han presentado cambios relevantes en la estructuras de las vías que son:



1.2.1. INTEGRAL.

La obra vial comprende de un conjunto de elementos de los cuales forman una sola estructura sólida y duradera y cada una de sus elementos cumple una función específica cuya finalidad es asegurar y garantizar un tránsito confiable y seguro tanto para vehículos como para los peatones.

Los pavimentos son elementos básicos de las vías y el lugar de gran importancia por que en ellos se desarrollan las demás partes como puentes, drenajes, y dispositivos de seguridad y las aceras.

1.2.2. ESTRATÉGICO.

Las estructuras viales son construidas para el servicio de los usuarios de una forma duradera destinando recursos para la conservación de manera estratégica con visión a largo plazo orientado al logro de objetivos y la prestación de servicios eficientes y de calidad.

Estas también se denominan como el medio de transporte más usados y dependiendo de su tránsito y su necesidad se determinan su orden como pueden ser de primer orden, segundo orden, tercer orden y de cuarto orden. El estudio de diseño de vías nos permite analizar el tipo de trabajos que necesitamos para el diseño, es decir empezar trabajando desde la base con materiales de buena calidad y sub base y determinar una capa de rodadura adecuada para las necesidades de tránsito que recorrerá dicha vía. El estudio que se realizará a fondo es conciso y profesional desde el estudio del suelo hasta el diseño de la calzada usando en método AASHTO 93 ideal para este trabajo.[5]

1.3. HECHOS DE INTERÉS.

Al paso del tiempo ha habido un crecimiento en la población y con esto crece sus necesidades y una de ellas es el mejoramiento del acceso y facilidad de transporte para agilizar el comercio, mejora la calidad del transporte, mejora la producción y por ende con esto mejora la economía del país.

Tomando en cuenta esta problemática surge la necesidad de crear vías para dar facilidades, se crea de diversos ordenes para mejorar la accesibilidad y agilizar el trabajo en todo el país

y su economía en producción, en turismo y mejorar el transcurso en viajes de las personas. Con el crecimiento de la población y sus necesidades de crear vías de transporte que brinden las facilidades de a las personas y mitigar los problemas que se producían por no tener un camino de acorde con las necesidades requeridas para lograr los objetivos garantizando una obra fuerte comfortable y duradera.[6]

Las Vías de primer orden son consideradas así debido a su nivel de tránsito que circula diariamente por ellas que son de gran importancia para la comunidad por ser de primer nivel y conectan a todo el país. También tenemos las Vías de segundo orden que son consideradas como vías secundarias o alternas a las de primer y se usan para descongestionar las de primer, Las Vías de tercer orden consideradas así por unir pueblos en ciudades las de Cuarto Orden: Son vías carrozables en o son considerados como caminos vecinales, son adecuadas con un bajo nivel de base debido a que en estos camino su tránsito es escaso y su estructura es terminada de tierra ya que no es necesario más trabajos y arreglos. [7]

En efecto el estudio de estas estructuras son considerados de gran importancia para el país y su población, por medio de estas unimos ciudades y conectamos a las personas y sus producciones entre y con el mundo, abrimos oportunidades a los demás y mejoramos su calidad de transporte.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la estructura de vías de primer, segundo, tercer y cuarto orden de la parte alta de la provincia de El Oro.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un aforo vehicular con el fin de conocer y analizar el valor del flujo vehicular y transporte de las vías en estudio.
- Analizar Y Determinar los valores correspondientes mediante un estudio de suelos (C.B.R.)

- Analizar y conocer las características de las vías realizando el estudio con el fin de mejorar las condiciones de movilización adecuadas y garantizando un acceso seguro.
- Diseñar un paquete estructural con los datos obtenidos para las vías de primer, segundo, tercer y cuarto orden.

CAPÍTULO II

2. Fundamentación teórica-epistemológica del estudio.

2.1. Descripción del enfoque epistemológico de referencia.

En la provincia de El Oro se hace referencia como principal fuente de ingreso en el comercio en torno a su desarrollo, el comercio producido por la provincia es distribuido de forma local, nacional e internacional debido a sus empresas productoras que mueven el comercio en la provincia, empresas que se dedican a actividades bananeras de exportación, frutas de exportación también se dedican en actividades mineras y ganaderas y pequeñas industrias, etc.

En la provincia de El Oro para poder realizar todas las actividades comerciales de manera satisfactoria es necesario contar con una red vial que brinde con las necesidades.[8]

Actualmente la provincia cuenta con infraestructura viales que une las ciudades comerciales de la provincia como son las vías de Machala, Pasaje, Santa Rosa, El Guabo, además de estas vías existen unas que son de asfalto para unir otras partes de la provincia como , Marcabelí, entre otras.

En la provincia de el oro existe un plan vial que está dado desde el año 2003 que fueron recabados datos por el Gobierno Provincial De El Oro donde los datos obtenidos son los siguientes:

GOBIERNO PROVINCIAL DE EL ORO
398 KM De carreteras estatales
2648 km de carreteras cantonales

Tabla 1 datos obtenidos por el solicitante .

De los datos obtenidos se considera un análisis de las vías de su total .

Vías asfaltadas	9.7 %
Vías de lastre calificado	44 %
Vías de tierra	46 %

Tabla 2. datos obtenidos por el solicitante.

En este trabajo investigativo se fundamenta en el estudio de las vías de la provincia de El Oro de forma cualitativa debido a que se basa en un análisis de las estructuras viales de primer orden, de segundo orden, de tercer orden y de cuarto orden de asfalto, o caminos vecinales, este estudio determinará los parámetros necesarios que conllevan a un diseño estructural de las vías conociendo dimensiones de relleno y mejoramiento en su base y sub base y proporciones la capa de rodadura con cemento asfalto para un diseño seguro y duradero.

2.2. Base teórica de la investigación.

2.2.1. Clasificación de las vías según el M.T.O.P

En el Ecuador el ministerio de transporte y obras públicas clasifica a las vías en las distintas tipologías, en función del número de carriles, del diseño geométrico de la calzada, del tráfico, Se considera vías de primer orden o de primera categoría a las vías nacionales y otra categoría de segunda orden o secundarias con tráficos comerciales que se conectan con las vías principales o arterias terciarias.[9]

Tabla 3. Clasificación de carreteras según el M.O.P

Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _a) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

El M.T.O.P define que es una vía de dos carriles, por tener un cálculo de tráfico diario anual (TPDA) menor a 500 definida como C3 (2 carriles); en contraste con el cuadro III-I de la normativa de diseño geométrico se tiene que es de quinto orden; a pesar de ello se la clasifica como cuarto orden por ser un ingreso principal. Esta vía principal aborda todas las características de un diseño de vías que den confianza y factibilidad al crecimiento de la ciudad tanto comercial como turístico dando un mayor flujo vehicular.

Para el progreso de un país en su economía facilitando el transporte de su producción y agilizando en tiempos y calidad, grandes comercios de los países requieren de una infraestructura vial de primera mitigando los efectos producidos por las actividades viales, mejorar el transporte se requiere para localidades de grandes producciones y eso implica grandes inversiones en carreteras que no limiten los esfuerzos viales y mejorar la producción y el progreso.[10]

Tabla 4. Clasificación de carreteras en función del tránsito

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

2.2.2. Vías de primer orden.

Vía de primer orden son aquellas vías que cumplen con la función de integrar las primeras zonas de consumo, en estas vías a más de unir las principales zonas del país también se une con los demás países, estas nos comunican con Puertos, Aeropuertos de nivel nacional e internacional. Estas vías son construidas o remodeladas por parte del gobierno o realizando convenios internacionales, poseen el volumen de tránsito de 700 vehículos por día y diseñadas de doble calzada o calzada sencilla mayor o igual a 7,50 metros de ancho.[11]

2.2.3. Vías de segundo orden.

Vía de segundo orden son consideradas de segundo orden aquellas vías que cuya finalidad son las de permitir el enlace o comunicación entre dos o más ciudades o con una vía de primer orden, su volumen de tránsito es de igual o superior a 150 vehículos por día e inferior a 700 vehículos por día, estas vías pueden estar construidas con calzadas sencillas y su ancho debe ser menos a 7.30 metros.[12]

2.2.4.Vías de tercer orden.

Vías de tercer orden y de carácter nacional aquellas cuya función es permitir la comunicación entre dos o más veredas de un municipio o con una vía de segundo orden, su volumen de tránsito sea inferior a 150 vehículos por día, cuando las mismas están construidas en calzada sencilla con ancho menor o igual a seis metros y la población servida en cabecera municipal sea inferior a 15.000 habitantes. Las demás especificaciones geométricas corresponden a las de carreteras terciarias del Manual de Diseño Geométrico. [13]

2.2.5.Vías de cuarto orden .

Cuarto Orden Son vías carrozables en verano. En consecuencia aproximadamente el 40% de la superficie destinada a vías, se encuentran en estado transitable dentro de la parroquia.

2.3. AFORO DE TRÁFICO.

Es la acción que se refiere al conteo vehicular durante un periodo determinado de tiempo con la finalidad fundamental de determinar el flujo vehicular que circulan por un tramo determinado de la vía para poder determinar su estado y su clasificación.

Estos se clasifican con distintos criterios.

- Aforos Manuales o visuales
- Aforos Automáticos o mecánicos
- Aforos fotográficos o en movimiento

2.3.1.Conteo manual.

El aquel procedimiento que se registra el flujo de vehículos tomando datos en papel usando un formato adecuado para la clasificación de los vehículos, usando este tipo de conteo se puede obtener

datos que no se pueden dar mediante otros métodos como es la clasificación de los vehículos que circulan como pueden ser de tipo pesado o liviano o por tipo, por este método se puede determinar las horas pico tomando un intervalo de 15 minutos. [14]

2.4. VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Este se define como el proceso de contabilizar el número de vehículos de peatones que transitan por una determinada sección transversal de una vía en periodos de tiempo.

Estos estudios de volúmenes de tránsito son realizados con la finalidad de obtener información acerca del flujo vehicular que transitan por un tramo determinado de una vía. Y se expresa mediante esta fórmula.

$$Q = N / T$$

Donde:

Q : Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos /periodo)

N : número de vehículos que pasan

T: Período determinado

2.5. Calculo del tráfico promedio diario anual(TPDA)

Para determinar el TPDA, el proceso que se debe seguir es de los primeros pasos en cualquier estudio de tráfico es la evaluación de los movimientos que se producen, en tanto debemos tomar en cuenta que es preciso medir el número de vehículos que pasan por cada carril en un determinado período de tiempo.

Es el volumen de tráfico que recorre la vía en un intervalo de tiempo considerando el conteo en horas específicas donde se toma en cuenta cuando se produce mayor flujo y menor flujo, el conteo vehicular es la parte principal y fundamental para el trazado de la estructura de la vía ya que con estos datos podemos conocer el flujo necesario que debe soportar la estructura como son el tipo de base y subrasante que se debe poner y el tipo de pavimento que requiere así como el número de carriles, iluminación, y problemas socioeconómicas que requiere la vía.[15]

Tabla 5. Calculo del TPDA.

donde: $TPDA = Tp + TD + Td + TG$	
<i>Td</i>	<i>Tráfico desviado</i>
<i>Tp</i>	<i>Tráfico proyectado</i>
<i>TD</i>	<i>Tráfico desarrollado</i>
<i>TG</i>	<i>Tráfico generado</i>

Donde:

$Td = \text{Tráfico desviado}$

$TPDA = Tp + TD + Td + TG$

$Tp = \text{Tráfico proyectado}$

$TD = \text{Tráfico desarrollado}$

$TG = \text{Tráfico generado}$

Para el cálculo de una vía existente, que necesita de su renovación su TPDA se compone de los siguientes elementos:

2.5.1. Tráfico Actual: Es el valor o el número de automóviles que transitan por una vía antes de ser mejorada o el estimado de vehículos en una autopista recién construida.

2.5.2. Tráfico Existente: Es el número total de vehículos aproximados obtenidos en el desarrollo de los aforos, antes de que la vía sea mejorada.

2.5.3. Tráfico Desviado: este tráfico trata del número de vehículos que utilizan la carretera como vía alterna o vía auxiliar a un desvío desde otra vía.

2.5.4. Tráfico Proyectado: Es valor que se obtiene de la estadística vehicular estimada en el TPDA, se emplea en una proyección a 20 años o más del tráfico actual, tomando el valor de acuerdo con el crecimiento del tráfico por razones de desarrollo local.

2.5.5. Tráfico Desarrollado: Es el incremento derivado del crecimiento poblacional, actividad económica o áreas productivas; comúnmente aumenta durante toda la vida útil de la vía haciendo necesario estimar correctamente los picos en la cantidad vehicular

2.5.6. Tráfico Generado: este tráfico comprende en un conjunto de posibilidades, que se genera bajo la alternativa más optimista, suelen ser:

- Viajes sorpresivos, no estimados.
- Migrar del transporte público al privado
- Transportarse por la nueva vía, gracias a sus buenas condiciones.

Es necesario e indispensable tomar en cuenta que los cálculos son iterativos, pero no una abstracción real; debido a que la comunidad continua que se puede ocasionar problemas de congestión vehicular en horas de alto tránsito inesperado haciendo que el diseño de la vía se convierta en un fenómeno de índice social que se debe tomar en cuenta para realizar un buen diseño para el buen uso de la carretera. [16]

Ahora procederemos al Cálculo de los elementos necesarios para la obtención del TPDA: La ecuación para el tráfico actual es:

$TA = \text{Total de vehículos tiempo}$

2.6. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO.

Para realizar un buen diseño estructural de pavimentos es indispensable realizar un aforo vehicular adecuado para poder determinar el volumen de vehículos y su clase para poder determinar el valor de la carga que deberá resistir el diseño de asfalto de nuestro proyecto vial.

El encargado de determinar los valores de clasificación de los pesos de los vehículos para el diseño de asfalto es (MTO) Ministerio de Transporte y Obras Públicas que tomó esta labor la cual antes era realizada por la ente reguladora de Normas Ecuatorianas Viales (MEVI).

[17]

2.7. CARACTERIZACIÓN VEHICULAR.

Caracterizar correctamente el tráfico vehicular es vital para poder llevar a cabo los términos necesarios para un buen diseño de pavimento y prevenir problemas futuros a corto tiempo como son deterioro , ruptura , envejecimiento temprano y la finalidad es poder extender la vida útil de la vía.[18]

Caracterizar los vehículos se refiere a clasificarlos por su numero de ejes, su tamaño,, tipo de vehículo y las cargas admisibles del mismo, como se detallara a continuación:

- * Vehículos livianos. Este tipo de vehículos son de carga liviana y de tamaño menor como pueden ser autos ,camionetas de baja capacidad y motos.
- * Vehículos pesados. Como su nombre lo describe son los de alta capacidad de peso como pueden ser buses, camiones, trailers,y varios de capacidad de más de 4.5 toneladas de carga.

En el diseño estructural de la vía se busca optimizar el proyecto y se toma como referencia el valor del camión de diseño , este valor se obtiene mediante el aforo vehicular realizado con anterioridad en la vía, con el valor determinado del vehículo más pesado que transita por dicha vía y este será utilizado como ejemplo para el valor que deberá soportar el diseño de pavimento realizado para que soporte dicho peso.[19]

El Ministerio de Obras Públicas utiliza las normas AASHTO para poder clasificar los vehículos como se describe a continuación:

Vehículos livianos (A) *A1 para motocicletas A2 para automóviles*

Buses y busetas (B) :

- ♣ Para transporte de pasajeros

Camiones (C):

Para transporte de carga como .

- ♣ De dos ejes (C-1)
- ♣ Camiones o tracto camiones de 2 ejes (C- 2)

- ♣ Camiones de cuatro , cinco o más ejes (C-3)

2.7.1. REMOLQUES (R):

Este tipo de vehículos cuenta con una unidad completa remolcada.

Tabla 6. Características por tipo de vehículos.

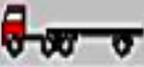
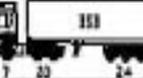
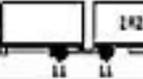
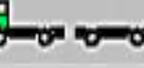
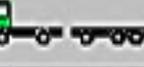
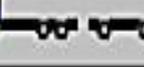
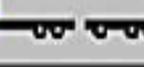
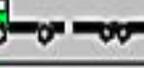
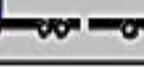
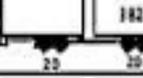
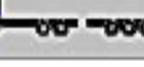
Vehículos de diseño	A	B	C	D
Altura máxima (m)	2.40	4.10	4.10	4.30
Longitud máxima(m)	5.80	13.00	20.00	>20.50*
Anchura máxima (m)	2.10	2.60	2.60	3.00
Radio mínimo de giro(m)				
Rueda interna	4.70	8.70	10.00	12.00
Rueda externa	7.50	12.80	16.00	20.00
Esquina extrema delantera	7.90	13.40	16.00	20.00

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Publicas.(MTOB)

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL TIPO DE VEHICULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN			PESO MÁXIMO PERMITIDO (Tm.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
						Longitud	Ancho	Alto
2 D				CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
20A				CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
20B				CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3A				CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4C				CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10
4 O				CAMIÓN CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10
V2DB				VOQUETA DE DOS EJES 8 m ²	18	12,20	2,60	4,10
V3A				VOQUETA DE TRES EJES 10-14 m ²	27	12,20	2,60	4,10
VZS				VOQUETA ZS DE 3 EJES 15 m ²	27	12,20	2,60	4,10
T2				TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3				TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10
S3				SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	3,00	4,30
S2				SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	3,00	4,30
S1				SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	3,00	4,30
R2				REMOLQUE DE 2 EJES	22	10,00	3,00	4,30
R3				REMOLQUE DE 3 EJES	31	10,00	3,00	4,30
B1				REMOLQUE BALANZADO DE 1 EJE	11	10,00	3,00	4,30
B2				REMOLQUE BALANZADO DE 2 EJES	20	10,00	3,00	4,30
B3				REMOLQUE BALANZADO DE 3 EJES	24	10,00	3,00	4,30

Fuente: Ministerio de transporte y obras publicas (MTOB)

Tabla 7 Nacional de Pesos y Dimensiones: "Posibles combinaciones"

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
251			29	20,50	2,60	4,30
252			38	20,50	2,60	4,30
253			42	20,50	2,60	4,30
351			38	20,50	2,60	4,30
352			47	20,50	2,60	4,30
353			48	20,50	2,60	4,30
292			40	20,50	2,60	4,30
293			48	20,50	2,60	4,30
392			48	20,50	2,60	4,30
393			48	20,50	2,60	4,30
201			29	20,50	2,60	4,30
202			38	20,50	2,60	4,30
203			42	20,50	2,60	4,30
301			38	20,50	2,60	4,30
302			47	20,50	2,60	4,30
303			48	>20,50	3,00	4,30

Fuente: Ministerio de transporte y obras publicas (MTOPI)

2.8. Sobre ancho.

La evaluación del sobre ancho no se requiere para vías de dos carriles y dos sentidos si el ancho de la calzada en recta es mayor a 7 metros, a excepción de las curvas con un delta de 120 grados. Estará limitada a curvas de radio menores a 160 metros. El sobree ancho debe preverse en la parte interior de la calzada y la demarcación del pavimento se hará con base en la calzada ensanchada.

En las vías de tercer orden puede usarse la relación $s = 32/R$ y se multiplica por los números de carriles y la cantidad de ancho adicional requerido se incrementa de acuerdo a la longitud del vehículo de diseño y derecho con el incremento del radio de curvatura.

Este sobree ancho corresponde a la medida de holgura que proporciona más seguridad y comodidades al momento de dar un giro los vehículos, se estima que el valor mínimo del sobre ancho sería de 30 centímetros para vehículos con velocidades hasta de 50 km por hora y si se trata de velocidades mayores a las mencionadas la medida del diseño se sobrestima 40 centímetros como se muestra en los siguientes datos.[20].

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	2	3	4	3	4	6
1	3.000	a	8.000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1.000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Cuadro No 13. Valores de diseño en las gradientes longitudinales máximas (porcentaje)

2.8.1. ALINEAMIENTO VERTICAL.

Este tema trata con la velocidad de diseño y su importancia es igual de importante que el alineamiento horizontal denotando las magnitudes necesarias para poder aprovechar al máximo las longitudes y dimensiones a lo largo y ancho de la vía.

2.8.2. PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS.

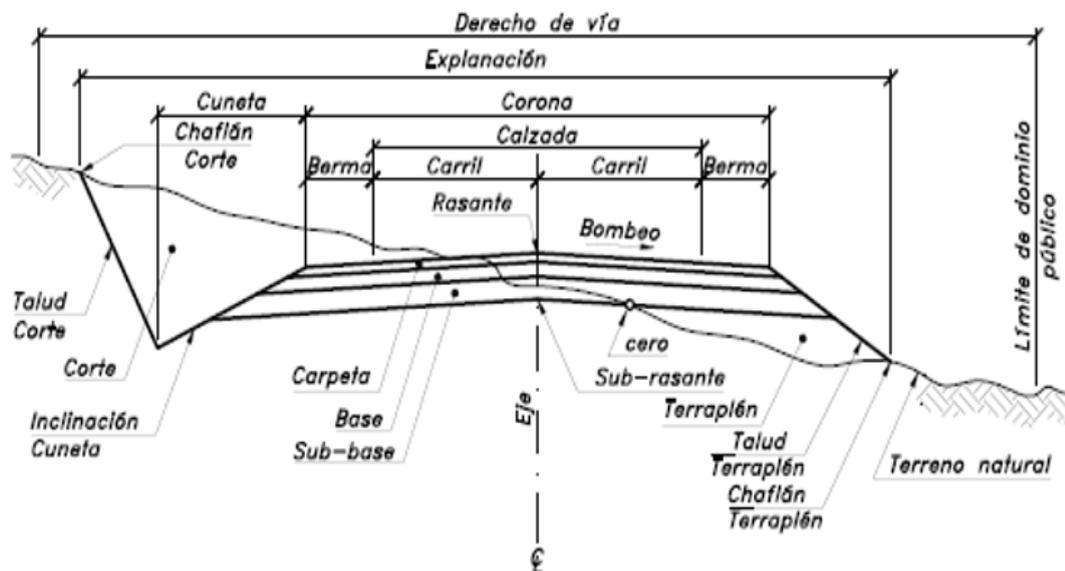
Es la inclinación de la línea de máxima pendiente de una vía y esta se da en cualquier parte de la plataforma y su valor no será menos que cinco décimas por ciento ($>0,5\%$). Mientras las pendientes mínimas es la altura de referencia y facilita la operación de los vehículos.

2.9. SECCION TRANSVERSAL.

Es la inclinación en su plano transversal, esta inclinación en las curvas se llama peralte cuyo objetivo es compensar la aceleración centrífuga y no obstante en las líneas rectas también se determina este tipo que compensa la aceleración y se denomina bombeo y tiene como objetivo principal es evacuar las aguas superficiales producidas por las descargas de lluvias.

Esta sección está dada en función del volumen de tráfico y los tipos de vehículos, condiciones de terreno y también la velocidad de circulación con el objetivo de dar seguridad y comodidad al manejar el vehículo.

2.10. ANCHO DE UNA SECCIÓN TRANSVERSAL



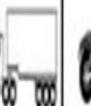
Este factor de las vías tiene como meta evitar el desgaste demasiado excesivo de la calda al por las cargas horizontales producidas por el paso de los vehículos y su vez debe ser económicamente factible para el proyecto.

Tabla 7. Ancho de la calzada.

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

2.11. FORMATO PARA AFORO VEHICULAR

Tabla 8 modelo para el apunte del aforo

VEH. LIVIANOS (2 EJES SIMPLES)			VEH. PESADOS (2-3 EJES)				VEH. EXT. PESADOS			MOTOS	OTROS	
			BUSES		CAMIONES		CAMIONES					
AUTOMOVILES	CAMIONETAS	JEeps	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS 2 EJES	3-4 EJES	5 EJES	6 EJES			
												

2.12. ESPECTRO DE CARGA.

El espectro de carga parte del análisis del aforo vehicular y la calificación de tipo vehicular, dentro del gran número de factores es uno de los más importantes para el análisis estructural de diseño de pavimentos, el tránsito vehicular es uno de los más importantes para el diseño de pavimentos y poder ofrecer altos desempeño en términos de durabilidad.

La importancia de este factor es mayormente en vías de alto y muy alto tránsito como sucede en vías de primer orden del país. Aunque no exclusivamente en un gran porcentaje de vehículos son de gran carga y muy pesados. Esos pesos máximos por eje que se cuantifican son valores reales y se los podría considerar como valores de diseño y la autoridad correspondiente es responsable de su disenso.

Todos los diseños estructuras de las vías de tráfico pesado deben contar con un espectro de carga conociendo la información del aforo y tipo de vehículos que transitan por la misma para de esta forma se realice un buen diseño y evitarse problemas de deterioro de asfalto en un futuro. [21]

2.13. PAVIMENTO

El pavimento es una estructura dura y lisa que se apoya sobre la subrasante de una vía y está conformada por un conjunto de capas granulares y una capa de rodadura. Esta estructura debe ser capaz de soportar las cargas generadas por el tránsito y las condiciones ambientales, además debe brindar una superficie resistente y duradera que permita un tráfico seguro y confortable de vehículos.

Los métodos comunes para clasificar los asfaltos están basados en los ensayos de penetración y viscosidad aunque tienen como desventajas la clasificación de diferentes tipos no tomando en cuenta las diferentes cargas y temperaturas del mismo, el sistema PG se basa en el diseño del pavimento de acuerdo a las condiciones que estas necesitan ya sea condiciones climáticas, temperatura del pavimento y envejecimiento del mismo, tomando en cuenta estas condiciones se realiza el correcto diseño del pavimento para que cumpla con su trabajo de duración y modelo esperado para un buen trabajo en las vías.[22]

2.13.1 . PAVIMENTO RIGIDO.

Es un conglomerado que está conformado por una losa de concreto sobre una base de la vía o en ocasiones está colocado directamente sobre la subrasante de la vía ,esta losa se encarga de

transmitir directamente al suelo las cargas de los vehículos y los minimizar los esfuerzos haciéndola más resistente y duradera.[23]

Estás, está formado por una capa de concreto hidráulico con o sin pasa juntas y estos pavimentos se componen básicamente de la losa y la subrasante para formar la vía o denominada capa de rodadura.

2.13.2. PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible es una estructura que está conformada por las siguientes capas:



El material usado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación terrestre , se cree que el pavimento viene de la antigüedad romana y era usada para la comunicación y hacer más fácil la unión del imperio con los diversos puntos adyacentes del mismo.

Está conformado por una mezcla asfáltica y de concreto ya que estos son los materiales más usados para un buen rendimiento y que soporte las cargas horizontales producidas por el uso vehicular y prevenir los deslizamientos en las calzadas o sufrir grandes daños.[24]

2.14. IMPORTANCIA DEL PAVIMENTO.

debido a que un gran porcentaje de accidentes viales son generados por el deterioro de las vías detectados en la capa de rodadura ya que no afecta directamente en su estructura y

debido a estos problemas son provocados a más de accidentes un desgaste vehiculares y problemas en cuestión de economía para los usuarios

Como requisito para que el pavimento funcione adecuadamente se encuentran los siguientes:

- § Ser resistente a las cargas ejercidas por el parque automotor
- § Resistir los procesos climáticos, biológicos y atmosféricos
- § Tener una superficie homogénea y que se adapte a las velocidades requeridas para cada tramo
- § Asegurar la comodidad y seguridad de los usuarios
- § La durabilidad del pavimento debe ser consecuente a su periodo de diseño
- § Garantizar un correcto drenaje que complemente la función del pavimento

De forma general existen las siguientes familias de pavimentos:

- § Flexibles
 - § Con capas asfálticas gruesas
 - § Con capas tratadas con ligantes hidráulicos
 - § Con estructuras mixtas
 - § Con estructuras inversas
- § Rígidos
- § Articulados o de adoquín
- § Semirrígido

2.15. DEFORMACIONES EN PAVIMENTOS.

Estas se dan por un número de constantes como son el tráfico vesicular, el clima, las características de los materiales usados el estudio del suelo entre otros se consideran determinaste en el diseño de pavimentos.

Estas son causadas a lo largo de la trayectoria longitudinal de la via de circulación de vehículos, se encuentran exactamente ubicados por las huellas que dejan los neumáticos por donde transitan los vehículos y se da por l acumulación de pequeñas deformaciones permanentes producidas por aplicaciones de cargas producidas por los vehículos a su paso sobre la superficie del pavimento.

Las deformaciones se caracterizan principalmente por una sección transversal de la superficie que una vez deformada ya excede el límite plástico y ya no regresa a ocupar su lugar original y relacionado a temperaturas altas , por eso se necesita de una elaboración de mezclas asfálticas con un cemento asfáltico consistente lo más próximo posible a sólido elástico o también a temperaturas altamente dadas.[25]

2.16. Carpeta asfáltica: Está compuesta por mezclas asfálticas y materiales pétreos. Esta capa recibe directamente las cargas vehiculares y los efectos ambientales como la lluvia y la radiación solar. Proporciona una superficie cómoda y segura para el usuario de la vía, además sirve como una capa impermeabilizante que protege las demás capas. [26]

Esta carpeta es la encargada de proporcionar la superficie de rodamiento para los vehículos y seguridad, a su vez debe cumplir con las especificaciones para la absorción de las cargas horizontales que producen a diarios el paso vehicular, estas capas están compuesta de diversos materiales como son:

- Material asfáltico. Puede ser cemento asfáltico (AC-2.5, AC-5, AC-10, AC-20, AC-30 y AC-40. ...
- Emulsión **asfáltica**. ...
- Agregados pétreos.

2.17. ESTUDIO DE SUELOS.

El suelo es un material extremadamente variable debido a su naturaleza de origen geológico y también debido al proceso de su formación, por esta razón se produce una gran incertidumbre al momento de realizar el diseño del proyecto . si las propiedades geotécnicas de los suelos y la roca no son estudiados adecuadamente se corre el riesgo de una pérdida económica y perdida de tiempo, estos riesgos se pueden omitir si se lleva a cabo un buen estudio de los suelos.[

Estos estudios son importantes porque nos permiten conocer sus características que componen las capas del suelo y también las capas freáticas, tomando las normas de base para establecer las alturas en las zonas de trabajo y poder construir nuestro proyecto [27].

Determina que es suelo es una capa de material térmico homogénea cuyo propiedades son influenciadas por los cambió de humedad y densidad. Estos suelos se pueden determinar

según las AASHTO. Determina que en esta clasificación debemos obtener los resultados del límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y materiales que pasan por el tamiz 10,40,200.

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of Highway and Transportation Official designacion ASTM D -3282: método AASHTO M145) es uno de los primeros sistemas de clasificación de los suelos, desarrollados por Terzaghi y Hogentolger en 1928.

Este sistema pasó por varias revisiones y actualmente es usado para propósitos de ingeniería civil que están enfocados más en el campo de las carreteras como la construcción de terraplenes, bases, subbases y subrasante de carreteras.

2.17.1 Base: Es una capa granular ubicada bajo la carpeta asfáltica, su función es distribuir los esfuerzos generados por el tránsito hacia las capas inferiores.

2.17.2. Sub base: Es una capa granular construida con materiales más económicos que los de las anteriores capas, esta capa está diseñada para darle facilidad a la vía al drenaje del agua que pueda filtrarse por la superficie o ascienda por capilaridad.

2.17.3. Subrasante: Es la superficie que está diseñada para soportar la estructura de pavimento, está compuesta por terreno natural aunque en ocasiones es necesario el mejoramiento en las características del terreno para lo cual se requiere un análisis para determinar el proceso de mejoramiento. [28]

2.18. ENSAYO DE CBR.

El ensayo de CBR se realiza para evaluar la capacidad portante de los suelos compactados mide la resistencia cortante de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controlada de los suelos como terraplenes, capas de firme y explanadas entre otras así como determinación de los terrenos.

Las siglas CBR significan Californian Bearing Ratio y proviene de que este ensayo fue desarrollado, antes de la segunda guerra mundial, por el Departamento de Transportes de California.

La prueba de CBR consiste básicamente en un terreno en moldes sumergido en agua aplicando cargas mediante un martillo compactador normalizado y se rige por la norma ASTM 1883 o por la norma UNE 103502 entre otras.

La prueba de CBR se realiza para determinar las cargas utilizando la aplicación de un pistón circular de 19.35 cm^2 para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1.27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.

Mediante este proceso realizado a la muestra de terreno para obtener como se llama índice de CBR que es la relación entre la carga determinada y la que se obtiene por el mismo procedimiento para una muestra de roca triturada. El resultado se expresa en porcentaje.

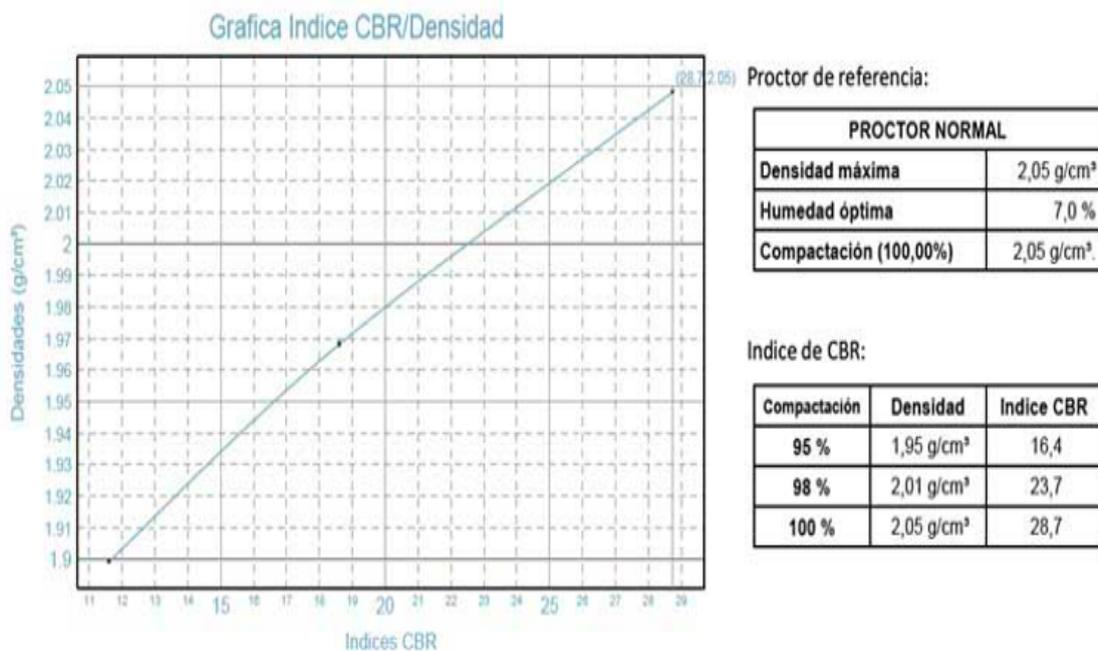
El procedimiento de prueba de CBR consta de los siguientes pasos:[29].

1. Determinación de la humedad óptima y densidad máxima de las muestras de suelo mediante el ensayo de proctor modificado o normal.
2. Añadir agua a una muestra de suelo para alcanzar la humedad óptima.
3. Compactar la muestra en tres moldes CBR estandarizados de 15,24 cm de diámetro y 17,78 cm de altura. La muestra se compacta en 3 capas por molde siendo la energía de compactación de cada molde de 15, 30 o 60 golpes por capa mediante una maza de 2,5 kg que se deja caer libremente desde una altura de 305 mm.
4. no se sumerge la muestra).
1. Colocación de la placa perforada y el vástago así como los pesos necesarios para calcular la sobrecarga calculada.
2. Posteriormente se enrasa el molde, se desmonta y se vuelve a montar invertido.
3. Se sumergen los moldes en agua (en algunas modalidades de ensayo
4. el trípode de medida sobre el borde del molde, coincidiendo con el vástago del micro comparador.
5. Toma de medidas diarias del micro comparador durante al menos 4 días.
6. Sacar la muestra del agua, escurrir y secar exteriormente.
7. Aplicar la carga sobre el pistón de penetración mediante la **prensa CBR** y tomar las lecturas de la curva presión penetración.

8. Una vez finalizado el ensayo se debe presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR similar a la mostrada a continuación. También conviene mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.[30].

Tabla 9. Ensayos de C.B.R..

	1	2	3
Energía compactación (%)	100% (60 golpes)	50% (30 golpes)	25% (15 golpes)
Densidad (g/cm ³)	2,05 g/cm ³	1,97 g/cm ³	1,90 g/cm ³
Humedad (%)	6,9 %	6,6 %	6,6 %
Absorción (%)	3,8 %	3,9 %	4,2 %
Hinchamiento (%)	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	28,7	18,6	11,6



Cabe comentar que el **índice CBR** no es una propiedad intrínseca del suelo si no que depende de las condiciones de humedad-densidad del suelo.

También puede calcularse el CBR in situ sobre el terreno natural o en laboratorio sobre muestras inalteradas.

No obstante, los resultados y **valores CBR** hay que tomarlos con cierta precaución puesto que es un ensayo que presenta cierta dispersión de resultados (al igual que el SPT), no refleja las condiciones a las que estará sometido el suelo y es una prueba poco fiable para suelos con CBR elevados.

A pesar de lo anterior es un ensayo muy habitual y suele correlacionarse con el módulo de elasticidad del suelo. A continuación, se presenta una de las relaciones más habituales.

$$E=65 \cdot (\text{CBR})^{0,65} \text{ (en Kp/cm}^2\text{)}$$

CAPÍTULO III

3.1. PROCESO METODOLÓGICO.

3.2. DISEÑO O TRADICIÓN DE INVESTIGACIÓN SELECCIONADA.

para el diseño estructural de vías se debe realizar muchos análisis para una obra de calidad, eficiente y que gran utilidad y durabilidad, en el proceso de diseño de toma como base el sistema AASHTO es el sistema que se usa para el análisis del suelo, la estructura y sus componentes para el uso del mismo y para la creación de carreteras que es nuestro caso.

Mediante este sistema podemos conocer todas las características del suelo en que realizaremos nuestra obra, saber qué capacidad posee y que tipo de material y a su vez si necesitamos un mejoramiento del mismo.

se procedió a realizar una investigación teórica de las vías que se procederá a estudiar y posteriormente a diseñar, se toma muestras del suelo conocidas como calicatas donde se procede a tomar muestras de suelo a diferente profundidad, como son de 0,50 metros , a 1 metro y a 1,50 metros de profundidad en una diferencia de longitud de 100 metros.

Para el diseño de pavimento se tomó en cuenta el sistema marshall para un adecuado proporcionamiento de asfalto de la vía, excelente para el trabajo. siguiendo con el procedimiento de toma de información de las muestras y realizados los diferentes procesos para determinar el esfuerzo cortante del suelo.

3.3. Proceso de recolección de datos de la investigación

para este trabajo de diseño de estructuras de diferentes vías se procedió a la toma de información, datos específicos de las vías en estudio como son tipos de suelos, ensayos de laboratorio como también del C.B.R. para poder determinar los diferentes espesores que se le determina a la estructura de la vía comenzando por un mejoramiento si su estudio lo amerita, usando un material granulado con un espesor de 60 a 70 cm , su base la cual también se usa un material granular y subrasante y sub-base , determinando por último el espesor de la capa de rodadura de la vía definitiva que varía de 5 a 8 cm de espesor. todo esto se determinó mediante los siguientes tipos de investigaciones.

investigación teórica donde recolectamos información esencial de la vía y un reconocimiento del lugar, conociendo su ubicación en el mapa también su características geología y topografía de la zona, como el uso de la vía, producción del lugar, etc.

investigación aplicada llevado de la mano con la información obtenida en la investigación teórica se lleva a cabo la fase de toma de datos actualizados como realizar un aforo vehicular para poder determinar el tipo de vía y también toma de muestras de suelo para la realización de ensayos en el laboratorio y determinar la estructura de la vía.

3.4.sistema de categorización en el análisis de los datos.

En proceso de categorización de la información obtenida por el estudio del proyecto vial tomamos en cuenta las principales bases de la información y la clasificamos por orden de estudio, se clasifica la información obtenida tanto en la investigación teórica como la que se obtuvo en la investigación práctica , los datos que salieron de los diferentes ensayos y se los tabula en una tabla de valores para su mayor interpretación y seguimiento de los pasos que se tomaron para realizar el proyecto final.

categorias	subcategorias	descripcion
recoleccion de informacion	ubicación	El lugar donde se realizará el proyecto, y sus coordenadas en el mapa
toma de muestras	recolección de datos	investigación del proyecto y sus características del lugar y su poblacion
	foro vehicular	información del aforo y determinación del tipo de vía que se construirá o mejorara
	calicatas	excavación de calicatas a una profundidad determinada para la obtención del material
tabulación	material	tratado del material para los diferentes ensayos en el laboratorio de suelos y pavimentos y determinación de los mismos
	datos	obtención de datos luego de los ensayos
	resultados	emparejamiento de los datos obtenidos para el diseño
	comparación	comparar y verificar si se cumple con el diseño deseado
	aprobación	si es factible se aprobará caso contrario se corregirá el proyecto
conclusiones	estructura	la estructura de la vías que necesitan una reestructuración
	mejoramiento	mejoramiento de la carpeta asfáltica de las vías

3.2. VÍA DE PRIMER ORDEN.

“AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA MACHALA – SANTA ROSA (VÍA A BALOSA), DEL CANTÓN MACHALA Y CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO”

3.2.2. Generalidades

Para las provincia de El Oro el desarrollo es fundamental y por ende es necesario crear y mejorar en el campo vial para un desarrollo económico y social que permita a la población bienestar y seguridad en carreteras. La creación de carreteras en el país es muy importante para el desarrollo social de los pueblos, esto nos permite el comercio e intercambio entre pueblos dentro del país y fuera de él mejorando la economía.

La vía Machala – intersección con la vía troncal E-25 (Vía a Balosa), es una vía de gran afluencia e importancia para el Cantón Machala; con la finalidad de crear carreteras de gran estado la Prefectura de El Oro, trabajo en los análisis de la vía y las condiciones actuales en que se encuentra su estructura para su mejoramiento de la misma, esto es con el fin de que los ciudadanos tengan una obra de confianza y de calidad para el enlace entre los pueblos.

Las condiciones actuales de la vía son que presenta deterioros en la capa de rodadura provocando un malestar en los usuarios de la misma, este problema causa que los vehículos que transitan dicha vía contraigan danos de manera seguida en su uso, reducen su velocidad causando que le lleve mas tiempo en su viaje, también requiere de señalización ya que las contaban se han perdido con el paso del tiempo produciendo inseguridad en la vía.

Como información básica se tomó la información de la base de datos del plan vial de la prefectura de El Oro, los datos de tráfico obtenidos del plan vial de la prefectura para la vía Balosa, fueron corroborados mediante un muestreo durante un periodo de tiempo de 7 días durante una semana. Obteniéndose un volumen de tráfico existente (TPDA), se concreta con la necesidad de un proyecto de ampliación de la vía de dos carriles a cuatro carriles de circulación, dos por cada sentido.

3.2.3. CARACTERÍSTICAS Y ESTADO ACTUAL

Actualmente las condiciones de la carretera no permiten un tráfico vehicular continuo y seguro, esta via contiene condiciones que no son aptas para un circulación eficiente y más que todo segura para los

usuarios esta problemática provoca daños a los autos e influye en la economía y también en la salud asumiendo que se pudiera provocar algún accidente, por ende esto afecta económicamente en el transporte de la producción bananera, camaronera, agropecuaria y de muchos agricultores y demás usuarios de la vía.

Las condiciones actuales de la vía en el presente provocan el problema que los vehículos no puedan transitar de manera continua ya que la vía posee un ancho de **6.80 -7.00 metros de ancho** y por motivo de la geometría actual debido a que la construcción de esta obra data de hace 20 años atrás, con el aforo vehicular de ese tiempo muy diferente del aforo actual se nota el crecimiento del aforo y con ello la necesidad de una ampliación de la vía que satisfaga la demanda actual y apagar las inseguridades como los accidentes de tránsito que se tornaban seguidos, la vía tiene una particularidad que existe un puente en el sector del sitio Guarumal de lo cual esta cuenta con dos curvas que se aproximan al puente en ambos sentidos sin peralte lo de cual se torna demasiado peligroso circular a velocidades mayores o iguales a la de su diseño geométrico.

Mediante el conteo vehicular realizado por actualizar los datos de los vehículos que ahora circulan según 3 sectores fundamentales de la vía en sus **14.27 km**, el ancho actual hace que se torne peligrosa en el trayecto debido a que los conductores debes de reducir la velocidad casi ala mitad de lo permitido para no provocar un accidente y preservar su vida y su vehículo, debido a esto el tiempo que deberían transcurrir la vía se prolongaba mucho debido a que no se podría transitar a velocidades mayores a **60 Km/hora**, para evitar daños en los vehículos por falla en la estructura del pavimento y en varios sectores falta de señalización y de iluminación que casi se tornaba intransitable por las noches en las noches y esto causa que se produzcan los accidentes.

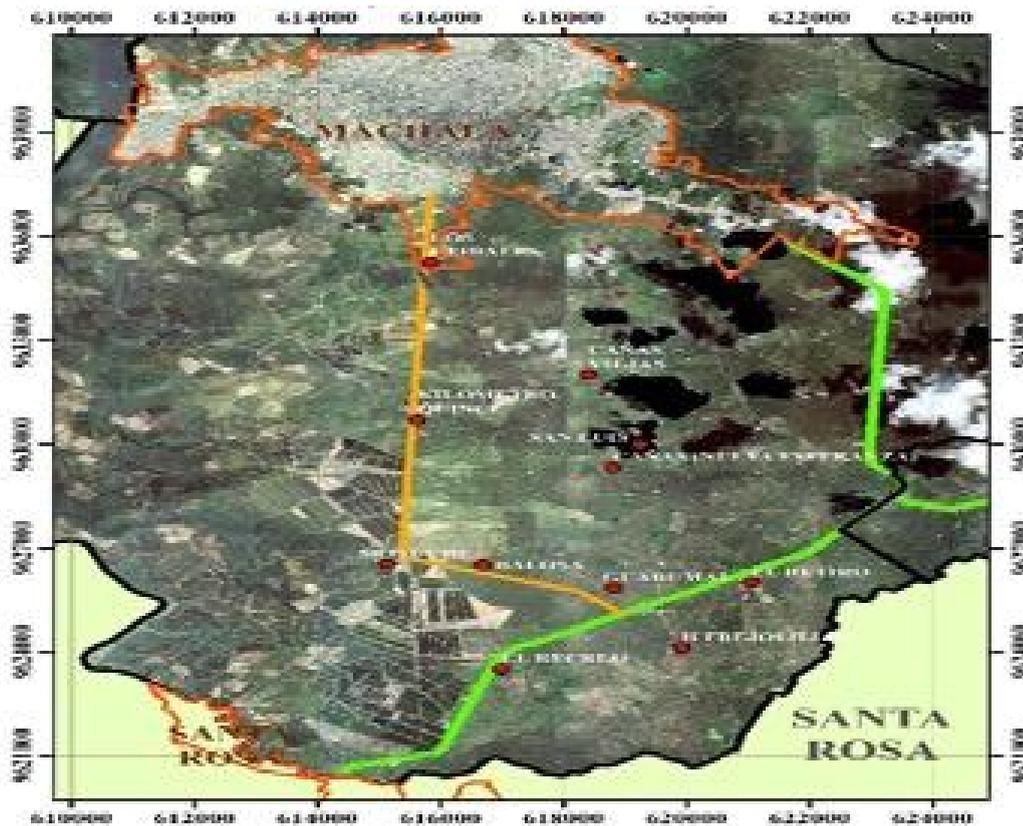
- Pavimento en un avanzado deterioro.
- En algunos sectores presenta un deficiente trazado geométrico horizontal
- El sistema de drenaje es regular con canales paralelos a la vía en los dos lados, en cuanto a las alcantarillas existentes, han sido evaluadas y serán ampliadas de acuerdo a su evaluación.
- El ancho actual de la calzada es de 6.8 a 7.00 m., con espaldones de 0.35 m.
- A lo largo del trazado existen construcciones, que en algunos casos se asientan muy cerca del borde de la vía.

En sectores no existe la debida señalización vial o es deficiente.

3.2.4. UBICACIÓN DE LA VÍA

La vía Machala – intersección con la vía troncal E-25 (Vía a Balosa) es prioritaria dentro de la Provincia de El Oro y del Cantón Machala, esta vía se categoriza como un Eje Estratégico Principal Cantonal, dentro del inventario del plan vial de la prefectura se considera como una vía ya de I orden por la afluencia de Vehículos que circulan.

COORDENADAS WGS 84			
VÍA MACHALA – INTERSECCIÓN CON LA VÍA TRONCAL E-25 (VÍA A BALOSA)			
ABSCISA DE INICIO		ABSCISA FINAL	
0+000		14+268.96	
LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
9637174.126	615823.457	9621001.411	615473.442



Vista ubicación de la vía a Balosa

3.2.6. Duración de la obra.

Este proyecto se llevará a cabo en un tiempo de 18 meses que están planificados para lograr efectuar la construcción de los 14.27 kilómetros considerando un ancho de 22.6 metros que constan de la vía.

3.2.7. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y MARCO TECNOLÓGICO.

El Gobierno en curso a cargo de la provincia de el Oro con el propósito de mantener las obras viales en excelentes condiciones que es el estado primordial para un buen sistema económico y social que impulsa el desarrollo de los machaleños y sus adyacentes en la

provincia, con el proyecto de mejoramiento de vías promueve el trabajo de mejoramiento y ampliación de las vías.

La metodología del estudio del presente proyecto vial tomamos de base las evaluaciones de campo y los análisis, más muestras, los cálculos, el diseño del proyecto basado en las necesidades y los resultados que se presentan.

La hidrología superficial, el diseño hidráulico y el drenaje de carreteras. Son los principales problemas en la superficie del proyecto, para ellos nos guiaremos en las normas todo esto se fundamenta en las recomendaciones, regulaciones y normas emitidas por el MTOP para este tipo de estudios en el país.

Para la continuación del proyecto se toma como base el ya existente, solo nos enfocamos en la continuación del trazado ya realizado, para un mejor funcionamiento del drenaje de las aguas lluvias y eliminar problemas en la carpeta asfáltica nos enfocamos en el mejoramiento de problemas en las gradientes para mejorar su funcionamiento.

Debido a las circunstancias se tomó las medidas de una visita de campo y reconocimiento de la zona para la verificación y detectar de los problemas existentes en la vía como son los elementos de drenaje y estado de la zona. Usando el equipo de levantamiento topográfico se obtuvo el polígono original y sus perfiles de relieve, conocimientos de hidrología las cunetas laterales y otros elementos que conforman la vía. Posteriormente, se recopiló la siguiente información necesaria para el desarrollo de los diferentes tópicos del estudio:

- Cartografía a escala 1: 250000, para la masificación y definición de las áreas de aporte a los diferentes elementos de drenaje con sus correspondientes parámetros físicos y morfo métricos.
- Información hidrometeorológica necesaria para caracterizar el clima de la zona, cuantificar el escurrimiento máximo y valores de representatividad para la zona.
- Información relativa al estudio hidrológico, útil para cálculos hidrológicos indirectos, datos provenientes de los estudios realizados para el Puente sobre el estero Motuche.

Terminada la recopilación de información se procedió a realizar los respectivos cálculos y poder determinar capacidad hidráulica de las alcantarillas escurrimiento de aguas lluvias propuestas, que se concentraron en los siguientes puntos:

- Los drenajes de área de aporte mínima, se establecieron directamente en los planos viales, aceptándose un valor constante de superficie.
- Para definir la esorrentía superficial máxima, se calculó las intensidades de precipitación utilizando las ecuaciones pluviométricas, de la publicación más actualizada del INAMHI, aceptada en las Normas de Diseño del MTOP. Los valores de intensidad diaria, se obtuvieron directamente de las cartas de isolíneas, correspondientes a un período de retorno de 25 años, para Obras de Arte Menor.
- La determinación del escurrimiento superficial máximo, en obras de arte menor, se basó en la utilización del método racional, para áreas menores a los 10 Km², en base a una hoja electrónica, donde se incluyen todos los cálculos intermedios.

3.2.8. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Tomando en cuenta el aforo del tráfico que se efectúa en la vía se toma en cuenta la seguridad del diseño de la vía para un traslado seguro y continuo, por consiguiente, a su aplicación en el mejoramiento de las carreteras existentes.

Incremento del volumen de tráfico:

- Ampliación de carriles que aumente la capacidad de circulación vehicular.
- Mejora en los alineamientos mediante rectificaciones, adecuados a parámetros geométricos congruentes.

La vía objeto de intervención se justifica con el fin de mejorar la conectividad de la Red Vial Provincial basándose en su planificación de intervención vial. Una vez analizado la situación actual de la vía y la importancia que representa para el desarrollo de la provincia es evidente la necesidad de generar los estudios de ampliación y mejoramiento para lograr alcanzar un nivel de servicio óptimo, de acuerdo al uso y demanda de circulación de la vía.

De acuerdo con la demanda registrada en la vía y los problemas de capacidad de circulación se determina la ampliación de la vía de 2 a 4 carriles de circulación, consiguiendo dos carriles por cada sentido.

3.2.9. Criterios generales para la rehabilitación y mejoramiento de la vía Balosa.

- Hasta donde sea posible se aprovechará la infraestructura vial existente.
- A continuación, se mencionan los criterios generales para el diseño de rehabilitación y mejora de la vía Balosa:
- Se intentará cumplir en lo posible los criterios de diseño geométrico correspondientes a carreteras nuevas.
- Se garantizará la distancia de visibilidad de parada y una longitud suficiente con visibilidad de adelantamiento.
- Las rectificaciones deberán ser completas y obedecer a estándares congruentes en sus alineamientos horizontal, vertical y en sección transversal.
- Se Corregirán los accesos peligrosos a los puentes existentes
- En el mejoramiento se considerarán aspectos estéticos, paisajísticos y ambientales.
- Se deberá garantizar la máxima eficiencia de los sistemas de drenaje.

Bajo estos criterios y antecedentes se concluye, en realizar los trabajos adecuados para garantizar los niveles de servicio que demanda la vía y su uso requiere.

3.2.10. Condicionantes para el diseño geométrico del mejoramiento

El proyecto de mejoramiento de la vía se lo realiza con el fin de garantizar su comodidad y seguridad cumpliendo con las normas y el diseño como de una vía nueva y renovada cumpliendo con los mínimos requerimientos de diseño geométrico de una vía nueva.

3.2.12. Evaluación de la capa estructural de la vía

La vía en la actualidad se encuentra deteriorada y en malas condiciones y este problema provoca que los vehículos se deterioren más rápido y pierdan su tiempo de traslado.

La revisión que se llevó a cabo a la vía para determinar las condiciones en las que se encuentra la estructura y con los datos realizados en el laboratorio de suelos analizando su capa de rodadura , se pudo constatar que necesita un remodelación estructural de la vía.

Estado actual de la vía.



Desprendimientos de la carpeta asfáltica

3.2.14. Ingeniería y diseño vial.

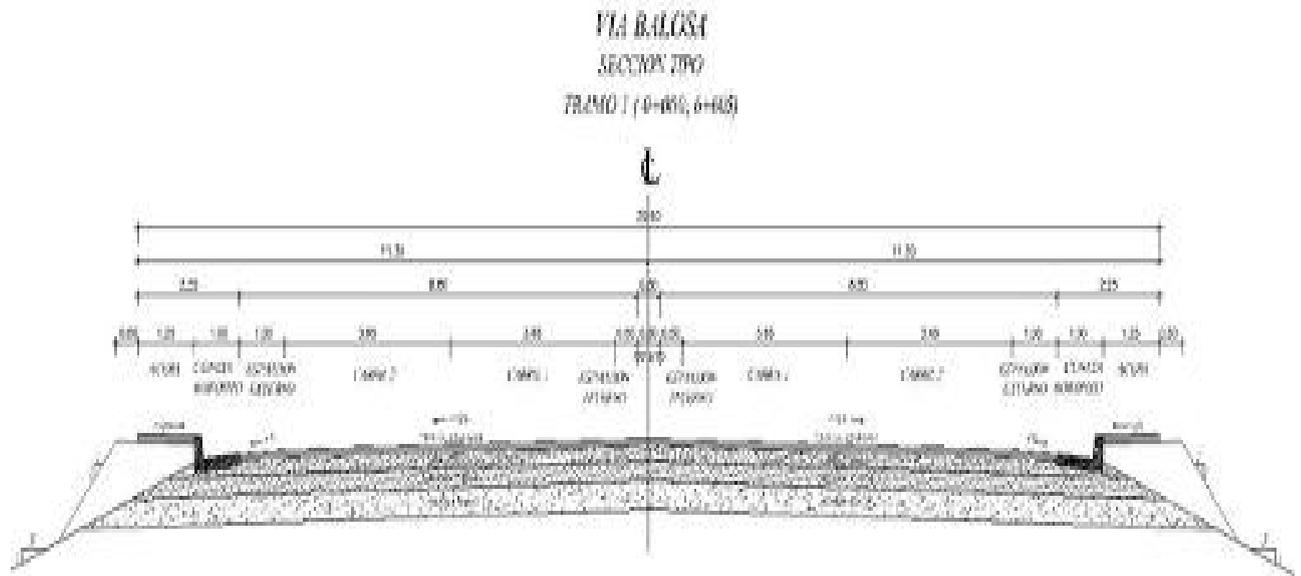
Es muy importante para los proyectos viales tomando en cuenta detalles que debemos tomar con cuidado, cuando se piensa en el trazado de la calzada nos referimos a la sección tipo de una carretera como los carriles ,sobran anchos ,curvas. La vía a Balosa según criterio técnico, Se determinó que la vía necesita una ampliación y mejoramiento en su calzada, debido al uso y las inclemencias del clima se ha llegado a deteriorar en su capa y precisamente esa problemática se debe corregir y mejorar.

Las secciones de la vía son determinadas a las características y aplicando las normas del MTOP 2003

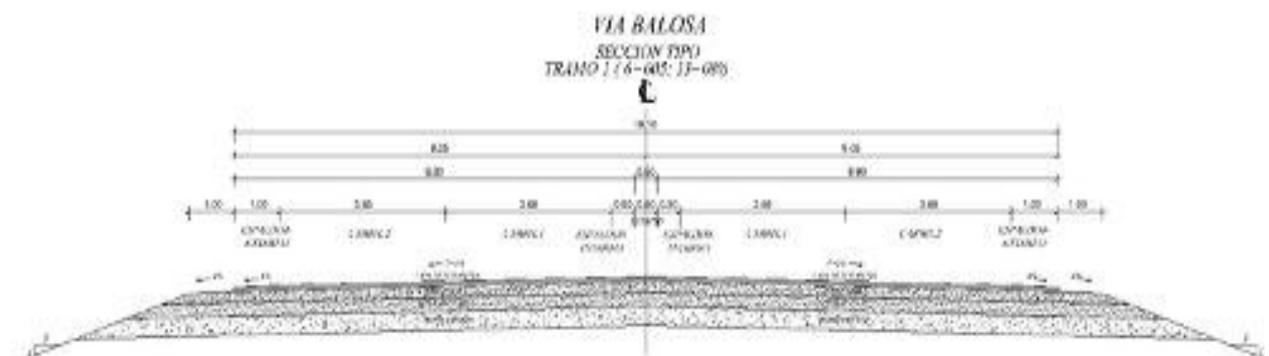
3.2.15. Sección típica tramo 1 (0+000; 6+605)

El primer tramo está considerado desde el 0+000,00 hasta la 6+605,00 con un ancho de vía incluido aceras de 22.60 con una protección de 0.50 cm por cada lado, la estructura del

pavimento en los espaldones se coloca el tendido del material con una relación de 3 a 1 para tener una mayor contención del material y para las zonas donde existan aceras de 1 a 1.



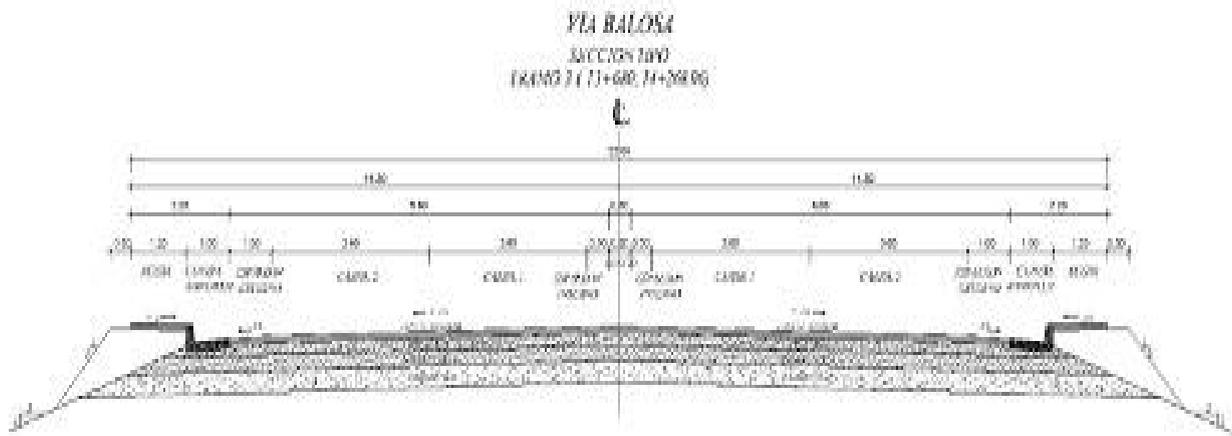
El segundo tramo está considerado desde el 6+605,00 hasta la 13+680,00 con un ancho de vía sin aceras y cunetas es de 18.10 con una protección de 1.00 cm por cada lado la estructura .del pavimento se coloca tendido el material es de 3 a 1 para tener una mayor contención del material.



Sección típica tramo 3 (13+680; 14+268.96)

El primer tramo está considerado desde el 13+680,00 hasta la 14+268,96 con un ancho de vía incluido aceras de 22.60 con una protección de 0.50 cm por cada lado la estructura del pavimento se lo coloca tendido el material es de 3 a 1 para tener una mayor contención del material y para las aceras de 1 a 1.

Así mismo se determina que las condiciones geométricas de la misma requieren rectificaciones para cumplir con los requerimientos mínimos de la normativa vial, por lo que habrá modificaciones en el trazado de la misma, manteniendo en lo posible la geometría existente, tomando el centro de la vía como el eje actual distribuidos en sus distintos elementos como se aprecia en la sección típica adjunta.



Esta ampliación reúne las condiciones necesarias para satisfacer la demanda de los usuarios de la vía y garantizar la seguridad y comodidad que se requiere.

3.2.16. TRÁFICOS.

3.2.16.1. Demanda Vehicular Actual y Futura

Para comprobar la demanda vehicular de la vía se realiza el estudio de tráfico para la Vía Machala – Intersección con la vía troncal E-25 (Vía a Balosa)

3.2.16.2. Tráfico existente

El tráfico vehicular existente (TPDA) y sus características, se han tomado mediante la realización de un aforo de tráfico de 1 hora en horas de mayor afluencia de la Vía Machala - Intersección con la vía troncal E-25 (Vía a Balosa). Esta información del tráfico actual es la

base principal para la proyección y asignación del tráfico futuro que va a circular por el proyecto.

3.2.16.3. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) existente

Para la realización de este proyecto se ha considerado el TPDA determinado en los estudios de tráfico realizados, para la Vía Machala – Intersección con la vía troncal E-25 (Vía a Balosa).

AGOSTO DEL 2019

CUADRO DE CONTEO DE TRAFICO TPDA DE LA VIA MACHALA - SANTA ROSA (VIA A BALOSA)									
TIPO DE VEHICULOS	TRAMO1 (0+000-INICIO)			TRAMO2 (6+700-ENTRADA A LA MARIA)			TRAMO3 (14+268.96-SALIDA)		
	SENTIDO MACHALA - SANTA ROSA	SENTIDO SANTA ROSA - MACHALA	Total	SENTIDO MACHALA - SANTA ROSA	SENTIDO SANTA ROSA - MACHALA	Total	SENTIDO MACHALA - SANTA ROSA	SENTIDO SANTA ROSA - MACHALA	Total
AUTOMOVILES	3040	2625	5665	2140	1600	3740	1260	650	1910
CAMIONETAS	4345	3150	7495	1600	1225	2825	787	312	1099
BUSES	310	27	337	140	150	290	30	50	80
CAMIONES DE 2 EJES	1200	1295	2495	600	415	1015	266	53	319
CAMIONES DE 3 EJES	415	135	550	55	130	185	30	5	35
CAMIONES DE MAS DE TRES EJES	35	35	70	30	50	80	10	10	20
Total vehiculos			16612			8135			3463
	Total vehiculos Livianos			Total vehiculos Livianos			Total vehiculos Livianos		
	13160			6565			3009		
	Total vehiculos Pesados			Total vehiculos Pesados			Total vehiculos Pesados		
	3452			1570			454		

En los cuadros siguientes, se presenta las proyecciones del TPDA existente y asignado de cada tramo del proyecto, para los **20 años de vida útil del proyecto**

Conteo de Tráfico Tramo 1

PROYECCIÓN DE TRÁFICO (20 AÑOS)

TRAMO	T.P.D.A	LIVIANOS	PESADOS
vía Machala – Santa Rosa (Vía a Balosa)	50819	38067	12752

Conteo de Tráfico Tramo 2

PROYECCIÓN DE TRÁFICO (20 AÑOS)

TRAMO	T.P.D.A	LIVIANOS	PESADOS
vía Machala – Santa Rosa (Vía a Balosa)	24780	18991	5799

Conteo de Tráfico Tramo 3

PROYECCIÓN DE TRÁFICO (20 AÑOS)

TRAMO	T.P.D.A	LIVIANOS	PESADOS
vía Machala – Santa Rosa (Vía a Balosa)	10380	8704	1676

3.2.17.1. Método Racional

Para medir la capacidad hidráulica de la vía se registra un método adecuado y ampliamente utilizado para estimar el caudal máximo en cuencas pequeñas, es válido para áreas menores a 160 ha. en terrenos montañosos y menores de 400 ha. en terrenos planos.

Intensidad máxima de precipitación para cualquier periodo de retorno.

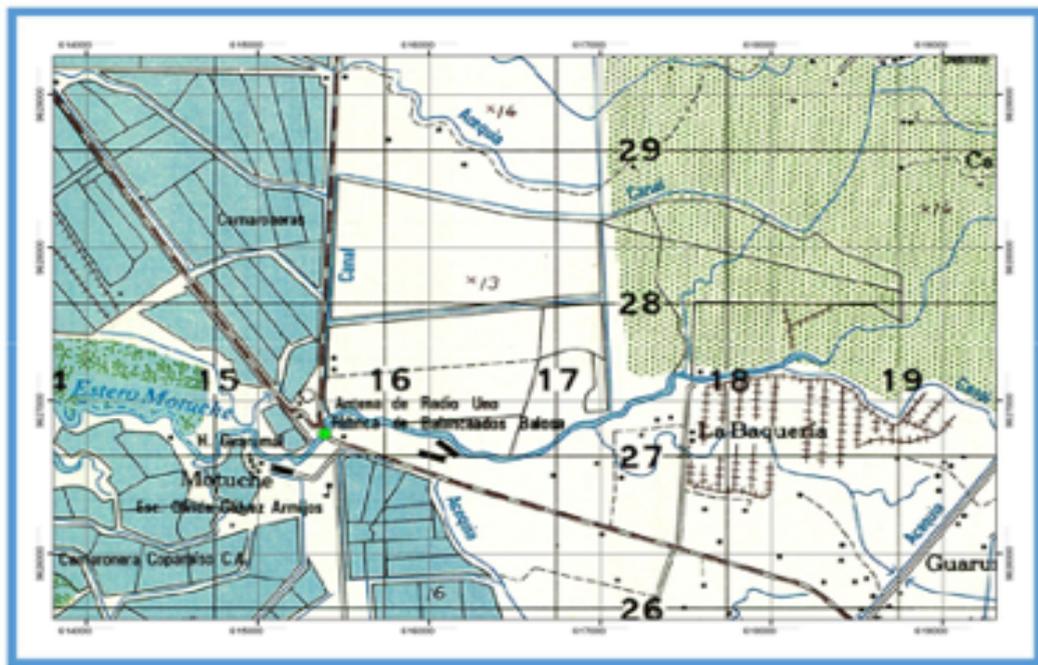
Las precipitaciones intensas, factor denominado tonante, que puede movilizar los materiales que conforman la vertiente sean por el rápido incremento de los esfuerzos o por la reducción de la resistencia del terreno.

3.2.18. UBICACIÓN DEL PUENTE

En este proyecto vías nos encontramos con un puente ubicado sobre el Estero Motuche en el sitio El Guarumal, esta estructura fue construida hace 10 años y en su construcción se lo realizó con un ancho muy poco cómodo y para la remodelación de la vía se tomó encuentra la modificación del puente y diseñar su ampliación para mayor comodidad del tránsito que se le dificulta de la vía existente en ese entonces.

COORDENADAS WGS 84

UBICACIÓN DEL PUENTE SOBRE EL ESTERO GUARUMAL	
ABSCISA DE INICIO	
LATITUD	LONGITUD
9626873.00	615374.00



3.2.19. Descripción del puente existente:

la estructura del puente que se realizó ya en tiempos atrás , se lo diseñó de 1 carril, realizado con 2 vigas principales y reforzado con vigas metálica, con el paso del tiempo y visto la necesidad de su ampliación se implementaron dos vigas más para poder ensanchar y se mantiene hasta la actualidad con una longitud de 30.60metros y de ancho 7.20 con aceras de 0.60 cm, en cada lado con pasamanos incorporados, la estructura antigua antes de su ampliación se encuentra ya en malas condiciones.



Mediante la revisión en el campo se constató como esta construido el puente y se observa en las imágenes tomadas como para su revisión se puede determinar cómo está conformado el puente existente con dos vigas metálicas y de hormigón, en la superestructura se ven como el hierro ya aparece y la junta del hormigón en el estribo.



3.2.20. Rehabilitación de Puente Renovado.

La renovación y su respectiva ampliación se necesita la realización de un estudio para determinar las curvas del trazado horizontal y trazado vertical y cumplir con la norma del 8 % de gradiente cabe indicar que él se pretende dejar un estribo de lo cual será el soporte del puente para la colocación de las vigas de 30.6 metros y los estribos serán escalonados. Y el otro será colocado a lado para su prolongación de la misma así proporcionar mayor anchura y por ende comodidad en los usuarios al transitar su vehículos.

3.2.21. CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS GEOMÉTRICOS APROXIMADAS DEL PUENTE.

El puente ha sido considerado para su construcción una parte muy importante en la vía tomando en cuenta muchos factores, para su trazado vial con las características, datos hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y de impactos ambientales de la zona de implantación y de su entorno.

VÍA A BALOSA
CALCULO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
Sobre mejoramiento

El material tiene un CBR de 48 %

$$\begin{aligned} \text{MR} &= 16988 \\ \text{El SN3 tendrá un valor de} &= 4,90 \\ a_4 \text{ (cm}^{-1}\text{)} &= 0,035 \\ m_4 &= 0,900 \end{aligned}$$

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 + \dots$$

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1$$

$$D_1 = SN_1/a_1 \quad 14,62 \text{ cm} \quad \text{Utilizo } 7,62 \text{ cm} \\ \text{para capa de rodadura}$$

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1 \quad 1,318$$

$$D_2 = (SN_2 - SN_1)/(a_2 \cdot m_2) \quad 61,54 \text{ cm} \quad \text{Utilizo } 20,00 \text{ cm} \\ \text{para base granular}$$

$$SN_2 = a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 \quad 0,975$$

$$D_3 = (SN_3 - (SN_1 + SN_2))/(a_3 \cdot m_3) \quad 54,90 \text{ cm} \quad \text{Utilizo } 30,00 \text{ cm} \\ \text{para sub base}$$

$$SN_3 = a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 \quad 1,424$$

$$D_4 = (SN_4 - (SN_1 + SN_2 + SN_3))/(a_4 \cdot m_4) \quad 40,71 \text{ cm} \quad \text{Utilizo } 65,00 \text{ cm} \\ \text{para Mejoramiento}$$

$$SN_4 = a_4 \cdot m_4 \cdot D_4 \quad 2,0475$$

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot m_4 \cdot D_4 \quad \Rightarrow \quad SN = 5,77$$

Se comprueba con la ecuación de la AASHTO:

$$\text{total} = 1,23 \text{ m}$$

$$\text{Log}(N_{60}) = Z_r(S_o) + 9,36 \log(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log \frac{\Delta psi}{(4,2 - 1,5)}}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log(Mr) - 8,07$$

6,6152 es aproximadamente igual a 6,6309

En caso de ser necesario (si no se logra alcanzar la densidad necesaria de la subrasante) se dispondrá una capa de material grueso hasta conseguir la estabilidad requerida previo a la colocación de la estructura en sí, la misma que se compactará en capas de no más de 0.20 m hasta obtener las densidades indicadas en el libro de especificaciones generales del MOP.

DETERMINACION DEL REFUERZO

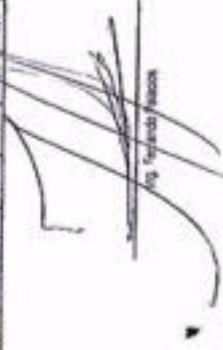
Cálculo	Datos desde deflexiones						Cálculo del número estructural efectivo desde evaluación										Espesor refuerzo			Tipo de daño							
	Abertura (mm)	Dc (mm)	Dc (mm)	Hs (mm)	Hs (mm)	Ey (Módulo elástico)	SMef	at	D1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11		a12	a13	a14	SMef	SMef exp.	SMef + 2"	SMef + 7 años
1-00	0.38	0.15	1.20	47	27247	5.19	0.079	12.5	0.055	20	0.055	35	0.039	53	5.57	0.80	4.77	5	1.3	0.5							
2-00	0.30	0.12	1.20	47	36643	8.95	0.079	12.0	0.055	20	0.055	35	0.039	53	5.36	0.80	4.75	5	1.4	0.6							
3-00	0.25	0.09	1.20	47	57854	7.93	0.079	9.0	0.055	20	0.055	30	0.039	61	5.35	0.80	4.55	5	2.6	1.0							
4-00	0.25	0.09	1.25	49	54427	8.09	0.059	9.0	0.055	20	0.055	28	0.039	58	5.32	0.80	4.52	5	2.8	1.1							
5-00	0.27	0.11	1.25	49	42792	7.48	0.059	10.0	0.055	25	0.055	28	0.039	62	5.42	0.80	4.62	5	2.2	0.9							
6-00	0.19	0.07	1.25	49	72490	8.90	0.059	9.5	0.055	25	0.055	30	0.039	61	5.43	0.80	4.63	5	2.1	0.8							
7-00	0.46	0.18	1.25	49	19243	3.74	0.079	10.0	0.055	20	0.055	28	0.039	67	5.54	0.80	4.74	5	1.5	0.6							
8-00	0.27	0.11	1.25	49	47792	7.48	0.079	9.5	0.055	25	0.055	30	0.039	59	5.65	0.80	4.85	5	0.9	0.3							
9-00	0.12	0.05	1.25	49	144422	11.17	0.079	9.5	0.055	20	0.055	25	0.039	71	5.48	0.80	4.68	5	1.9	0.7							
10-00	0.68	0.27	1.38	54	9230	4.97	0.079	9.5	0.055	18	0.055	30	0.039	81	5.89	0.80	5.18	5	-1.0	-0.4							
11-00	0.04	0.02	1.20	47	797828	19.94	0.079	9.2	0.055	18	0.055	30	0.039	63	5.33	0.80	4.53	5	2.7	1.1							
12-00	0.22	0.09	1.38	54	50755	8.70	0.079	12	0.065	20	0.065	28	0.039	78	6.08	0.80	5.29	5	-1.7	-0.7							
13-00	0.49	0.19	1.25	49	17503	5.57	0.079	11.6	0.065	20	0.065	30	0.039	63	4.85	0.80	3.85	5	6.7	2.6							
14-00	0.13	0.06	1.25	49	100340	10.00	0.079	12.8	0.055	20	0.055	32	0.039	60	4.73	0.80	3.93	5	6.2	2.4							

D1 = CEMENTO PSFORTICO

D2 = MATERIAL BASE

D3 = MATERIAL DE SUD BASE

D4 = MATERIAL DE REJERAMIENTO



3.2.22. PUENTE SOBRE EL ESTERO MOTUCHE

En un análisis de las necesidades de los usuarios y un estudio hidráulico referente a la estructura del puente se determinó que el puente necesita una ampliación de 36 metros manteniendo la pendiente en el tramo del estudio (200 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo) para poder estar en capacidad de recibir por el cauce el caudal de máxima crecida manteniendo un galibo de 2 metros con relación a la viga del puente.

Por las razones expuestas de las necesidades se determinó la cota de diseño de 12 msnm y el nivel natural del borde del cauce existen 6m de diferencia y además tomando en cuenta las referencias históricas, no se han generado desbordamientos que afecten al puente actual que tiene una cota de 10.86msnm.

3.2.22.1. Superestructura. -esta es una estructura de gran importancia y se dimensiona de manera que posee un ancho de tablero de 22.60 m., consta de cuatro carriles, dos en cada sentido.

La estructura del tablero está compuesta por una losa de hormigón de 200mm de espesor apoyada sobre 13 vigas pretensadas, separadas 1.80 m. entre ellas, tiene un volado de 1.70 m., desde el eje de la viga exterior en ambos extremos.

3.2.22.2. Infraestructura. – la creación de este puente requiere de ser necesaria de forma eficaz para determinar y proporcionar el servicio de manera eficaz del puente que su diseño posee estribos muro – zapatas que se asientan sobre pilotes de acuerdo a las recomendaciones del estudio geotécnico.

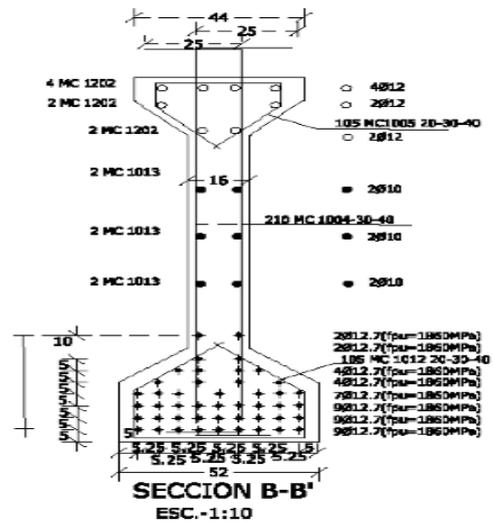
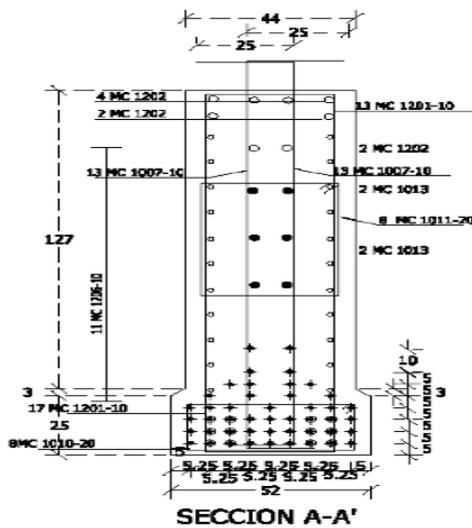
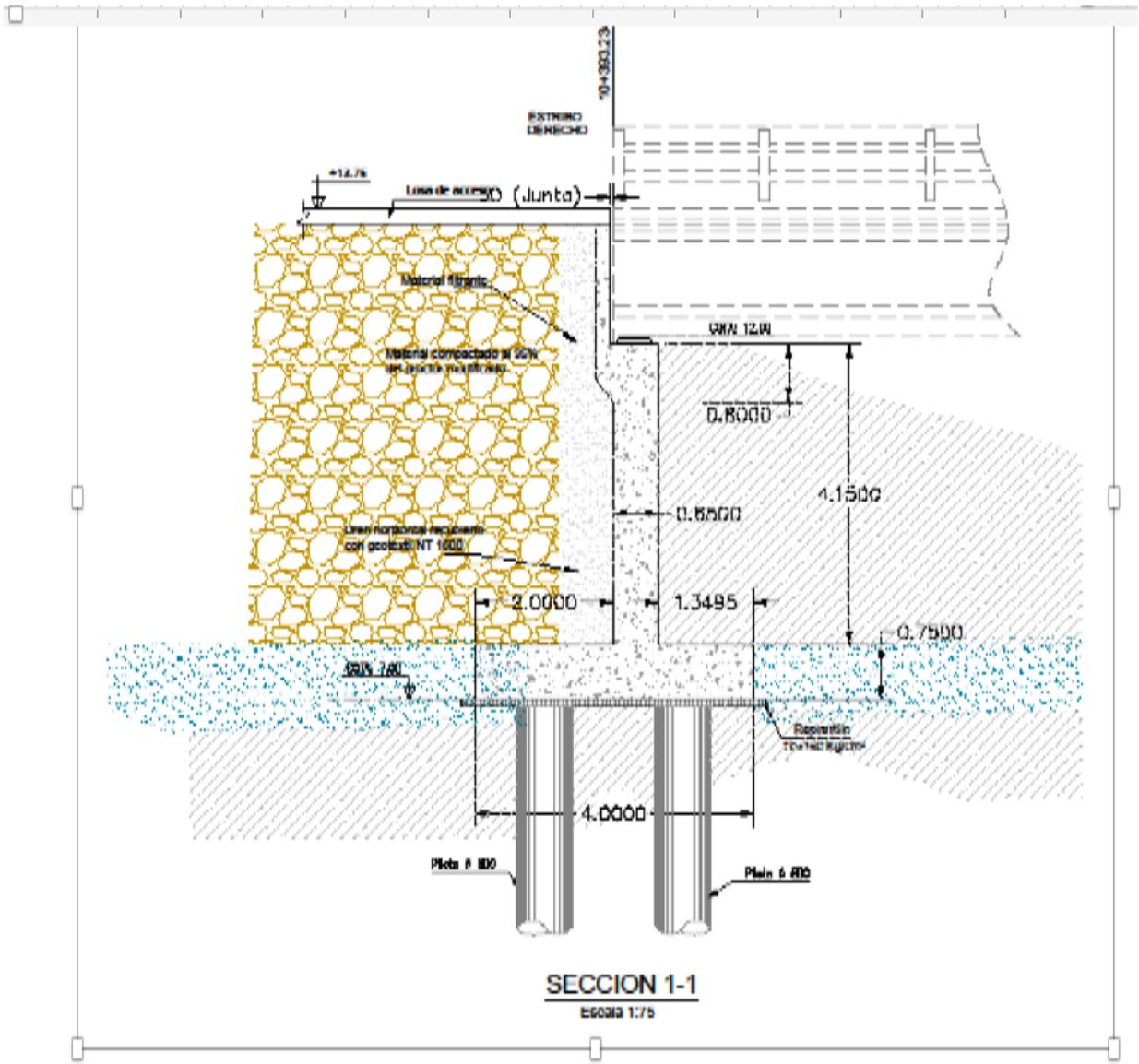
El diseño presentado cumple con las normas actuales de riesgo sísmico y las cargas **AASHTO HS20-44 x 1.25 de la AASHTO STANDARD 2002.**

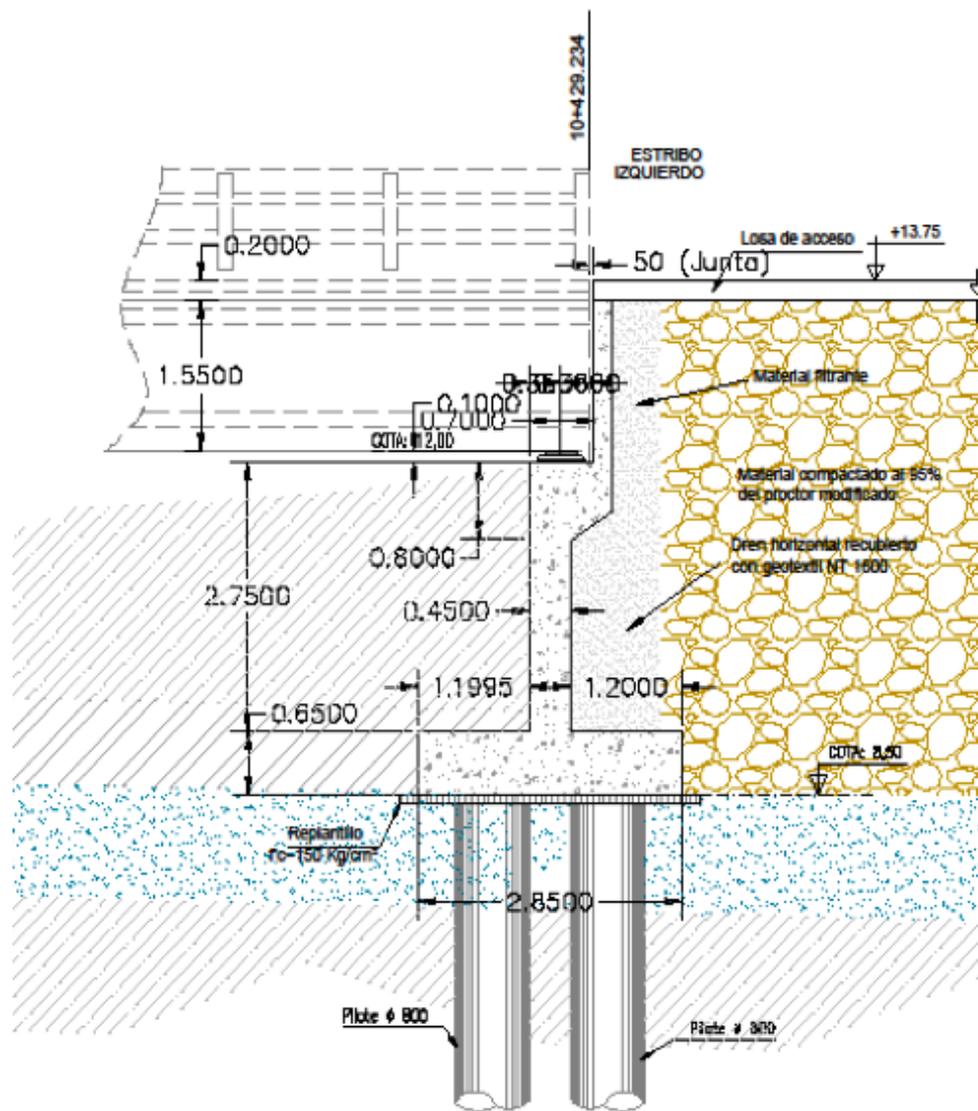
El análisis económico recoge las características del proyecto, desde el punto de vista económico, y a las condiciones de funcionamiento del puente en el futuro.

Se ha tomado en consideración en el puente todos los aspectos: técnicos, ambientales, económicos y sociales dedicados para un buen diseño.

3.2.23. DISEÑOS DE ESTRUCTURA DEL PUENTE.

El proyecto del puente se lo realiza en plana curva de lo cual es muy importante que cumpla con todas las normas necesarias y características ya que esta obra está en pleno desarrollo





SECCION 1-1

Escala 1:75

3.3. VÍA DE SEGUNDO ORDEN.

PROYECTO:

“MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFÁLTICA DE LA VÍA SABALUCAL – CHALACAL, PARROQUIA BARBONES, CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”

3.3.1. - ANTECEDENTES.



En el presente proyecto se toma el desarrollo del proceso de diseño vial y para la ejecución de los estudios de factibilidad Técnico -Económica, se requiere contar con información principal del volumen vial como es acerca de un aforo de tránsito, los patrones de comportamiento y sus características.

Para este proyecto se requerirá de varios datos de importancia entre los datos de mayor relevancia y para empezar el diseño de la vía y Mejoramiento de la vía Sabalucal - Chalacay, se requiere los volúmenes actuales de tráfico, tasas de crecimiento, tráfico proyectado para el período de diseño, clasificación por tipo de vehículo y las cargas que los ejes transmiten a la estructura del pavimento del camino.

Con los siguientes datos obtenidos mediante análisis de la vía En cambio, para la factibilidad del proyecto, además de la información antes indicada, se debe disponer de parámetros

referentes a los vehículos tipo, ocupación de los vehículos de pasajeros y carga, combustible utilizado, personal de conducción, tipo de carga transportada, motivos de viaje, etc.

3.3.2 .- CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Tenemos dos aspectos fundamentales que se debe tomar en cuenta como son carácter funcional, y la segunda de carácter estructural estas dos condiciones son las más fundamentales en el proceso de diseño del pavimento de la vía .

En la primera condición, se refiere a los aspectos relevantes como la importancia del proyecto, la velocidad de operación, la seguridad de la obra , el mantenimiento y los costos de inversión para llevar a cabo el proyecto.

En la segunda condición aparecen los conceptos de resistencia, durabilidad, estabilidad volumétrica, compresibilidad, resistencia a la fatiga, capacidad portante, relación esfuerzo-deformación, comportamiento frente al medio ambiente, sistema constructivo y estrategia de rehabilitación.

Estas dos condiciones se deben realizar de manera eficiente para un buen resultado y con ello realizaremos nuestro diseño teniendo en consideración todos los criterios técnicos expuestos, cuyos resultados sean vías económicamente ejecutables y que garanticen un servicio que brinde seguridad y confort en los usuarios de estas vías.

3.3.3 .- ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.

La vía se encuentra actualmente a nivel de lastrado.

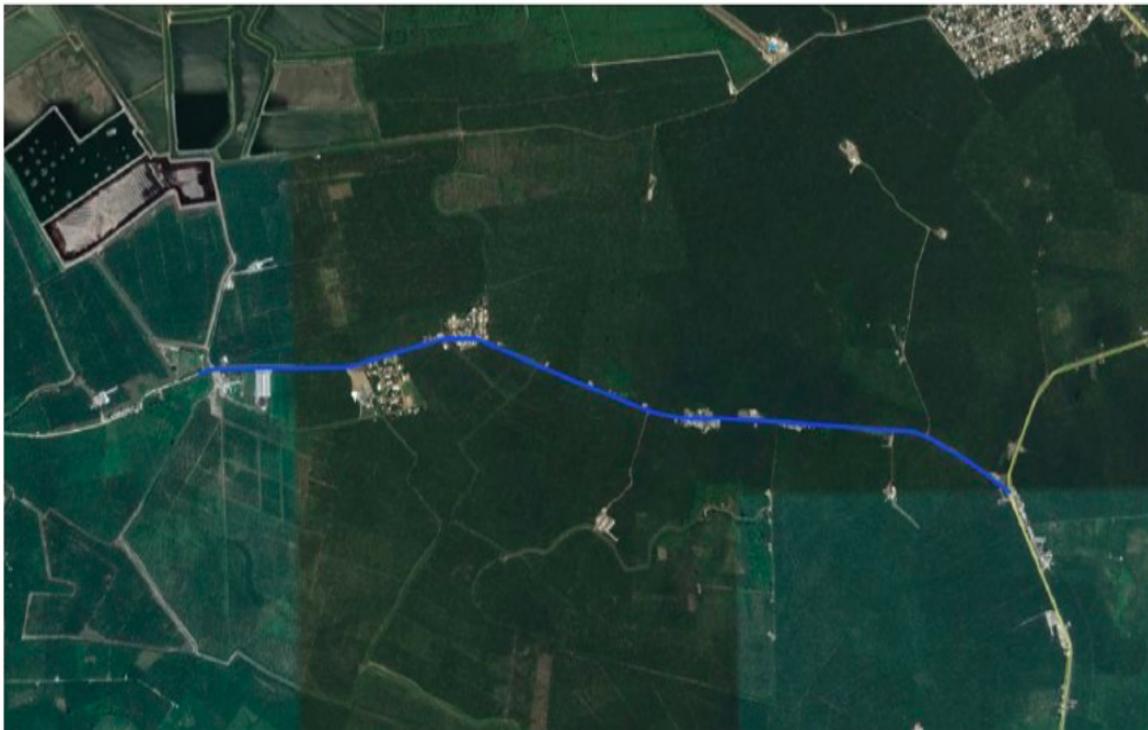
La vía en la actualidad se encuentra con su suelo en natural y tenemos el objetivo de la vía propuesta que sirve para mejorar la conectividad entre los sectores Sabalucal y Chalacal pertenecientes a la Parroquia Barbones debido a que esta vía se considera como una arteria importante para la producción de la zona como son bananera y zonas productoras. Por ello se procede a un análisis del suelo para determinar mediante ensayos la calidad del suelo, y se procedió a tomar muestras del suelo por medio de la toma de muestras de suelo mediante

unas calicatas siguiendo en el tramo del proyecto, determinando así las características de la subrasante y la calidad de los materiales del Relleno existente.

Mediante la inspección del lugar donde se llevará cabo dadas las condiciones en las que se encuentra el tramo de vía actual, se deberá realizar un diseño de acuerdo a las condiciones del suelo, y a las cargas que soportará dicho pavimento.

Tabla N°1: DETALLE Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.

TRAMO	COORDENADAS DE INICIO DEL PROYECTO	COORDENADAS FINALES DEL PROYECTO	ANCHO DEL PROYECTO	LONGITUD DEL PROYECTO
Vía Sabalucal - Chalacal	N= 9'645575 E= 627.019	N= 9'645899 E= 622.867	7,2 m	4,34 km



Vía Sabalucal – Chalacal

Fuente: Imagen proporcionada por el Solicitante.

3.3.4. - DISEÑO DE PAVIMENTO

3.3.4.1.- GENERALIDADES.

Se lo denomina si a una mezcla de agregados y reacciones químicas que forman una estructura dura conocida como pavimento, es una estructura lineal, está compuesto por distintas capas granulares que permiten el soporte de la carga vehicular, asimismo un adecuado sistema de diseño de pavimentos permite realizar vías completas totalmente seguras y económicamente factibles. y se la diseña para responder al requerimiento de los esfuerzos inducidos por las cargas horizontales producidas por los vehículos y de los usuarios.

Para un buen tipo de asfalto y su colocación de pavimento toma en cuenta varios factores como son: niveles de precipitación, tráfico, humedad relativa, estabilidad de la capa de rodadura ante los agentes atmosféricos y naturales, valores residuales estructurales de los materiales existentes.

3.3.5. .- METODO DE DISEÑO.

Para los tipos de obras viales lo más recomendable es utilizar las normas dadas por la American State Highways and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O. VERSION 1993) para diseño de espesores de pavimentos flexibles adoptado y ya vigentes en las Normas Ecuatorianas de Construcción, el cual requiere de parámetros relacionados con las características de los materiales, condiciones climáticas, intensidad y composición del tráfico, niveles de servicio, tasa y factor de crecimiento, período de diseño.

Todo el análisis que se realiza es diverso y se aplica en cada uno de los diversos casos de obras viales, el diseño se desarrolla para cada una de las secciones homogéneas y el desarrollo y los resultados del diseño se presentan a continuación.

3.3.6. .- PARAMETROS DE DISEÑO.

Se debe seguir el uso de los siguientes parámetros en el calculo se ha utilizado el método de la A.A.S.H.T.O.-1993, considerando los siguientes parámetros:

- Vida útil de diseño y variable de tiempo.
- Tráfico (TPDA)
- Proyección del tráfico: Calculo del Trafico Futuro.

- Número de Ejes Equivalentes.
- Investigación de la subrasante
- Valor soporte del suelo (CBR de Diseño).
- Módulo resiliente de la subrasante (MR)
- Calidad del drenaje.
- Confiabilidad
- Desviación estándar.
- Serviciabilidad.
- Coeficientes de capa.
- Determinación del número estructural (SN).
- Determinación de espesores.
- Características de calidad de cada uno de los materiales de cada capa.

3.3.7. VIDA UTIL DE DISEÑO.

La vida útil de una vía se considera parte importante de la obra, ya que este periodo de tiempo es el que la estructura resistirá todo tipo de cargas así como las inclemencias del clima, el uso de la vía y otros factores ambientales. Las variables de tiempo a considerar son el Período de análisis y período de vida útil del pavimento. La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para la vía y posteriormente en análisis de su reestructuración o adecuación.

El Método AASHTO es el encargado para su estudio ya que este utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de cargas de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circularán por la vía, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 Kips (8,20 Ton) también conocidos como ESAL's. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un período de tiempo, el número de repeticiones de carga a la que estará sometido el pavimento.

La vida útil con que diseñaremos nuestro pavimento flexible es de 20 años.

Tabla IV.1. Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: AA5HTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Tabla N°2: Periodo de diseño según el tipo de Carretera.

3.3.7. .-TRÁFICO.

Existen factores para encontrar el número equivalente de vehículo liviano, conocidos como el número de camiones o de buses, Cabe anotar sin embargo, que estas equivalentes están dadas para un proyecto máximo de un 20 % de camiones o buses y en nuestro medio estos vehículos exuden muchas veces estos porcentajes en la composición del tráfico. Los diferentes tamaños y pesos de los vehículos , en cuanto afectan a la operación del tráfico, se pueden agrupar en dos tipos generales.

En el diseño de una carretera no es posible solo conociendo los volúmenes máximos que es capaz de componer una vía, sino además el peso de los vehículos, la composición y forma de operación, para establecer los niveles de servicio de una carretera que ofrecen al ingeniero un nuevo instrumento para el diseño vial, que logra de una manera más real geométricamente de la vía con el traspaso al cual sirve.

Según el MTOP se considera el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país.

Los conteos Vehiculares nos permiten la determinación del volumen de tránsito, para poder medir un sobredimensionamiento de las mismas y podría ocasionar pérdidas económicas, Para la obtención del volumen de tráfico se cuenta con dos métodos como son el manual y el automático.

VOLUMEN DE TRÁFICO

3.3.7.1. PROCESO DE CÁLCULO DEL TPDA

3.3.8.1. Objetivo: Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

3.3.8.2. Observaciones de campo: Fue necesario realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el nivel de tráfico existente.

3.3.8.3. Tipos de conteo: Se realizaron conteos manuales, estos son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el análisis del diseño geométrico de la vía.

3.3.8.4. Período de observación: Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 5 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

3.3.8.5. Variaciones de tráfico: estas se determinan tomando en cuenta el tráfico actual y dependiendo de la necesidad de utilizar la vía, con el paso del tiempo el uso de la vía se torna más transitable y por ende su volumen de tráfico aumenta. Esto depende de los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio. Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos. Lo ideal, es que se realizó los estudios de tráfico en los días y fechas más representativas,

3.3.7. PROYECCIÓN A FUTURO

El pronóstico y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o a 20 años y el crecimiento previsto incluye el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado, etc. La proyección del tráfico se usa para la

clasificación de las carreteras e influye en la determinación de la velocidad de diseño de las demás datos geométricos del proyecto.

3.3.9. TRÁFICO ACTUAL

Los proyectos de tráfico sirven, además para indicar cuando una carretera debe ser mejorada para aumentar su capacidad, esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente al trigésimo volumen anual más alto, que es el volumen horario durante un año determinado.

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios.

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

3.3.10.1. Tráfico Existente: Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

3.3.10.2. Tráfico Desviado: Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

En el país, la información acerca de la tendencia histórica del crecimiento de tránsito data solo a partir de 1963 y prácticamente se carece de datos con respecto a la utilización de los vehículos automotores (vehículos-kilómetro).

En consecuencia, se estima que, para el Ecuador, los indicadores más convenientes para determinar las tendencias a largo plazo sobre el crecimiento de tráfico, están dadas por las tasas de crecimiento observadas en el pasado, respecto al consumo de gasolina y diésel, así como con respecto a la formación del parque automotor.

3.3.10.4. Conteo de Tráfico

Para el correcto diseño de una vía de debe basarse en un determinadas a través de conteos y clasificación de vehículos por tipo, en el área de influencia de la vía y en datos sobre el tráfico con el objetivo de compararlos con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera pueda observar, el tráfico afecta diferente a las características del diseño geométrico.

La información sobre el tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual, esto es, volumen y tipos de los vehículos en base a contajes y del tráfico futuro utilizando pronósticos. En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de caminos existentes como el de nuestro caso que trata de mejoramiento de la vía es relativamente fácil cuantificar el tránsito actual y pronosticar la demanda futura, en cambio cuando se trata de zonas poco desarrolladas, la demanda de información del tránsito se hace difícil e incierta.

CUADRO DE CONTEO DE TRAFICO TPDA DE LA VIA SABALUCAL - CHALACAL			
TIPO DE VEHICULOS	TRAMO1 (0+000-INICIO)		
	SENTIDO SABALUCAL - CHALACAL	SENTIDO CHALACAL - SABALUCAL	Total
AUTOMOVILES	43	42	85
CAMIONETAS	37	34	71
BUSES	3	3	6
CAMIONES DE 2 EJES	13	12	25
CAMIONES DE 3 EJES	2	2	4
CAMIONES DE MAS DE TRES EJES	0	0	0
Total vehículos			191
	Total vehículos Livianos		
	156		
	Total vehículos Pesados		
	35		

Para obtener el TPDA total del tramo se suma los valores parciales, valores que se muestran en el cuadro No. 1 y 2

Cuadro No. 1
Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

ESTACIÓN	T R A M O	TPDA – 2019
INGRESO A CHALACAL	SABALUCAL - CHALACAL	191

FUENTE: Conteos volumétricos

Para el cálculo del conteo de tráfico se tomó en consideración la mayor cantidad de vehículo de la vía que está en el punto o estación Número 1

El Tráfico Promedio Diario Anual con su respectiva clasificación se presenta en el Cuadro .

Cuadro No. 4
TPDA Clasificado

Tipo de vehículo	Cantidad	Total
Vehículos livianos (camionetas)	85	85
Vehículos livianos (autos)	71	71

Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6
Volquetas y camiones Tipo 2DB	25	25
Tipo 3A (tandem)	4	4
Tipo 4C(tridem)	0	0
Total vehículos		191

Cuadro No. 5
TRÁFICO ASIGNADO

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%
Vehículos livianos (camionetas)	155	155	45.50
Vehículos livianos (autos)	129	129	37.17
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	9	9	3.14
Volquetas y camiones Tipo 2DB	41	41	13.09
Tipo 3A (tandem)	23	23	2.09
Tipo 4C(tridem)	12	12	0.00
Total vehículos		369	100.00

3.3.11.CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

3.3.11.1.Tráfico Existente: Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

3.3.11.2.Tráfico generado: El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarán sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico.

En consecuencia, se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Este porcentaje se estima equivalente a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado también como porcentaje. Por ejemplo, si los costos a los usuarios se reducen en un 20 por ciento, el tráfico generado sería el 10 por ciento del volumen de tráfico normal pronosticado para el primer año de operación de la carretera. Para evitar estimaciones muy altas o irracionales respecto al tráfico generado en los casos, muy raros, en los cuales se producen grandes ahorros para los usuarios como consecuencia del mejoramiento de un camino de clase baja con volúmenes de tráfico pesado relativamente importantes, se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto.

Para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal.

$$TG = 0.20 TA + 0.20 TA (1 + i)^{n-1}$$

TG = Tráfico generado

TA = Tráfico actual

I = Índice de crecimiento del parque automotor

n = Período de diseño

3.3.12. Tráfico por Desarrollo.

Este tráfico es desarrollado por el incremento industrializado en el caso de una nueva vía por la utilización de la zona de influencia de la misma. Las precisiones se realizan basándose en un estudio económico de la zona a servir. se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar

incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

En general, no conviene proyectar los tráficos basándose únicamente en tendencias históricas, pues cualquier cambio brusco de las circunstancias (desarrollo de nuevas áreas, puesta en marcha de una nueva industria, promoción turística de una zona, etc.) Puede alterar la tendencia histórica o cambiarla en el futuro previsible. Cuando sea posible convendrá realizar las previsiones en función de los planes de desarrollo, provisiones industriales, etc. de las zonas afectadas.

A continuación, procedemos a calcular el T.P.D.A. Del conteo del tráfico obtuvimos los siguientes resultados:

$$TD = TA (1 + i)^n - TA$$

TD = Tráfico por desarrollo

TA = Tráfico actual

i = Índice de crecimiento del parque automotor.

n = Período de diseño

3.3.13. Tráfico proyectado.

En el tráfico proyectado es el volumen de tráfico promediado diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el promedio de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos se debe investigar la posibilidad de construir una autopista. Estos puntos hay que fijarlos en un buen sentido, tomando en cuenta las características locales, para este caso no se puede dar o tomar reglas que no sirvan para la vía a futuro. Para propósito del proyecto de los indicadores se desprende actualmente que la tasa de Crecimiento de Automotores supere el 7% anual, ya que según el Manual de Diseño de Carreteras (MOP – 001 – E), asume este valor. El Tráfico Proyectado se aplica al tráfico Actual que está expresado en T.P.D.A. y lo determina con la siguiente fórmula:

$$Tp = Ta (1+i)^n$$

Dónde:

Tp = Tráfico Proyectado

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento

n = Periodo de proyección en años

3.3.14. Incremento del Tráfico. –

Es el volumen del tráfico que se espera que use la nueva vía mejorada en un año futuro, seleccionado como proyecto y se compone del tráfico proyectado, tráfico generado y tráfico por desarrollo:

$$IT = TP + TG + TD$$

IT = Incremento del tráfico

TP = Tráfico proyectado

TG = Tráfico generado

TD = Tráfico por desarrollo

$$T.P.D.A = T.A + T.G + T.D$$

Donde

T.A = Tráfico Actual

T.G = Tráfico Generado

T.D = Tráfico Desviado

Pero

$$T.G = 20\% T.A$$

$$T.D = 10\% T.A$$

$$T.P.D.A = T.A + 0.20 T.A + 0.10 T.A$$

3.3.14.1. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS CAMIONETAS:

$$T.P.D.A = \text{livianos } 155 + 0.20 (155) + 0.10(155)$$

$$T.P.D.A = \text{livianos } 201.5 \text{ Vehículos} = 202 \text{ vehículos.}$$

3.3.14.2. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS AUTOS:

$$T.P.D.A = \text{livianos } 129 + 0.20 (129) + 0.10(129)$$

$$T.P.D.A = \text{livianos } 167.7 \text{ Vehículos} = 168 \text{ vehículos.}$$

3.3.14.3. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS BUSES CAMIONES PEQUEÑOS:

$$T.P.D.A = \text{pesados } 9 + 0.20(9) + 0.10(9)$$

$$T.P.D.A = \text{pesados } 11.7 \text{ Vehículos Pesados} = 12 \text{ vehículos}$$

3.3.14.4. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS VOLQUETAS Y CAMIONES TIPO 2DB

T.P.D.A =pesados $41+0.20(41)+0.10(41)$

T.P.D.A=pesados 53.3 Vehículos Pesados= 53 vehículos

3.3.14.5. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 3A (TANDEM)

T.P.D.A =pesados $23+0.20(23)+0.10(23)$

T.P.D.A=pesados 29.9 Vehículos Pesados= 30 vehículos

3.3.14.6. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 4C (TRIDENT)

T.P.D.A =pesados $12+0.20(12)+0.10(12)$

T.P.D.A=pesados 15.6 Vehículos Pesados= 16 vehículos

+

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%	Incremento de trafico
Vehículos livianos (camionetas)	155	155	42.01	202
Vehículos livianos (autos)	129	129	34.96	168
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	9	9	2.44	12
Volquetas y camiones Tipo 2DB	41	41	11.11	53
Tipo 3A (tandem)	23	23	6.23	30
Tipo 4C(tridem)	12	12	3.25	16
Total vehículos		369	100.00	481

3.3.15. Cálculo del TRÁFICO futuro

En el pronóstico del volumen y composición del tráfico, los diseños se basan en una predicción del tráfico de 15 a 20 años y el crecimiento del tráfico previsto incluye el crecimiento normal del tráfico.

Las proyecciones del tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

La tasa de crecimiento del 2011 al 2021 anual de vehículos livianos 4.08% y camiones 5.08% y para buses 5.63% para nuestro país que está definida por el MTOP.

TIPO DE VEHICULOS	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Camiones	5.08%
Buses	5.63%

Para la tasa de los vehículos pesados entre buses y camiones se tomó el promedio de 5.36% para su cálculo

TIPO DE VEHICULOS	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Promedio vehículos camiones y buses	5.36%

El tráfico futuro para la vida útil del proyecto, se puede determinar de diferentes procedimientos: extrapolación de la tendencia media, tasa de crecimiento, regresión múltiple, factor de proyección, etc.

El más aplicado en nuestro medio es el de la tasa de crecimiento, para lo cual empleamos la siguiente fórmula:

$$T_f = T.P.D.A (1+i)^n$$

T_f = Total de tráfico por día para comerciales o por año para vehículos particulares

T.P.D.A = Tráfico promedio diario anual.

I = Tasa de crecimiento anual.

N = Proyección a 20 años

3.3.15.1. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS CAMIONETAS:

Tf = Livianos 202 (1+0,0408)²⁰

Tf = 449.46 Vehículos Livianos

Total: 450 vehículos.

3.3.15.2. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS AUTOS:

Tf = Livianos 168 (1+0,0408)²⁰

Tf = 373.81 Vehículos Livianos

Total: 374 vehículos.

3.3.15.3. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS BUSES CAMIONES PEQUEÑOS:

Tf = Pesados 12 (1+0.0536)²⁰

Tf = 34.09 Vehículos pesados

Total: 34 vehículos.

3.3.15.4. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS VOLQUETAS Y CAMIONES TIPO 2DB

Tf = Pesados 53 (1+0.0536)²⁰

Tf = 150.58 Vehículos pesados

Total: 151 vehículos

3.3.15.5. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 3A (TANDEN)

Tf = Pesados 30 (1+0.0536)²⁰

Tf = 85.24 Vehículos pesados

Total: 85 vehículos

3.3.15.6. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 4C (TRIDENT)

Tf = Pesados 16 (1+0.0536)²⁰

Tf = 45.46 Vehículos pesados

Total: 46 vehículos.

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%	Incremento de trafico	Trafico futuro 20 años
Vehículos livianos (camionetas)	155	155	42.01	202	450
Vehículos livianos (autos)	129	129	34.96	168	374
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	9	9	2.44	12	34
Volquetas y camiones Tipo 2DB	41	41	11.11	53	151
Tipo 3A (tandem)	23	23	6.23	30	85
Tipo 4C(tridem)	12	12	3.25	16	46
Total vehículos		369	100.00	481	1140

3.3.15.7. LA PROYECCION DE LOS VEHICULOS LIVIANOS A 20 AÑOS

Vehículos camionetas:450

Vehículos autos:374

Total, de Vehículos calculados son: 824.00

3.3.15.8. LA PROYECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS PESADOS A 20 AÑOS

Vehículos buses camiones:34

Vehículos volquetas y camiones Tipo 2DB :151

Vehículos Tipo 3A (tanden):85

Vehículos Tipo 4C (triden): 46

Total, de Vehículos calculados son: 316

3.3.15.9. LA PROYECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS Y PESADOS A 20 AÑOS SERÁ DE:

Tipo de vehículo	Trafico futuro 20 años
Vehículos livianos (camionetas)	450
Vehículos livianos (autos)	374
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	34
Volquetas y camiones Tipo 2DB	151
Tipo 3A (tandem)	85
Tipo 4C(tridem)	46
Total vehículos	1140

Total, de Vehículos calculados son: 1140

Para este tipo de vía con este conteo de trafico según los datos de la tabla sería una vía de Tipo II Orden.

ANCHOS DE LA CALZADA		
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

Con esto se determina que la vía no amerita ser ampliada y se realizará una rehabilitación y mejoramiento de la vía.

3.3.16.- INVESTIGACIÓN DE LA SUBRASANTE.

Para poder determinar las características de la subrasante y en que condición se encuentran los materiales de relleno existente, se han realizado 4 calicatas entre 1,00 a 1,20 m de profundidad como se detallan a continuación:

Calicata 1:

Superficialmente se encontró una capa de relleno con material Grava arenosa (GP), color café hasta los 0,46 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de Arcilla (CH) color café, hasta los 1,24 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

Calicata 2:

Superficialmente se encontró una capa de Grava arenosa (lastre), color café hasta los 0,55 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de Arcilla café (CH) y se encuentra hasta los 1,04 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

Calicata 3:

Superficialmente se encontró una capa de Grava arenosa (GP), color café hasta los 0,45 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de Arcilla (CL) color café, hasta los 1,45 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

Calicata 4:

Superficialmente se encontró una capa de Grava arenosa (GP), color café hasta los 0,47 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de arcilla (CL) color café, hasta los 1,16 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

CALLE	CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR
ABSCISA 0+750 - LADO IZQUIERDO	1	RELLENO= 0.46	
		SUELO NATURAL= 0.78	3.70
ABSCISA 1+700 - LADO DERECHO	2	RELLENO= 0.55	
		SUELO NATURAL= 0.59	2.90
ABSCISA 2+400 - LADO IZQUIERDO	3	RELLENO= 0.45	
		SUELO NATURAL= 1.00	4.40
ABSCISA 3+650 - LADO DERECHO	4	RELLENO= 0.47	
		SUELO NATURAL= 0.69	5.40

Cuadro N°4: resumen de valores de CBR en función del ensayo DCP..

3.3.17.- ESTRATIGRAFÍA DE LA SUBRASANTE.

Mediante el estudio del suelo y ya obtenido los resultados de las propiedades índices de los suelos de subrasante, a continuación Se clasificarán las muestras de acuerdo al Sistema Unificado de

Este proceso es muy importante ya que nos da a conocer el tipo de suelos desde el punto de vista geotécnico los estratos identificados en el área estudiada están constituidos por:

- - Relleno con grava arenosa identificados según la SUCS como GM - GP, y según la AASHTO como A2-4 y A1b respectivamente, considerándose como suelos de excelente a bueno.
- - Suelos arcillosos identificados según la SUCS como CL-CH, y según la AASHTO como A-6 y A-7-6 respectivamente, y se consideran de regular malos para fundaciones de pavimentos.

3.3.17. .- VALOR SOPORTE DEL SUELO.

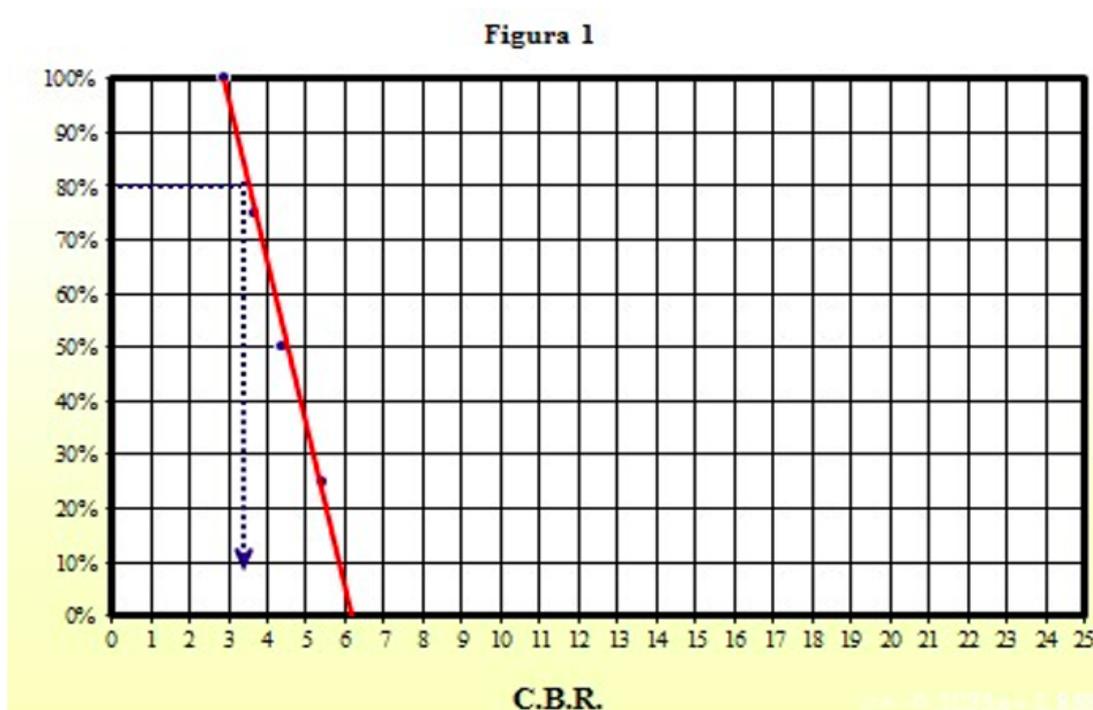
La capacidad del suelo para soportar las cargas vehiculares, la propiedad de suelo de subrasante que utiliza el método para el diseño del pavimento es el módulo resiliente (MR), para ello se debe determinar el valor de soporte del suelo (CBR).

Calicata	ubicación	CBR	Orden	Percentil
2	ABSCISA 1+700 - LADO DERECHO	2.90	4	100.0%
1	ABSCISA 0+750 - LADO IZQUIERDO	3.70	3	75.0%
3	ABSCISA 2+400 - LADO IZQUIERDO	4.40	2	50.0%
4	ABSCISA 3+650 - LADO DERECHO	5.40	1	25.0%

El CBR de diseño se ha obtenido mediante el ensayo “PENETROMETRO DINÁMICO DE CONO (DCP)” de acuerdo a la NORMA: ASTM D-6951 – 03 in situ, realizados sobre el suelo inalterado de la subrasante. El CBR de diseño se deduce con un porcentaje de confiabilidad del 80% de todos los valores presentados en el cuadro 6 (figura 1).

3.3.17.1.C.B.R. DE DISEÑO

Cuadro 6: resultados de ensayos de Valor relativo de soporte del suelo.



CBR DISEÑO= 3,52% 2.3.7

3.3.18 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE.

El módulo de resiliencia (MR) que se lo obtiene mediante la correlación con el valor CBR deducido por Heukelom y Klomp, utilizando la fórmula para CBR menores del 10%

$$MR = 1500 \times CBR = 1500 \times 3,52 = 5.283 \text{ psi}$$

3.3.19. - DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

En la realización de los ensayos del suelo en el laboratorio surgen ciertos factores de efectividad y por lo tanto se toma en cuenta este valor que se determina como complemento al anterior para tener una representatividad mayor y establecer una predicción de los errores que pueden presentarse en los ensayos experimentales; para pavimentos flexibles se recomienda un valor de 0,49.

de 0,49.

CONDICIONES DE DISEÑO	DESVÍO ESTÁNDAR (So)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.34 (Pavimentos Rígidos)
	0.44 (Pavimentos Flexibles)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.39 (Pavimentos Rígidos)
	0.49 (Pavimentos Flexibles)

3.3.20. - SERVICIABILIDAD.

En la construcción de la vía se debe considerar el factor de desgaste de la misma debido al paso de los vehículos, las inclemencias del clima entre otros, debido a este factor se establece que una vía nueva o con un nuevo pavimento flexible debe tener un índice de servicio de 4,20 y al final de su vida útil 2,5 en función del tipo de vía. La vía de nuestro proyecto perdería un valor de serviciabilidad de 1,70.

Serviciabilidad Inicial (p ₀)	Serviciabilidad final (p _t)
4,2 Pavimento Flexible	2.5 ó más para caminos muy importantes
4,5 Pavimento Rígido	2.0 para caminos de menor tránsito

Cuadro No 12: Fuente AASHTO

3.3.21. - COEFICIENTES DE CAPAS

Este es un factor determinante en los análisis correspondientes el valor del grosor que debe poseer cada capa de la vía como es el valor de mejoramiento, valor de la base, de la sub-base

y así mismo el valor de la capa de rodadura de la vía. El coeficiente asigna a cada una de las capas un coeficiente estructural (a_i) mediante el cual se convierten sus espesores reales a números estructurales (SN).

Coefficientes estructurales a utilizar de los materiales obtenidos en la zona, de acuerdo a las siguientes características:

Coefficientes estructurales: a_i (/pulg)		
Materiales	Características	coeficientes
Carpeta asfáltica	Estabilidad Marshall 1800	$a_1: 0,4$
Base	CBR > 80%	$a_2: 0,12$
Subbase	CBR > 30%	$a_3: 0,10$
Mejoramiento	Mínimo 20%	$a_4: 0,06$

Cuadro No 13: Coeficientes estructurales.

3.3.22. CONDICIONES DE LOS MATERIALES: CAPAS DEL PAVIMENTO

Suelo Natural (subrasante) CBR= 3,52%	$M_r = 1.500 \times \text{CBR}$	5283 psi
Material de Mejoramiento CBR= mínimo 20%	$M_r = 4326 * \ln(20) + 241$	13,201 psi
Subbase Clase III CBR= mayor de 30%	$M_r = 4326 * \ln(30) + 241$	15,000 psi
Base Clase III CBR= mayor de 80%	$M_r = 4326 * \ln(80) + 241$	28,000 psi

Cuadro No 14: Condición de los materiales.

3.3.23.- DETERMINACIÓN DEL NUMERO ESTRUCTURAL SN

Con los parámetros de diseños dados para el presente diseño de pavimento flexible y con la ayuda del programa ECUACION AASHTO 93 se puede determinar los valores correspondientes, determinamos el Número estructural SN igual a 3,56.

VARIABLES DE ENTRADA

Confiability	R	80.00	en funcion de clasificacion de via
	Zr	-0.841	del valor de R
Desv. Estandar	So	0.49	Per variaciones en el trafico
Serviciabilidad inic.	po	4.20	Por ser PAF
Serv. Final	pt	2.50	
Pérdida de servc.	Dpsi	1.70	Dpsi = pt-po
Cap. De soporte	CBR	3.52	Del 80% de la curva de frecuencias
	Mr	5,283	Mr = 1500*CBR si es menor a 6%
N ₂		744,110.00	Del cálculo en base al conteo
Numero estructural	SN	3.56	Del nomograma de AASHTO
Para carpeta asfaltica	estabilidad	1800	
Coef. Estructural	a1 (/pulg)	0.40	
Numero estructural	SN	1.86	5.8716 5.8716
E=	psi	385000	

Para Base se considera un material de las siguientes características

CBR		mayor de 80%	
Límite líquido		menor de 25%	
Índice de plasticidad		NP o menor de 6%	
Desgaste Los Angeles		menor de 40%	
Coef. Estructural	a2 (/pulg)	0.120	
Coef. De drenaje	m2	1.00	
Módulo resiliente	Mr	28000	
Numero estructural	SN2	2.38	5.8716 5.8716

Para sub base se considera un material de las siguientes características

CBR		Mayor de 30%	
Límite líquido		menor de 25%	
Índice de plasticidad		menor de 6%	
Desgaste Los Angeles		Menor de 40%	
Coef. Estructural	a3 (/pulg)	0.100	
Coef. De drenaje	m3	1.00	
Módulo resiliente	Mr	15024	
numero estructural	SN3	2.50	5.8716 5.8716

CALCULO DE ESPESORES: CARPETA ASFALTICA

Sobre mejoramiento

El material de mejoramiento tendrá un GBR mínimo de 20%

	MR =	13201	
El SN3 tendrá un valor de =		3.55	5.8716 5.8716
a4 (/pulg)	=	0.060	
m4 =		0.90	

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 + \dots$$

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1$$

D1 > SN1/a1	2.50	Utilizo	2.50 pulg
			para capa de rodadura

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1 \quad 1.00$$

D2 ≥ (SN2-SN1)/(a2*m2)	7.87	Utilizo	7.87 pulg
			para base granular

$$SN_2 = a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 \quad 0.94$$

D3 = (SN3-(SN1+SN2))/(a3*m3)	9.84	Utilizo	9.84 pulg
			para sub base

$$SN_3 = a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 \quad 0.98$$

D4=(SN4-(SN1+SN2+SN3))/a4	11.81	Utilizo	11.81 pulg
			para mejoramiento

$$SN_4 = a_4 \cdot m_4 \cdot D_4 \quad 0.64$$

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot m_4 \cdot D_4 \quad \Rightarrow \quad SN = 3.57$$

total = 0.32 pulg
0.81 cm

Se comprueba con la ecuación de la AASHTO:

$$\log(N_{60}) = Z_r(S_o) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log \left[\frac{a_1 D_1}{(4.2 - 1.5)} \right]}{1094} + 2.32 \log(M) - 8.07 = 5.882$$

$Z_r \times S_o$	-0.41209
$\log_{10}(SN + 1)$	6.174083192
$\log_{10} \left[\frac{a_1 D_1}{(4.2 - 1.5)} \right]$	-0.200914843
$0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{0.13}}$	0.812636221
$\log_{10} M_R$	3.722912077

NOTA: Los términos de la ecuación de diseño, reemplazando el valor de SN con los espesores escogidos, cumplen con la igualdad.

$\log_{10} W_{18}$ 5.872 es aproximadamente igual a

5.882

SI CUMPLE

3.4. VÍA DE TERCER ORDEN.

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFALTICA DE LA VIA TILLALES – LA PALESTINA, PARROQUIA BARBONES, CANTON EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”

3.4.1. ANTECEDENTES.

Las necesidades del progreso genera la importancia a las vías de comunicación, es así como la construir una vía o realizar la rectificación y ampliación de las mismas como el caso nuestro, no se tienen como la obligación de unir dos partes determinadas, si no también genera el desarrollo y progreso a las nuevas áreas que se incorporan al sistema vial existente, beneficiando a las actividades agrícolas y ganaderas que son las principales actividades que se desarrollan en Cantón de El Guabo, ha emprendido en la construcción de una nueva vía que conecta los sectores Tillales y Palestina de la Parroquia Barbones, impulsando el desarrollo urbanístico y productivo de la comunidad, por esta razón nos han solicitado realizar el diseño de pavimento para el Proyecto “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFALTICA DE LA VIA TILLALES – LA PALESTINA, PARROQUIA BARBONES, CANTON EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”, se inicio con los análisis del estudio de suelos mediante una investigación en el laboratorio y toma de muestras de las mismas en los datos proporcionados para proceder con el cálculo del pavimento del mismo.

Cobertura y localización

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón El Guabo provincia de El Oro y que une los sectores Tillales y Palestina de la parroquia Barbones; utilizando el Datum WGS 84 en el sistema Universal Transversal de Mercator las coordenadas del proyecto en son:

Item	Punto	Norte	Este
1	Tillales	9641534.371	626717.487
2	Palestina	9642728.460	623410.658

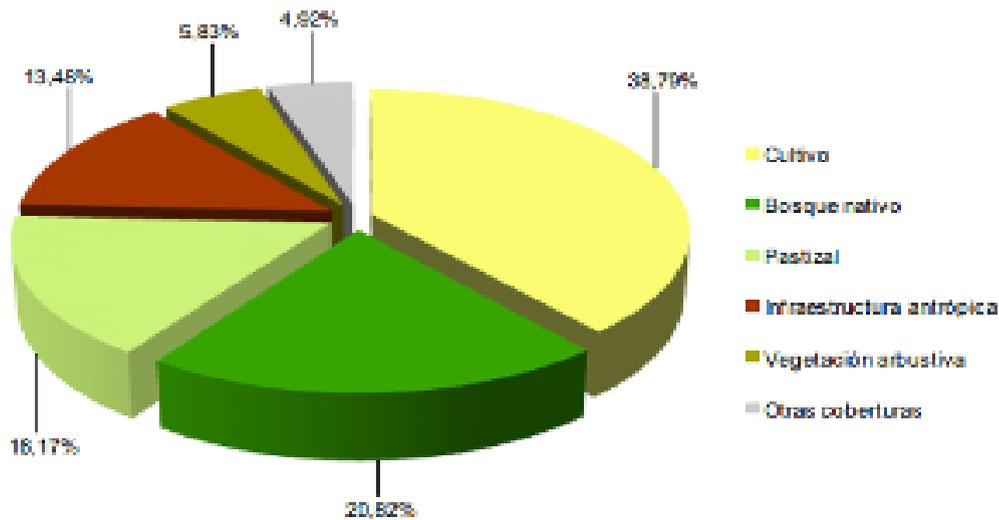


Vía Tillales – Palestina.

3.4.3. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

3.4.3.1. Descripción de la situación actual del área de intervención

Para determinar el siguiente proyecto vial debemos contar con la información acerca de la localidad y definiendo que el cantón cubre una superficie de 498 km² y cuenta con una proyección al 2020 de la población según el INEC es de 50,009 habitantes; goza de un clima húmedo tropical con temperaturas que varían entre 21 y 34 C y niveles de precipitación que oscilan entre los 700 y 800 mm/año (INAMHI, 2010), y contando con sus actividades productivas que mueven el comercio y la economía de la zona son la agrícola, ganadera, silvicultura y pesca, seguida del comercio al por mayor y menor.



3.4.4. Identificación, descripción y diagnóstico del problema

La importancia de la población en tener una vía que brinde los servicios necesarios para el mejoramiento del traslado vehicular y para el mejoramiento del proceso productivo de una determinada área, la provincia o país está unido a múltiples variables. En este tipo de proyectos influyen los costos de distribución, comercialización, generales, administración, etc. De esta forma, uno de estos factores más importantes para el diseño del proyecto son los que producen relevantes es el costo de distribución de las materias primas, productos en proceso y productos finales, a través de la red de transporte existente (fluvial, ferroviaria, carretera, etc.). Estos costos de distribución dependen de los vehículos de transporte, de las instalaciones fijas de procesamiento y distribución, así como de la calidad de la red de transporte existente.

La ausencia de una capa de rodadura de calidad que cumpla con los requisitos y que permita una correcta circulación de la carga de manera cómoda y segura produce y ocasiona pérdidas por maltrato de la producción, en especial de este sector que es altamente productivo.

3.4.5.- CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Para el correcto diseño del pavimento rígido requerido para la vía contando con las necesidades del proyecto se define que el diseño de la estructura del pavimento está definido

por dos consideraciones fundamentales, la primera de carácter funcional, y la segunda de carácter estructural.

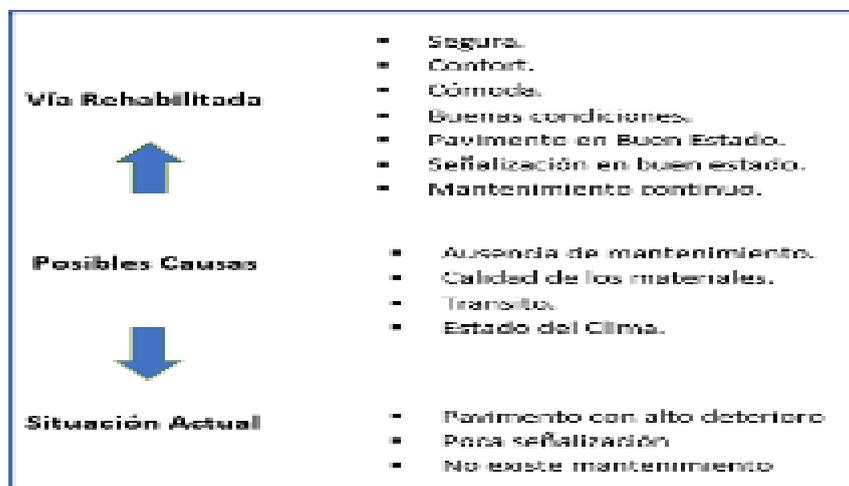
En la primera, se engloban aspectos como la importancia del proyecto, la velocidad de operación, la seguridad, el mantenimiento y los costos de inversión.

En la segunda aparecen los conceptos de resistencia, durabilidad, estabilidad volumétrica, compresibilidad, resistencia a la fatiga, capacidad portante, relación esfuerzo-deformación, comportamiento frente al medio ambiente, sistema constructivo y estrategia de rehabilitación.

3.4.6. .- ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.

En la actualidad La vía Tillales - Palestina tiene una longitud de 3.96 km; es una vía para la producción bananera presente en el cantón El Guabo; comunica importantes zonas productoras; esta presenta un ancho de calzada promedio de 5.60m y actualmente se encuentra a nivel de material de lastre; está considerada como una vía muy importante para el desarrollo vehicular que circulan; actualmente la vía presenta un mal estado su capa de rodadura teniendo que intervenir constantemente. Por ello se ha procedido a realizar la inspección del suelo mediante unas calicatas en el tramo del proyecto, determinando así las características de la subrasante y la calidad de los materiales del Relleno existente para poder realizar un diseño de acuerdo a las condiciones del suelo, y a las cargas que soportará dicho pavimento. El detalle y La ubicación geográfica del proyecto se detallan a continuación en la Tabla N°1, utilizando el sistema Datum WGS 84:

Característica Situación Actual de la Vía



Ítem	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	PAVIMENTOS	· No existente
2	GEOMÉTRICAS	· Radios de curvatura no cumplen las normas · Peralte inadecuado en algunas curvas · Pendientes no cumple con las normas
3	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE	· Presencia de Vegetación dentro y alrededor. · No cumplen con las características deseadas. · Fata incrementar alcantarillas.
4	SEÑALIZACIÓN	· No existente

3.3.7.- DISEÑO DE PAVIMENTO

3.3.7.1.- GENERALIDADES.

El pavimento es una estructura lineal, compuesto por un sistema heterogéneo y anisotrópico, sometido a un gran número de aplicaciones de cargas transitorias y dinámicas, que permanece expuesta al ambiente y se la diseña para responder al requerimiento de los esfuerzos inducidos por las cargas vehiculares y de los usuarios.

La concepción del tipo de pavimento que se colocara en la vía toma en cuenta varios factores como son: niveles de precipitación, tráfico, topografía, humedad relativa geología de la zona , estabilidad de la capa de rodadura ante los agentes atmosféricos y naturales, valores residuales estructurales de los materiales existentes.

3.3.7.2. .- METODO DE DISEÑO.

Se ha utilizado el método desarrollado por la American State Highways and Transportation Officials (A.A.S.T.H.O. VERSION 1993) para diseño de espesores de pavimentos flexibles adoptado y vigentes en las Normas Ecuatorianas de Construcción, que por medio del análisis del tipo del suelo en donde se realizara el proyecto a lo largo de la via para determinar los parámetros de los espesores correspondientes a las capas granulares que poseerá la estructura de la via.

El calculo del número de repeticiones de ejes equivalentes, el espectro de cargas, los valores del número estructural para las diferentes capas del pavimento y sus respectivos espesores se han obtenido siguiendo un proceso iterativo, mediante los ensayos de laboratorio obtenidos del estudio del suelo para determinar la capacidad de soporte del suelo y ver el tipo y su estructura, una hoja electrónica diseñada con éste propósito de determinar el numero del espesor en centimitos para el mejoramiento, base y sub-base de la via , asi como también el

3.3.7.3. .- VIDA UTIL DE DISEÑO Y VARIABLE DE TIEMPO.

Las variables de tiempo a considerar son el Período de análisis y período de vida útil del pavimento. La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para la vía.

En nuestro proyecto, tenemos el conocimiento fundamental que se requiere para definir el tipo de vía, esto es el tráfico promedio diario anual, proyectado a 20 años, que es el mismo que nos servirá para determinar el valor de la velocidad de diseño.

Por lo tanto de acuerdo al cuadro de valores nuestro proyecto se encuentra ubicado en el tipo de carreteras de III ORDEN y su diseño se realizará cumpliendo con las normas técnicas que el N.O.P. establecen para este tipo de vías.

Los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circularán por la vía, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 Kips (8,20 Ton) también conocidos como ESAL's. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un período de tiempo, el número de repeticiones de carga a la que estará sometido el pavimento.

El período de análisis está referido a un determinado número de ejes equivalentes que soportará el pavimento en determinado tiempo. La vida útil con que diseñaremos nuestro pavimento flexible es de 20 años.

Tabla IV.1. Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures* 1993

Tabla N°2: Periodo de diseño según el tipo de Carretera.

3.3.8. -TRÁFICO.

La medición del tráfico se mide en porcentajes acerca del volumen de tráfico concurrido en la vía o en ocasión en secciones determinadas de una vía, Según el MTOP si se considera el hecho de que la población se mueve la necesidad que estas generan como puede ser el comercio, la salud, el turismo , entre otras como son variaciones. Lo ideal, es que se realice los estudios de tráfico en los días y fechas referentes al mayor circulación, más representativas, en los que se

ubicarían puestos de conteo que permitirán obtener datos estadísticos seguros y confiables que nos permitan ajustar las estimaciones cercanas con la realidad.

En el diseño de una carretera no es posible solo conociendo los volúmenes máximos que es capaz de componer una vía, sino además el peso de los vehículos, la composición y forma de operación, para establecer los niveles de servicio de una carretera que ofrecen al ingeniero un nuevo instrumento para el diseño vial, que logra de una manera mas real geométricamente de la vía con el traspaso al cual sirve. para determinación del volumen de tránsito, parte

fundamental para la evaluación y diseño de carreteras, puesto que su sobreestimación podría producir un sobre dimensionamiento de las mismas y podría ocasionar pérdidas económicas.

3.4.9. CÁLCULO DEL TPDA ACTUAL.

El diseño de una carretera y el diseño de la misma debe basarse entre otras infraestructuras en los datos sobre el tráfico con el objetivo de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera afecta directamente a las características de diseño geométrico.

CUADRO DE CONTEO DE TRAFICO TPDA DE LA VIA TILIALES - LA PALESTINA			
TIPO DE VEHICULOS	TRAMO1 (0+000-INICIO)		
	SENTIDO TILIALES - LA PALESTINA	SENTIDO PALESTINA TILIALES	Total
AUTOMOVILES	32	35	67
CAMIONETAS	30	31	61
BUSES	3	3	6
CAMIONES DE 2 EJES	10	11	21
CAMIONES DE 3 EJES	2	2	4
CAMIONES DE MAS DE TRES EJES	1	1	2
Total vehículos			161

Total vehículos Livianos
128
Total vehículos Pesados
33

Tabla 3: resumen del conteo - Total de vehículos por día.

Para obtener el TPDA total del tramo se suma los valores parciales, valores que se muestran en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

ESTACION	T R A M O	TPDA - 2019
INGRESO A LA PALESTINA	TILLALES - LA PALESTINA	161

FUENTE: Conteos volumétricos

El Tráfico Promedio Diario Anual con su respectiva clasificación se presenta en el Cuadro No. 2 y el Tráfico Promedio Diario Anual asignado se presenta en el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 2

TPDA Clasificado

Tipo de vehículo	Cantidad	Total
Vehículos livianos (autos)	67	67
Vehículos livianos (camionetas)	61	61
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6
Volquetas y camiones Tipo 2DB	21	21
Tipo 3A (tandem)	4	4
Tipo 4C(tridem)	2	2
Total vehículos		161

Cuadro No. 3

TRAFICO ASIGNADO

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%
Vehículos livianos (autos)	67	67	41.61
Vehículos livianos (camionetas)	61	61	37.89
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6	3.73
Volquetas y camiones Tipo 2DB	21	21	13.04
Tipo 3A (tandem)	4	4	2.48
Tipo 4C(tridem)	2	2	1.24
Total vehículos		161	100.00

3.4.10. CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

Incremento del Tráfico. – Es la cantidad de tráfico que se espera que incremente y que use la nueva vía mejorada en un año futuro, seleccionado como proyecto y se compone del tráfico proyectado, tráfico generado y tráfico por desarrollo:

$$IT=TP+TG+TD$$

IT=incremento de tráfico

TP=tráfico proyectado

TG=tráfico generado

TD=tráfico por desarrollo

$$T.P.D.A=T.A+T.G+T.D$$

Donde:

T.A.=tráfico actual

T.G=tráfico generado

T.D=tráfico desviado

Pero.

$$T.G=20\%TA.$$

$$T.D=10\% T.A$$

$$T.P.D.A=T.A+0.20=0.10T.A$$

3.4.10.1. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS CAMIONETAS:

$$T.P.D.A=\text{livianos } 61+0.20 (61)+0.10 (61)$$

$$T.P.D.A= \text{livianos } 79.3$$

Vehículos = 79.00 vehículos.

3.4.10.2. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE VEHICULOS AUTOS:

$$T.P.D.A=\text{livianos } 67+0.20 (67)+0.10 (67)$$

$$T.P.D.A= \text{livianos } 87.1$$

Vehículos = 87.00 vehículos.

3.4.10.2. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS BUSES CAMIONES PEQUEÑOS:

$$T.P.D.A =\text{pesados } 6+0.20 (6)+0.10 (6)$$

T.P.D.A=pesados 7.8

Vehículos Pesados = 8.00 vehículos

3.4.10.3. TRÁFICO DE PROYECCION DE VEHÍCULOS VOLQUETAS Y CAMIONES TIPO 2DB

T.P.D.A =pesados $21+0.20(21)+0.10(21)$

T.P.D.A=pesados 27.3

Vehículos Pesados = 27.00 vehículos

3.4.10 . 4. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 3A (TANDEM)

T.P.D.A =pesados $4+0.20(4)+0.10(4)$

T.P.D.A=pesados 5.2

Vehículos Pesados = 5.00 vehículos

3.4.10.5. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 4C (TRIDENT)

T.P.D.A =pesados $2+0.20(2)+0.10(2)$ T.P.D.A=pesados 2.6 Vehículos Pesados= 3 vehículos

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%	Incremento de trafico
Vehículos livianos (autos)	67	67	41.61	87
Vehículos livianos (camionetas)	61	61	37.89	79
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6	3.73	8
Volquetas y camiones Tipo 2DB	21	21	13.04	27
Tipo 3A (tandem)	4	4	2.48	5
Tipo 4C(tridem)	2	2	1.24	3
Total vehículos		161	100.00	209

3.4.10.6. .- PROYECCIÓN DEL TRÁFICO: CÁLCULO DEL TRAFICO FUTURO.

El pronóstico y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento previsto incluye el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado, etc. La proyección del tráfico se usa para la clasificación de las carreteras e influye en la determinación de la velocidad de diseño de las demás datos geométricos del proyecto.

La tasa de crecimiento del 2011 al 2021 anual de vehículos livianos 4.08% y camiones 5.08 % y para buses 5.63% para nuestro país que está definida por el MTOP.

TIPO DE VEHICULOS	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Camiones	5.08%
Buses	5.63%

Para la tasa de los vehículos pesados entre buses y camiones se tomó el promedio de 5.36% para su cálculo.

TIPO DE VEHICULOS	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Promedio vehículos camiones y buses	5.36%

Este trafico se puede determinar de varias formas diferentes .El más aplicado en nuestro medio es el de la tasa de crecimiento, para lo cual empleamos la siguiente fórmula:

Este trafico se puede determinar de varias formas diferentes .El más aplicado en nuestro medio es el de la tasa de crecimiento, para lo cual empleamos la siguiente fórmula:

$$T_f = T.P.D.A (1+i)^n$$

T_f = Total de tráfico por día para comerciales o por año para vehículos particulares.

T.P.D.A = Tráfico promedio diario anual.

I = Tasa de crecimiento anual.

N = Proyección a 20 años

3.4.10.7. TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS CAMIONETAS:

$$Tf = \text{Livianos } 79 (1+0,0408)^{20} Tf = 175.78$$

Vehículos Livianos Total: 176 vehículos.

3.4.10.8. TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS AUTOS:

$$Tf = \text{Livianos } 87 (1+0,0408)^{20}$$

$$Tf = 193.58 \text{ Vehículos}$$

Livianos Total: 194 vehículos.

3.4.10.9. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS BUSES CAMIONES PEQUEÑOS:

$$Tf = \text{Pesados } 8 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 22,7 \text{ Vehículos pequeños}$$

Total: 23 vehículos

3.4.10.10. TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS VOLQUETAS Y CAMIONES TIPO 2DB

$$Tf = \text{Pesados } 27 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 76,7 \text{ Vehículos pesados}$$

Total: 77 vehículos

3.4.10.11. TRAFICO DE PROYECCION DE TIPO 3A (TANDEN)

$$Tf = \text{Pesados } 5 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 14.2 \text{ Vehículos pesados}$$

Total: 14 vehículos

3.4.10.12. TRÁFICO DE PROYECCIÓN DE TIPO 4C (TRIDENT)

Tf = Pesados 3 (1+0.0536)²⁰

Tf = 8.52 Vehículos pesados

Total: 9 vehículos.

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%	Incremento de trafico
Vehículos livianos (autos)	67	67	41.61	87
Vehículos livianos (camionetas)	61	61	37.89	79
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6	3.73	8
Volquetas y camiones Tipo 2DB	21	21	13.04	27
Tipo 3A (tandem)	4	4	2.48	5
Tipo 4C(tridem)	2	2	1.24	3
Total vehículos		161	100.00	209

3.4.10.6. .- PROYECCIÓN DEL TRÁFICO: CÁLCULO DEL TRAFICO FUTURO.

El pronóstico y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o a 20 años y el crecimiento previsto incluye el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado, etc. La proyección del tráfico se usa para la clasificación de las carreteras e influye en la determinación de la velocidad de diseño de las demás datos geométricos del proyecto.

La tasa de crecimiento del 2011 al 2021 anual de vehículos livianos 4.08% y camiones 5.08 % y para buses 5.63% para nuestro país que está definida por el MTOP.

TIPO DE VEHÍCULO	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Camiones	5.08%
buses	5.63%

Para la tasa de los vehículos pesados entre buses y camiones se tomó el promedio de 5.36% para su cálculo.

TIPO DE VEHÍCULO	PORCENTAJE
Vehículos livianos	4.08%
Promedio vehículos camiones y buses	5.36%

Este tráfico se puede determinar de varias formas diferentes .El más aplicado en nuestro medio es el de la tasa de crecimiento, para lo cual empleamos la siguiente fórmula:

$$Tf = T.P.D.A (1+i)^n$$

Tf = Total de tráfico por día para comerciales o por año para vehículos particulares.

T.P.D.A = Tráfico promedio diario anual.

I = Tasa de crecimiento anual.

N = Proyección a 20 años

3.4.10.7.TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS CAMIONETAS:

$$Tf = \text{Livianos } 79 (1+0,0408)^{20} Tf = 175.78$$

Vehículos Livianos Total: 176 vehículos.

3.4.10.8. TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS AUTOS:

$$Tf = \text{Livianos } 87 (1+0,0408)^{20}$$

$$Tf = 193.58 \text{ Vehículos}$$

Livianos Total: 194 vehículos.

3.4.10.9. TRAFICO DE PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS BUSES CAMIONES PEQUEÑOS:

$$Tf = \text{Pesados } 8 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 22,7 \text{ Vehículos pequeños}$$

Total: 23 vehículos

3.4.10.10. TRAFICO DE PROYECCION DE VEHICULOS VOLQUETAS Y CAMIONES TIPO 2DB

$$Tf = \text{Pesados } 27 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 76,7 \text{ Vehículos pesados}$$

Total: 77 vehículos

3.4.10.11. TRAFICO DE PROYECCION DE TIPO 3A (TANDEN)

$$Tf = \text{Pesados } 5 (1+0.0536)^{20}$$

$$Tf = 14.2 \text{ Vehículos pesados}$$

Total: 14 vehículos

3.4.10.12. TRAFICO DE PROYECCION DE TIPO 4C (TRIDEN)

Tf = Pesados 3 (1+0.0536)²⁰

Tf = 8.52 Vehículos pesados

Total: 9 vehículos.

Tipo de vehículo	Cantidad	Total	%	Incremento de trafico	Trafico futuro 20 años
Vehículos livianos (autos)	67	67	41.61	87	194
Vehículos livianos (camionetas)	61	61	37.89	79	176
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	6	6	3.73	8	23
Volquetas y camiones Tipo 2DB	21	21	13.04	27	77
Tipo 3A (tandem)	4	4	2.48	5	14
Tipo 4C(tridem)	2	2	1.24	3	9
Total vehículos		161	100.00	209	493

3.4.10.12.LA PROYECCION DE LOS VEHICULOS LIVIANOS A 20 AÑOS

Vehículos camionetas: 176

Vehículos autos: 194

Total de Vehículos livianos calculados son: 370.00

3.4.11.LA PROYECCION DE LOS VEHICULOS PESADOS A 20 AÑOS

Vehículos buses camiones:23

Vehículos volquetas y camiones Tipo 2DB:77

Vehículos Tipo 3A (tanden):14

Vehículos Tipo 4C (triden): 9

Total de Vehículos calculados son: 123

3.4.11.1. LA PROYECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS Y PESADOS A 20 AÑOS SERÁ DE:

Tipo de vehículo	Trafico futuro 20 años
Vehículos livianos (autos)	194
Vehículos livianos (camionetas)	176
Buses y camiones pequeño Tipo 2DA	25
Volquetas y camiones Tipo 2DB	77
Tipo 3A (tandem)	14
Tipo 4C(tridem)	9
Total vehiculos	493

Para este tipo de vía con este conteo de tráfico según los datos de la tabla sería una vía de Tipo III Orden.

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Con esto se determina que la vía no amerita ser ampliada y se realizará una rehabilitación y mejoramiento de la vía.

3.4.12. Estudios sobre cartas topográficas.

La topografía es un factor determinante y por lo tanto influye en el alineamiento, gradientes, distancia de visibilidad, secciones transversales, etc., en muchas ocasiones ;a naturaleza del terreno determina el tipo de camino a diseñarse, así pues para un terreno plano accidentado o montañoso puede necesitar de un carril principal para el acceso de vehículos pesados en ciertos tramos.

3.4.13. Polígono fundamental.

La obtención del polígono fundamental es una línea poligonal exacta determinada por los puntos tomados en cada una de las aristas o abscisas a lo largo de la vía que sirve como referencia para obtener la planimetría y la información topográfica y demás datos pertenecientes a la faja de terreno en la que probablemente se localiza el eje de la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales.

El polígono fundamental definitivo sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera, el mismo que será su trazado definitivo.

Para el presente estudio se pretendió utilizar en lo máximo posible la vía existente.

3.4.14. Generalidades del polígono.

Es el principal trabajo de campo como es el levantamiento topográfico donde se recopila los datos fundamentales de nuestro polígono incluye aquellos trabajos de campo que comprenden, el alineamiento y planimetría necesarios para establecer una faja suficientemente ancha para permitir proyectar en la oficina el polígono definitivo.

3.4.15. .- NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN.

La localización de una carretera y los elementos de su diseño dependen mucho de la topografía del lugar ,las características físicas y uso del terreno por donde se llevará a cabo la vía. Mediante el análisis del tráfico vehicular obtenemos los datos necesarios para el diseño de la via como el cálculo del TPDA, se calcula el número de aplicaciones de carga del eje equivalente mediante la utilización de la siguiente Ecuación.

$$N_{8,2} = \text{Trafico futuro} * 365 * n * F_{dt} * F_c * F_{ce}$$

Dónde:

1.- Trafico futuro calculado* 365

2.- n= periodo de diseño



PROYECCION A 20 AÑOS DEL TRAFICO TOTAL MULTIPLICADO POR 365 DIAS													
AÑOS	# de orden	TPDA (veh/día) livianos	TPDA (veh/día) BUSES	TPDA (veh/día) PESADOS	VEH - AÑO	LIVIANOS	2DA	CAMIONES Y TRAYLERS					
								2DB	3A	4C	2S1	2S2	3S1
					100%	79.51	3.73	13.04	2.48	1.24	-	-	-
2020	0	166	8	35	76285.00	60654.20	2845.43	9947.56	1891.87	945.93	0.00	0.00	0.00
2021	1	173	8	37	79598.32	63288.63	2969.02	10379.62	1974.04	987.02	0.00	0.00	0.00
2022	2	180	9	39	83057.60	66039.10	3098.05	10830.71	2059.83	1029.91	0.00	0.00	0.00
2023	3	187	9	41	86669.36	68910.81	3232.77	11301.68	2149.40	1074.70	0.00	0.00	0.00
2024	4	195	10	43	90440.43	71909.19	3373.43	11793.43	2242.92	1121.46	0.00	0.00	0.00
2025	5	203	10	45	94377.96	75039.91	3520.30	12306.89	2340.57	1170.29	0.00	0.00	0.00
2026	6	211	11	48	98489.40	78308.92	3673.65	12843.02	2442.54	1221.27	0.00	0.00	0.00
2027	7	220	12	50	102782.58	81722.43	3833.79	13402.85	2549.01	1274.50	0.00	0.00	0.00
2028	8	229	12	53	107265.64	85286.91	4001.01	13987.44	2660.19	1330.09	0.00	0.00	0.00
2029	9	238	13	56	111947.13	89009.17	4175.63	14597.91	2776.29	1388.14	0.00	0.00	0.00
2030	10	248	13	59	116835.98	92896.29	4357.98	15235.41	2897.53	1448.77	0.00	0.00	0.00
2031	11	258	14	62	121941.52	96955.71	4548.42	15901.17	3024.15	1512.07	0.00	0.00	0.00
2032	12	268	15	65	127273.52	101195.18	4747.30	16596.47	3156.38	1578.19	0.00	0.00	0.00
2033	13	279	16	69	132842.19	105622.82	4955.01	17322.62	3294.49	1647.24	0.00	0.00	0.00
2034	14	291	17	73	138658.20	110247.14	5171.95	18081.03	3438.72	1719.36	0.00	0.00	0.00
2035	15	302	18	77	144732.74	115077.00	5398.53	18873.15	3589.37	1794.69	0.00	0.00	0.00
2036	16	315	18	81	151077.49	120121.71	5635.19	19700.50	3746.72	1873.36	0.00	0.00	0.00
2037	17	328	19	85	157704.67	125390.98	5882.38	20564.69	3911.08	1955.54	0.00	0.00	0.00
2038	18	341	20	90	164627.06	130894.98	6140.59	21467.37	4082.75	2041.38	0.00	0.00	0.00
2039	19	355	22	94	171858.05	136644.34	6410.31	22410.29	4262.08	2131.04	0.00	0.00	0.00
2040	20	369	23	99	179411.62	142650.18	6692.05	23395.28	4449.41	2224.70	0.00	0.00	0.00
TOTAL=					2537876	2017866	94663	330939	62939	31470	0	0	0

A continuación se calcula el número de ESAL donde los factores de conversión de las cagas por eje establecidas por el MOP están dadas por las siguientes formulas:

FS: $(LS/8,2)^4$ eje simple

FS: $(Lt/15)^4$ eje tandem

FS: $(Ltr/18,2)^4$ eje tridem

A esos valores se los multiplica por el factor distribución, factor por carril y factor por carga:

CARGAS EQUIVALENTES A EJE SIMPLE (ESAL'S) - conteo de trafico CALCULO DE ESAL'S A 20 AÑOS (2040) CONSIDERANDO TRAFICO DIRECCIONAL 50% Y FACTOR POR CARRIL 80%								
ESAL'S								
VEHICULOS	CANTIDAD de vehiculos a los 20 años	Distribucion de Cargas por Ejes según el MOP			FACT. DE CONVERSION A EJES SIMPLES ESAL'S			ESAL'S
		D	I	T	D	I	T	
LIVIANOS	807146	3		3	0.017915528		0.01791553	28920.90
BUSES Y CAMIONES 2D-A	37865	3		7	0.017915528		0.53105164	20786.71
2D-B	132376	7		11	0.531051635		3.23828696	498968.60
3A	25176	7		20	0.531051635		3.16049383	92937.37
4C	12588	7		24	0.531051635		3.02384423	44748.6
2S1	0	7	11	11	0.531051635	0.28920494	3.23828696	0.00
2S2	0	7	11	20	0.531051635	0.28920494	3.16049383	0.00
3S1	0	7	20	11	0.531051635	3.16049383	3.23828696	0.00
							W18=	686362.0

Tabla N°5: Resumen de Cálculo de número de ESALS.

NUMERO DE APLICACIONES DE EJES ESTANDAR 8.2 TON	
Años proyectados (20 años)	N° DE EJES
2040	686362

Tabla N°6: resultados de ESAL'S (W18) para el diseño

3.4.16. .- INVESTIGACIÓN DE LA SUBRASANTE.

Para poder determinar las características de la subrasante y en que condición se encuentran los materiales de relleno existente, se han realizado 2 calicatas entre 1,00 a 1,20 m de profundidad como se detallan a continuación:

3.4.16.1.Calicata 1:

Superficialmente se encontró una capa de relleno con material Grava arenosa (GP), color café hasta los 0,63 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de arcilla (CL) color café, hasta los 1,21 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

3.4.16.2.Calicata 2:

Superficialmente se encontró una capa de Grava arenosa (lastre), color café hasta los 0,68 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de arena arcillosa café (SC) y se encuentra hasta los 1,28 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

3.4.16.3.Calicata 3:

Superficialmente se encontró una capa de Grava arenosa (lastre), color café hasta los 0,51 m de profundidad.

Finalmente aparece una capa de Arcilla café (CH) y se encuentra hasta los 1,14 m de profundidad.

No se detectó el nivel freático en el día de la investigación de campo.

CALLE	CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR
ABSCISA 1+000 - LADO IZQUIERDO	1	RELLENO= 0.63	
		SUELO NATURAL= 0.58	4.30
ABSCISA 2+100 - LADO DERECHO	2	RELLENO= 0.68	
		SUELO NATURAL= 0.60	5.87
ABSCISA 3+200 - LADO DERECHO	3	RELLENO= 0.51	
		SUELO NATURAL= 0.63	3.47

Cuadro N°4: resumen de valores de CBR en función del ensayo DCP.

Calicata N°	CAPAS	ESPESOR
1	Relleno Grava arenosa	0,63
2	Relleno Grava arenosa	0,68
3	Relleno Grava arenosa	0,51

Cuadro N°5: Resumen de los espesores de capas existentes.

3.4.17. .- ESTRATIGRAFÍA DE LA SUBRASANTE.

Con los resultados de las propiedades índices de los suelos de subrasante, a continuación Se clasificarán las muestras de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y el comúnmente conocido como “AASHTO” (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Desde el punto de vista geotécnico los estratos identificados en el área estudiada están constituidos por:

- Relleno con grava arenosa identificados según la SUCS como GM - GC, y según la AASHTO como A2-4 y A1b respectivamente, considerándose como suelos de bueno a regular.
- Suelos arcillosos identificados según la SUCS como CL-CH, y según la AASHTO como A-6 y A-7-6 respectivamente, y se consideran de regular malos para fundaciones de pavimentos.
- - Suelos arenosos identificados según la SUCS como SC, y según la AASHTO como A-2-6, y se consideran de regular malos para fundaciones de pavimentos.

3.4.18.- VALOR SOPORTE DEL SUELO.

La propiedad de suelo de subrasante que utiliza el método para el diseño del pavimento es el módulo resiliente (MR), para ello se debe determinar el valor de soporte del suelo (CBR).

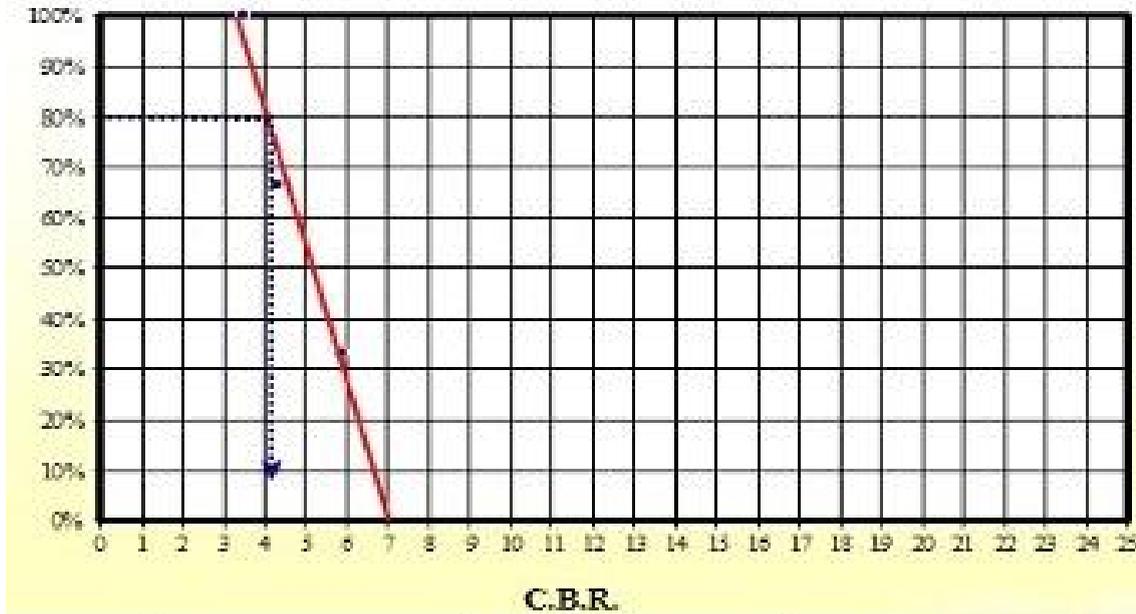
El CBR de diseño se ha obtenido mediante el ensayo “PENETROMETRO DINÁMICO DE CONO (DCP)” de acuerdo a la NORMA: ASTM D-6951 – 03 in situ, realizados sobre el suelo inalterado de la subrasante. El CBR de diseño se deduce con un porcentaje de confiabilidad del 80% de todos los valores presentados en el cuadro 6 (figura 1).

Calicata	ubicación	CBR	Orden	Percentil
3	ABSCISA 3+200 - LADO DERECHO	3.47	3	100.0%
1	ABSCISA 1+000 - LADO IZQUIERDO	4.30	2	66.7%
2	ABSCISA 2+100 - LADO DERECHO	5.87	1	33.3%

Cuadro 6: resultados de ensayos de Valor relativo de soporte del suelo.

3.4.19.C.B.R. DE DISEÑO

Figura 1



CBR DISEÑO= 4,05%

3.4.20. .- MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE.

El módulo de resiliencia (MR) que se obtiene mediante la correlación con el valor CBR deducido por Heukelom y Klomp, utilizando la fórmula para CBR menores del 10%.

$$MR= 1500 \times CBR= 1500*4,05 = 6.078 \text{ psi}$$

3.4.21. .- CALIDAD DEL DRENAJE.

Se refleja en la presencia de los factores que modifican los coeficientes de las capas en la ecuación del número estructural. En el cuadro No 7 se indica la calidad de drenaje en función del tiempo necesario para que el material de base o sub-base alcance el 50 % ó el 85 % del nivel de saturación.

Calidad de drenaje	50 % de saturación en:	85 % de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 – 5 horas
Regular	1 semana	5 – 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Cuadro No 7: Fuente AASHTO 1993

La calidad del drenaje se encuentra afectada muchas veces por la falta de mantenimiento de las alcantarillas y cunetas, y dadas estas características topográficas y climáticas se mantendrá en esas condiciones por mucho tiempo, aspecto que se debe considerar en el coeficiente de drenaje a utilizar.

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menor al 1 %	1%-5%	5 % - 25	Mayor del 25 %
Excelente	1.40 - 1,35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Cuadro No 8: Fuente AASHTO 1993

El sector donde se ejecutará este diseño tiene calles con pendientes que facilitan la evacuación de las aguas lluvias, por lo tanto para conseguir el 85% de saturación necesitamos de 2 a 5 horas, considerando la calidad del drenaje como buena. De acuerdo con el cuadro No 8 proporcionada por la AASHTO para una calidad de drenaje bueno, asumimos un coeficiente Cd igual a 1.00 para Base y subbase y 0,90 para mejoramiento.

3.4.22. .- COEFICIENTES DE CAPAS

El coeficiente asigna a cada una de las capas un coeficiente estructural (a_i) mediante el cual se convierten sus espesores reales a números estructurales (SN).

Coefficientes estructurales a utilizar de los materiales obtenidos en la zona, de acuerdo a las siguientes características:

Coeficientes estructurales: a_i (/pulg)		
Materiales	Características	coeficientes
Carpeta asfáltica	Estabilidad Marshall 1800	$a_1: 0,4$
Base	CBR > 80%	$a_2: 0,12$
Subbase	CBR > 30%	$a_3: 0,10$
Mejoramiento	Mínimo 20%	$a_4: 0,06$

Cuadro No 13: Coeficientes estructurales.

3.4.23. CONDICIONES DE LOS MATERIALES: CAPAS DEL PAVIMENTO

Suelo Natural (subrasante) CBR= 4,05%	$M_r = 1.500 \times \text{CBR}$	6,078 psi
Material de Mejoramiento CBR= mínimo 20%	$M_r = 4326 \cdot \ln(20) + 241$	13,201 psi
Subbase Clase III CBR= mayor de 30%	$M_r = 4326 \cdot \ln(30) + 241$	15,000 psi
Base Clase III CBR= mayor de 80%	$M_r = 4326 \cdot \ln(80) + 241$	28,000 psi

Cuadro No 14: Condición de los materiales.

3.4.24. Variable de entrada

VARIABLES DE ENTRADA

Confiabilidad	R	80.00	en funcion de clasificacion de via
	Zr	-0.841	del valor de R
Desv. Estandar	So	0.49	Por variaciones en el tráfico
Serviciabilidad inic.	po	4.20	Por ser PAF
Serv. Final	pt	2.50	
Pérdida de servc.	Dpsi	1.70	Dpsi = pt-po
Cap. De soporte	CBR	4.05	Del 80% de la curva de frecuencias
	Mr	6,078	Mr = 1500*CBR si es menor a 6%
N ₁₂		686,362.00	Del cálculo en base al conteo
Numero estructural	SN	3.33	Del nomograma de AASHTO

Para carpeta asfaltica	estabilidad	1800	
Coef. Estructural	a1 (/pulg)	0.40	
Numero estructural	SN	1.84	5.8366 5.8366
E=	psi	385000	

Para Base se considera un material de las siguientes características

CBR		mayor de 80%	
Límite líquido		menor de 25%	
Índice de plasticidad		NP o menor de 6%	
Desgaste Los Angeles		menor de 40%	
Coef. Estructural	a2 (/pulg)	0.120	
Coef. De drenaje	m2	1.00	
Módulo resiliente	Mr	28000	
Numero estructural	SN2	2.35	5.8366 5.8366

Para sub base se considera un material de las siguientes características

CBR		Mayor de 30%	
Límite líquido		menor de 25%	
Índice de plasticidad		menor de 6%	
Desgaste Los Angeles		Menor de 40%	
Coef. Estructural	a3 (/pulg)	0.100	
Coef. De drenaje	m3	1.00	
Módulo resiliente	Mr	15024	
numero estructural	SN3	2.47	5.8366 5.8366

3.4.25. Cálculo de espesores.

CALCULO DE ESPESORES: CARPETA ASFALTICA

Sobre mejoramiento

El material de mejoramiento tendrá un CBR mínimo de 20%

MR =	13201	
El SN3 tendrá un valor de =	3.32	5.8366 5.8366
a4 (/pulg) =	0.060	
m4 =	0.90	

$$SN = a1 \cdot D1 + a2 \cdot m2 \cdot D2 + a3 \cdot m3 \cdot D3 + \dots$$

$$SN1 = a1 \cdot D1$$

$D1 > SN1/a1$	2.50	Utilizo 2.50 pulg para capa de rodadura
---------------	------	--

$$SN1 = a1 \cdot D1 \quad 1.00$$

$D2 \geq (SN2 - SN1)/(a2 \cdot m2)$	5.91	Utilizo 5.91 pulg para base granular
-------------------------------------	------	---

$$SN2 = a2 \cdot m2 \cdot D2 \quad 0.71$$

$D3 = (SN3 - (SN1 + SN2))/(a3 \cdot m3)$	9.84	Utilizo 9.84 pulg para sub base
--	------	------------------------------------

$$SN3 = a3 \cdot m3 \cdot D3 \quad 0.98$$

$D4 = (SN4 - (SN1 + SN2 + SN3))/(a4 \cdot m4)$	11.81	Utilizo 11.81 pulg para mejoramiento
--	-------	---

$$SN4 = a4 \cdot m4 \cdot D4 \quad 0.64$$

$$SN = a1 \cdot D1 + a2 \cdot m2 \cdot D2 + a3 \cdot m3 \cdot D3 + a4 \cdot m4 \cdot D4 \quad \Rightarrow SN = 3.33$$

total =	0.30	pulg
	0.76	cm

Se comprueba con la ecuación de la AASHTO:

$$\log(N_{60}) = Z_r(S_o) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log(MR) - 8.07 = 5.842$$

$Z_r \times S_o$	-0.41209
$\log_{10}(SN + 1)$	5.958191946
$\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]$	-0.200914843
$0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}$	0.943596029
$\log_{10} MR$	3.783761333

NOTA: Los términos de la ecuación de diseño, reemplazando el valor de SN con los espesores escogidos, cumplen con la igualdad.

$$\log_{10} W_{18} \quad 5.837 \quad \text{es aproximadamente igual a}$$

$$5.842$$

SI CUMPLE

3.5. VÍA DE CUARTO ORDEN

3.5.1.DISEÑO DEL CAMINO VECINAL “ MARCABELÍ – EL PORVENIR “

3.5.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

Los pueblos que unirán el camino materia de este estudio, solo puede comunicarse en época de verano, ya que es un camino de tierra y en época de lluvias se vuelve intransitable, siendo necesario que tenga una mejor pasa de rodadura. Con esto se podrá sacar los productos de pueblos como El Caucho, El Porvenir, Valle Hermoso, La Primavera y otros hacia Marcabelí y de acá a otras partes del país. Es una zona agrícola y ganadera por excelencia. Su proximidad con el sitio

donde se construirá la presa Marcabelí del proyecto Puyando – Tumbes, nos obliga ha estar preparados para cuando entre en funcionamiento los sistemas de irrigación de estos suelos que mejor inicio que construyendo caminos de alto rendimiento y buen servicio.

3.5.3.UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El camino vecinal” Marcabeli -El Porvenir “está ubicado en la zona sur oriental de la provincia de El Oro, en la parte norte del cantón Marcabelí. Se inicia en el camino “ Marcabeli -La Bocana” y une los pueblos de Marcabelí. - El Caucho y El Porvenir,

Recorriendo aproximadamente 4 km sus coordenadas UTM de origen y destino son:

LATITUD	LONGITUD
N 9'583.139,551	E 620,484,995
N 9'586.179,759	E 622,615,360

3.5.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO.



3.5.5. ESTUDIO DEL TRÁFICO.

La planeación y el proyecto de las carreteras así como también el control y operativo del tránsito en ellas requiere del conocimiento de las características físicas y sociológicas del usuario, ya sea este como peatón o como conductor, este es el elemento crítico en la determinación de las características del tránsito.

Existen varias condiciones como la vista del conductor, así como de gran importancia que es , pues por esto se obtiene toda la información de lo que sucede delante de la persona. Para el acto de manejar un vehículo se puede considerar de gran importancia la agudeza de su vista, la visión periférica, la recuperación del deslumbramiento, la persecución de los colores considerando que el conductor debe de ser capaz de identificar los objetos el mirar hacia adelante y a su alrededor, identificando el camino durante la noche en condiciones normales de los faros del vehículo y por último distinguir las señales de tránsito.

3.5.6. CROQUIS DEL SIRIO DE INVENTARIO.

El control vehicular debe ser mantenido, actualizado, mediante chequeos periódicos con el fin de tener al día los cambios que se producen en los caminos, esta actualización se la debe realizar por lo menos cada cinco años.

Para determinar el volumen al que va a estar sometido este proyecto , realizamos un encuestamiento en 4 lugares en la entrada al camino en estudio, en el sitio el Caucho, en la “Y” de valle hermoso y en la población de el Porvenir.

3.5.7. TRÁFICO.

Para el correcto diseño de un camino debe basarse entre otras informaciones, en datos sobre el tráfico con el objetivo de compararlos con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos, que una carretera pueda absorber. El tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre el tráfico comprende la determinación del tráfico actual, esto es, volúmenes y tipos de vehículos en base a conteos vehiculares y tráfico futuro utilizando pronósticos en los proyectos viales cuando se trate de mejoramiento de caminos existentes como es en caso del proyecto en estudio, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio cuando se trata de zonas poco desarrolladas, la estimación del tráfico se hace difícil de incierta.

El tráfico que soporta la vía en estudio según el censo y con una proyección de 20 años será de:

T.P.D.A.	97 vehículos
Vehículos pesados	25.00%
Vehículos livianos	75,00 %

TRAFICO ACTUAL (TA)	TRAFICO GENERADO 40 % TG	TRAFICO DESVIADO 70% TA	TRAFICO POR DESARROLLO 80% TA	TPDA
8	4	6	7	25

RESULTADOS DEL ENCUESTAMIENTO VEHICULAR

LUGAR	FECHA	CARROS PESADOS	CARROS LIVIANOS
Marcabeli	3-6 dic/94	4	10
El Caucho	3-6 dic/94	2	6
“Y” Valle Hermoso	3-6 dic/94	2	5
El Porvenir	3-6 dic/94	-	3
SUMAN		8	24
PROMEDIO DIARIO		2	6
TOTAL		8	
PORCENTAJE (%)		25	75

3.5.9. CÁLCULO DEL T.P.D.A.

Se ha determinado la capacidad de soporte de la subrasante en dos lugares del proyecto, ya que se tomó muestras de los tipos de suelos más críticos de acuerdo a la clasificación AASHTO. Teniendo en la abscisa 1+000, un C.B.R. de 10,28 % y en la abscisa 3+000 con un C.B.R. de 13.90%, demostrando así ser un camino con suelos de gran soporte.

3.5.10. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO.

El tráfico está compuesto por el tráfico actual que presenta el camino y el tráfico generado que es el que tendrá cuando se haya realizado la ampliación del camino.

3.5.11. CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO.

El crecimiento normal del tráfico es debido al incremento de volúmenes por el crecimiento normal de los vehículos y de los usuarios que utilizan la vía en estudio.

3.5.12. TRÁFICO GENRADO.

Está constituido por el número de viajes que se realizan solo si las mejoras propuestas ocurren y son:

- a) Viajes que se efectúan anteriormente
- b) Viajes que se efectúan anteriormente en transporte público
- c) Viajes que se hacían anteriormente hacía otros sitios y que son los mejores realizados en la carretera han sido atraídos hacia ella.

3.5.13. TRÁFICO FUTURO.

Cuando se proyecta una vía no debe hacerse para el tráfico actual si no para el permisible en un futuro próximo. Para esta determinación se ha de proceder con amplia visión del futuro, para que nosotros mismos nos pongamos en el mañana obstáculos que no podamos salvar cuando se realice la ampliación.

Debe ser norma indispensable para un ingeniero el poder proyectar cuidadosamente en plan de realización escalonada a medida que las necesidades del tráfico lo vayan exigiendo, pues se podrá ampliar cuando sea estrictamente necesario, solo así la obra será económicamente rentable

El tráfico futuro debe preverse para un plazo de 15 a 20 años como mínimo. La predicción del tráfico sirve para indicar cuando debe ser mejorada para aumentar su capacidad, esto se

hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una vía y el volumen correspondiente a la trigésima hora o trigésimo volumen, horario anual más alto que es el volumen horario encendido solo por un año determinado.

3.5.14. TRÁFICO POR DESARROLLO.

Es el tráfico originado por el crecimiento industrializado en el caso de una nueva vía por la utilización de la zona de influencia de la misma. Las predicciones se realizan basándose en un estudio económico de la zona a servir.

3.5.15. TRÁFICO PROYECTADO.

El tráfico proyectado es el volumen de tráfico promedio diario actual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año sobrepasa los 7000 vehículos se debe investigar la posibilidad de construir una autopista.

3.5.16. DEFINICIÓN DEL TIPO DE VÍA.

De acuerdo a las normas de diseño del Ministerio de Obras Públicas, la clasificación de las carreteras conforme el tráfico es la que se presenta en el siguiente cuadro.

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

3.5.17. Con el TPDA igual a 100 vehículos según el cuadro de valores el camino se clasifica como carretera de IV orden

Los caminos vecinales como lo es este proyecto también se los denomina caminos de bajo costo y en su mayoría el volumen es menor de 100 vehículos por día. En casos esporádicos, el volumen de tráfico varía a 100 a 500 vehículos por día esto ocurre en caminos aledaños a grandes poblaciones urbanas como es el caso del mano Marcabeli- La Bocana.

3.5.18. VELOCIDAD DE DISEÑO -VALORES-

El análisis de la velocidad con la que los vehículos circulan por una calzada nos permitirá establecer las características geométricas de la misma. La velocidad a adoptarse para los conductores depende de las siguientes circunstancias.

- 1) De las condiciones físicas de la calzada y sus costados.
- 2) Del estado del tiempo
- 3) De la presencia de otros vehículos en la vía.
- 4) De las limitaciones impuestas por las leyes de tránsito.

La velocidad de diseño es la máxima velocidad a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre una vía. En el presente cuadro de las normas de diseño del M.O.P. Contiene los diferentes valores de velocidad de diseño en base al tipo de carreteras .



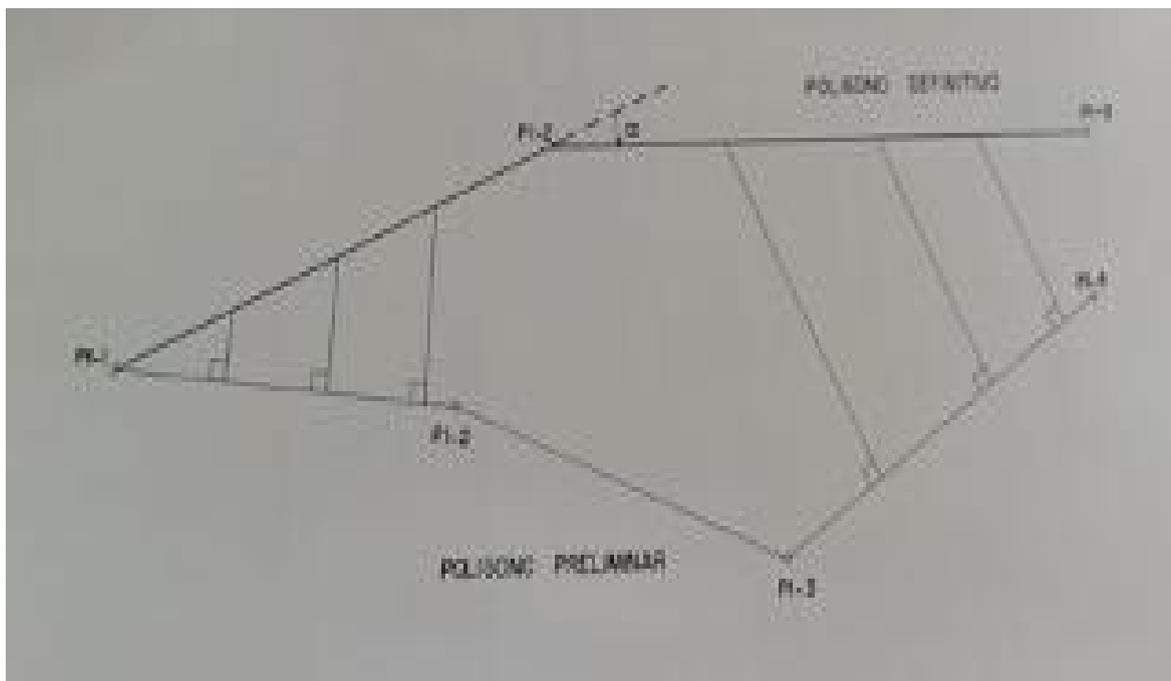
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)						
CLASE DE CARRETERA	RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII mas de 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
RI o RII 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	70
RI o RII 1000 a 3000 TPDA	110	100	80	100	80	60
RI o RII 300 a 1000 TPDA	100	80	60	90	70	50
RI o RII 100 a 300 TPDA	90	70	60	80	60	40
RI o RII menos de 100 TPDA	70	60	50	50	40	40

Entrando con la clase de carreteras IV y un terreno tipo montañoso tenemos una velocidad de diseño de 40 km/h.

3.5.19. REPLANTEO DE LA VÍA.

Se denomina replanteo a todos los trabajos que se realizan en el campo como son modificación de distancias y ángulos, colocación de estacas y puntos de referencia del polígono o eje de la vía proyectada.

Para replantear el eje se necesita tomar referencias del polígono preliminar de acuerdo como lo indica el estudio, estos datos son obtenidos directamente del plano de esta forma las colocan los puntos de intersección (p1) y cuando las tangentes así creadas tienen longitudes mayores a 500 metros, es necesario colocar puntos intermedios llamados puntos obligatorios de la tangente.(POT)



Replanteo del polígono definitivo.

3.5.20. CALCULO DE VOLUMENES.

Sabiendo varios métodos para el cálculo de volúmenes en un proyecto, ninguno de estos es realmente preciso ya que los datos son tomados cada 20 metros como ya se dijo estos hacen que el terreno que une dos secciones transversales es uniforme, razón por la cual el ingeniero constructor de carreteras acepta el sistema con el criterio de que no es posible la obtención de cálculos precisos, dadas las irregularidades del terreno

El más práctico de los métodos es el de la sección media multiplicada por la longitud entre estas secciones así. Llamamos A1 y A2 a las áreas de las secciones transversales consecutivas L a la longitudinal entre dichas secciones, el volumen V dado por la siguiente fórmula :

Debido a la irregularidad del terreno, se puede estimar un error hasta del 1 % y en terrenos de gran pendiente transversal puede tener un error de 2% y 3%.

3.5.21. PROYECTO DE LA SUBRASANTE.

Realizada la nivelación con estos datos dibujamos el perfil longitudinal del camino y trazamos el trazado lineal compensatorio entre las áreas de corte y relleno, cuidando de que estos trazos son gradientes máximas, longitudes críticas de gradiente, altura mínima sobre alcantarilla etc.

El coeficiente de compresibilidad o de contracción se refiere al cambio de volumen que sufre el suelo al pasar de su estado natural o en banco al estado consolidado por medios mecánicos para formar terraplenes. La determinación matemática de un coeficiente de compresibilidad como factor volumétrico de conversión resulta muy complejo.

MATERIAL	KG/m3 EN BANCO	PORCENTAJE EXPANSIÓN	FACTOR CARGA
arcilla en banco	1.75	40	0.72
arcilla y grava	1.27	40	0.72
ídem mojada	1.38	40	0.72
tierra común	1.55	25	0.8
ídem mojada	2	25	0.6
grava 6 a 51 mm.	1.68	12	0.89
ídem mojada	2.25	12	0.89
roca fragmentada	2.62	65	0.61

El cuadro Resume los valores de porcentaje de expresión y factor de carga de varios tipos de materiales.

3.5.22. MÉTODO DE DISEÑO DE PAVIMENTO.

El método del instituto de asfalto de los EE.UU. para la determinación de los espesores de los pavimentos flexibles se basa en un tránsito probable durante un periodo de 20 años, referido a una carga por el eje sencillo de 10.000 libras (4540 kg aproximado).

El método del instituto de análisis de los EE.UU. para la determinación de los espesores de los pavimentos asfálticos se utiliza como datos.

La resistencia de la superficie de sustentación existente se determina mediante el ensayo de C.B.R. §

§ El tráfico previsto. Este es el tráfico futuro que para nuestro diseño se ha considerado proyectado por 20 años, el mismo es de 100 vehículos.

§ La calidad de los materiales a utilizar.

§ Los procedimientos de construcción.

Los requisitos de los suelos para el diseño del pavimento flexible según este método son:

§ Terrenos de fundación o subrasante	C.B.R.	$\geq 5\%$
§ Material de sub-base	C.B.R.	$\geq 15\%$
§ Material de base (para ejes simples)	C.B.R.	$\geq 40\%$
§ Material de base (para 2 o más ejes)	C.B.R.	$\geq 50\%$
§ Material de base (autopista)	C.B.R.	$\geq 80\%$

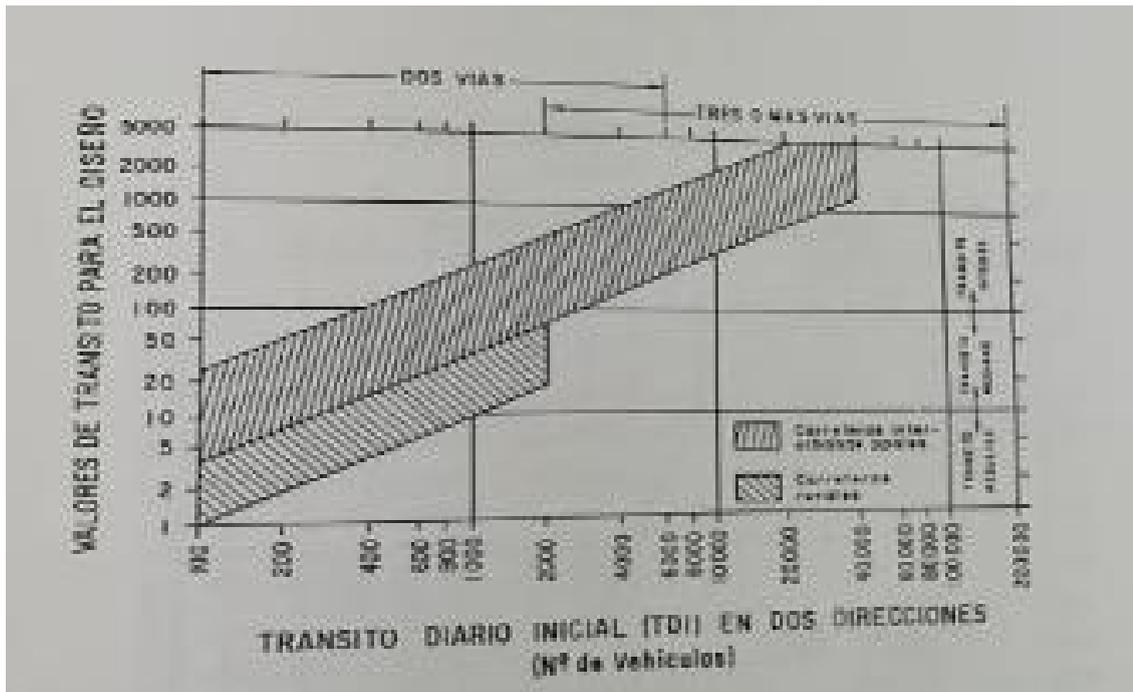
Un pavimento flexible es posible que esté compuesto integralmente de mezclas asfálticas o de capas de diferentes características. Así la sub- base podría estar formada por un suelo granular seleccionando la base por piedra triturada y la capa de rodamiento por mezclas asfálticas. Entre las capacidades portantes de estos materiales existe una relación definida en el instituto de Asfaltos de los EE.UU. que son las siguientes:

- a) Relación de 2 a 1 entre la base granular y la base de concreto asfáltico o sea 2" (5 cm) de una base granular, de alta calidad equivalente a 1"(2.54cm) de una concreto asfáltico que cumpla con las exigencias de las cargas por rueda.
- b) Relación de 2.7 :1 entre la sub-base granular y la mezcla de concreto asfáltica, es decir 2.7" (6.85cm) de una sub-base granular

de características óptimas, equivalente a 1" (2.54 cm) de concreto asfáltico.

c) Relación de 1.35:1 entre la sub- base y la base granular , ósea 1.35"(3.4 cm)de sub-base, equivalente a 1"(2.54 cm) de base granular

Con estos datos paso a diseñar los espesores de las capas que constituyen el pavimento.



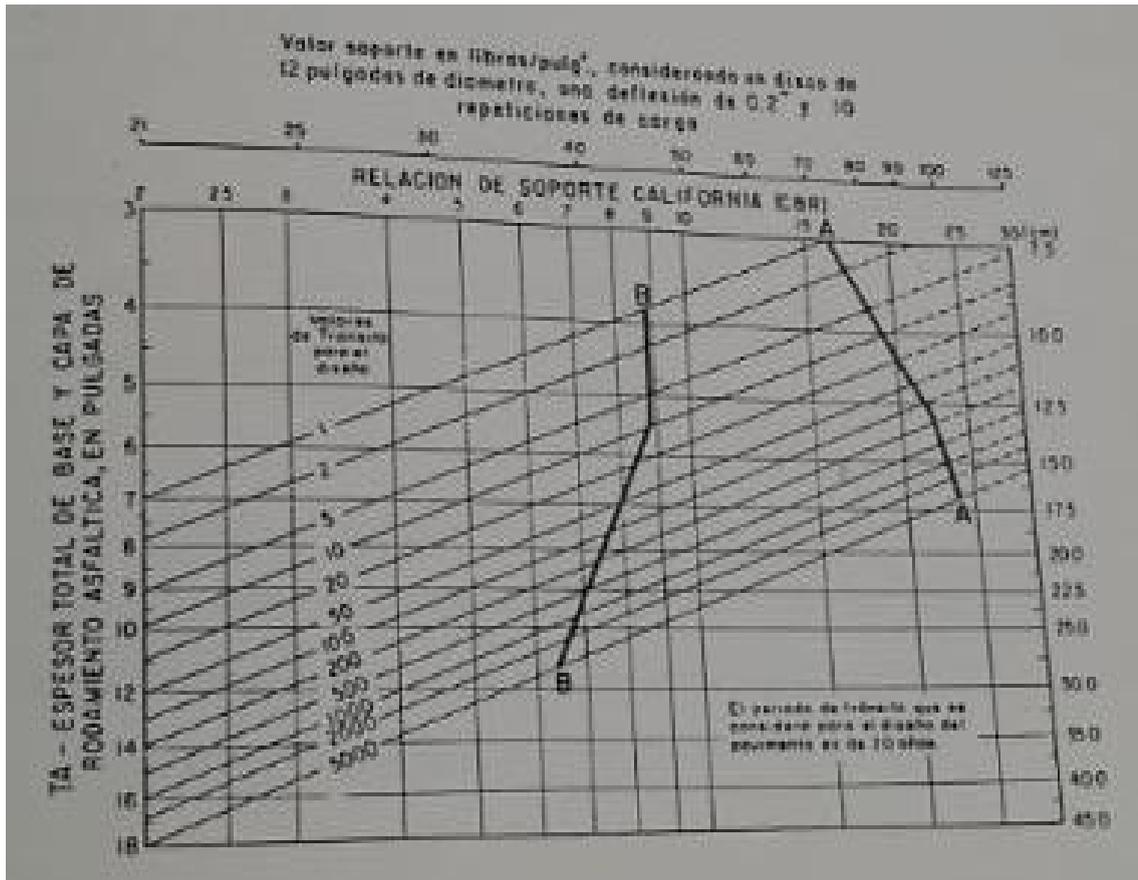
En la gráfica con el valor de 100 ya que es el mínimo y considerando la parte superior de la granja portante a carreteras rurales, se obtiene el tráfico de diseño.

Se ha determinado la capacidad de soporte de la subrasante en dos lugares del proyecto ya que se tomó muestras de ;los tipos de suelos más críticos de acuerdo a la clasificación AASHTO , teniendo el la abscisa 1+000, un C.B.R de 10.28% y en la abscisa 3+000 un C.B.R. de 13.90% demostrando así ser un camino con suelos de gran soporte.

Para el diseño del pavimento se ha elegido el más bajo, ósea el C.B.R. de 10.28% para darle una mayor seguridad al diseño.

Los suelos de este proyecto tienen el valor del C.B.R. tienen el valor superior a 5% debido a esto no será necesario hacer ningún tipo de mejoramiento a la subrasante.

Con esta base se procede a diseñar el espesor del pavimento para este proyecto con la ayuda de la figura.....



1. Del punto de intersección entre la línea vertical que indica la relación de soporte californiana C.B.R. DE 10.28% y la que señala el valor del tránsito para el diseño de 4, se dibuja una línea horizontal al eje de las ordenadas y se obtiene el valor Ta de 13 cm, como en el punto de intersección antes mencionado se ubica a la derecha de la línea BB, en este pavimento no se necesita de una sub-base regular.
2. Del punto de intersección entre la línea representativa del valor de tránsito para el diseño y la línea AA se traza una horizontal al eje de las ordenadas y se lee un nuevo valor Ta de 9 cm, este valor es el

espesor mínimo de concreto asfáltico que se coloca para la sub-base y la capa de rodadura

3. La diferencia de los valores de T_a obtenidos , siguiendo los pasos dados en el paso 1 y 2 indica el espesor de concreto asfáltico que podrá reemplazar por una base granular como la clasificación asfáltica 13-9-4 cm.2:1 la diferencia de espesores total de la base que puede colocarse en lugar del concreto asfáltico. Espesor de base granular $+ 4 \text{ por } 2 = 8 \text{ cm}$.

4. El espesor total del pavimento flexible será igual a la suma del espesor T_a de concreto asfáltico obtenido según el literal 2 y del de la base granular obtenidos en el literal 3. El espesor total del pavimento es de $9+8 = 17 \text{ cm}$

Por lo tanto es este caso el pavimento se compondrá de base granular + base de concreto capa de rodamiento de concreto asfáltico.

Colocar una base por lo que es necesario reemplazar la base asfáltica por una base granular y la de base granular por una subbase granular , lo que se explica a continuación.

La capa de rodadura para este camino será de 5 cm, quedando 4 cm de base asfáltica para ser reemplazado por base granular .

El espesor de la base asfáltica lo multiplico por 2 y tendremos el espesor de la base granular.

$4 \text{ por } 2 = 8 \text{ cm}$.

El espesor de la base granular se multiplica por 1.35 y se obtiene el espesor de la sub- base granular.

$8 \text{ por } 1.35 = 10.8 = 11 \text{ cm}$.

3.5.23.Estructura de capas del proyecto.

En resumen el pavimento quedaría conformado así

CAPA DE RODADURA	5cm
CAPA DE BASE GRANULAR	8cm
CAPA DE SUB-BASE GRANULAR	11cm

El pavimento con sus diversas capas resultante de este diseño se presenta en la siguiente figura...



Se determina que para el camino vecinal descrito en el proyecto sus dimensiones de capas en su estructura son determinadas de la siguiente manera. 11 cm de sub- base realizada de una capa de material granular irregular para mayor firmeza al momento de su compactación. 8 cm de capa de base de material granular y 5 cm de capa de rodadura.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

DESCRIPCIÓN Y ARGUMENTACIÓN TEÓRICA DE RESULTADOS

NOMBRE DEL PROYECTO	T.P.D.A.	DESCRIPCIÓN TIPO DE VIA.
<p>“AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA MACHALA – INTERSECCION VIA TRONCAL DE LA COSTA E-25 (VIA A BALOSA), DEL CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO”</p>	<p>T.P.D.A de 10.380 vehículos .</p>	<p>dentro del inventario del plan vial de la prefectura se considera como una vía ya de I orden por la cantidad de Vehículos que circulan</p>

<p>“MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFÁLTICA DE LA VÍA SABALUCAL – CHALACAL, PARROQUIA BARBONES, CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”</p>	<p>Con el TPDA igual a 1140 vehículos</p>	<p>Para este tipo de vía con este conteo de tráfico según los datos de la tabla sería una vía de Tipo II Orden.</p>
<p>“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFALTICA DE LA VIA TILLALES – LA PALESTINA, PARROQUIA BARBONES, CANTON EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”</p>	<p>Con el TPDA igual a 493 vehículos</p>	<p>Para este tipo de vía con este conteo de tráfico según los datos de la tabla sería una vía de Tipo III Orden.</p>
<p>DISEÑO DEL CAMINO VECINAL “ MARCABELÍ – EL PORVENIR “</p>	<p>Con el TPDA igual a 100 vehículos según el cuadro de valores el camino se clasifica como carretera de IV orden</p>	<p>Entrando con la clase de carreteras IV y un terreno tipo montañoso tenemos una velocidad de diseño de 40 km/h.</p>

Resumen de la investigación.

Vía de primer orden.

“AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA MACHALA – INTERSECCION VIA TRONCAL DE LA COSTA E-25 (VÍA A BALOSA), DEL CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO”	
Material de Mejoramiento	65 cm
Material para la sub- base	30 cm
Material de base granular	20 cm
Capa de rodadura	8 a 10 cm

Vía de segundo orden

“MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFÁLTICA DE LA VÍA SABALUCAL – CHALACAL, PARROQUIA BARBONES, CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO”	
Material de Mejoramiento	30 cm
Material para la sub- base	25 cm .
Material de base granular	20 cm
Capa de rodadura	6.35 -7 cm .

Vía de tercer orden.

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CON CARPETA ASFALTICA DE LA VIA TILLALES – LA PALESTINA, PARROQUIA BARBONES, CANTON EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO	
Material de Mejoramiento	30 cm
Material para la sub- base	25 cm
Material de base granular	15 cm .
Capa de rodadura	6.5 cm .

Vía de cuarto orden

DISEÑO DEL CAMINO VECINAL “ MARCABELÍ – EL PORVENIR	
Material de Mejoramiento	No necesaria
Material para la sub- base	11 cm.
Material de base granular	8 cm.
Capa de rodadura	5 cm.

CONCLUSIONES.

Mediante la realización de este trabajo de titulación dado los resultados obtenidos mediante el cumplimiento satisfactoriamente con los objetivos propuestos en este trabajo.

- Con la recolección de información sobre las vías de estudio se detallaron sus características estructurales como valores de espesores para determinar si la vía cuenta con las condiciones necesarias.
- Mediante los ensayos realizados al suelo y su determinación de valores se pudo constatar que el tipo de suelos donde se realizaron los diferentes proyectos viales son de buenas condiciones debido a su dureza.
- La determinación de los valores de bases . sub- base y capa de rodadura de las vías han sido determinadas según sus estudios de clase I y de clase II. constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2
- Baches estos se presentan en un tramo específico de la vía debido a retención de agua en zonas fisuradas, además pueden presentarse también por fallas constructivas como falta de penetración de la imprimación en la base granular o de una deficiencia de capas estructurales

RECOMENDACIONES

- Se recomienda una revisión de las vías del país para conocer sus problemas y necesidades y poder solucionar su estructura y su diseño en las vías que lo necesiten.
- En el tramo donde existen fisuras desprendimiento de finos, envejecimiento del asfalto se recomienda fresar la carpeta asfáltica y colocar una nueva.
- La nueva carpeta de rodadura debe ser mínimo de 3” de espesor, esto con la finalidad de reforzar la estructura y así prolongar su vida útil debido a que tendrá mayor capacidad.

MANTENIMIENTO VIAL

La vía se requiere realizar un mantenimiento periódico después de 2 años ya que la proyección es de 20 años de lo cual es importante intervenir en el tiempo estimado.

Para que la vía se pueda mantener y pueda durar por mucho tiempo donde se tendría que realizar bacheos y lo que sería señalar la parte horizontal que se produce por el desgaste de los vehículos que circulan..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1.** Tapia Guerrero, Luis Arturo. (2018). Infraestructura carretera y economía regional. El caso de los productores de ajo de Oaxaca y Puebla. *Región y sociedad*, 30(73), 0012. <https://doi.org/10.22198/rys.2018.73.a944>

- 2.** López-Nuñez, Jorge, & Trinchet-Varela, Carlos Alberto, & Pérez-Rodríguez, Roberto, & Vargas-Guativa, Javier Andrés (2021). Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Ingeniería Mecánica*, 24(1),1-14.[fecha de Consulta 17 de Febrero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225169340001>

- 3.** Rosero, Fredy, & Mera, Zamir, & Rosero, Ramiro, & Tapia, Fausto, & Imbaquingo, Rommel, & Ramirez, Jordán (2022). Influencia del estado de conducción, tipo de vehículo y condiciones de viaje en las variables cinemáticas de las rutas en autobuses urbanos. Caso de estudio Ibarra-Ecuador. *Enfoque UTE*, 13(1),42-57.[fecha de Consulta 16 de Febrero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572269616003>

- 4.** Bautista, Andrés Felipe. (2018). ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DE LA RED VIAL INTERMUNICIPAL EN EL MICROSISTEMA REGIONAL DE LA PROVINCIA CENTRO EN BOYACÁ, COLOMBIA. *Perspectiva Geográfica*, 23(1), 123-141. <https://doi.org/10.19053/01233769.8058>

- 5.** García, R, & Abreu, L. (2016). Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles. *Revista ingeniería de construcción*, 31(1), 54-60. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100005>

- 6.** Y. A. Lara, F. G. D. Quevedo y M. G. G. Pérez, «Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: el transmilenio en Bogotá,» *Revista Infraestructura Vial*, vol. 19, no 33, pp. 15-25, 2017.

- 7.** Zepeda-Ortega, Isidro Enrique, Ángeles-Castro, Gerardo, & Carrillo-Murillo, David Guillermo. (2019). Infraestructura carretera y crecimiento económico en México. *Problemas del desarrollo*, 50(198), 145-168. Epub 16 de noviembre de 2019.<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.198.66383>

8. Stasiukynas, Diana Carolina, & Mejía, Ángela, & Lizarazo, Jorge, & Wagner-Wagner, Carlos Mario, & Gómez, María Fernanda, & Payán, Esteban (2021). Las carreteras al mar: estudio sobre el impacto de los vertebrados silvestres y los ecosistemas circundantes en dos corredores viales de Colombia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 13(24),15-40.[fecha de Consulta 18 de Febrero de 2022]. ISSN: 2145-4426. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=534369082003>

9. D. Zaninovich, «Vías regionales y la necesidad de una gestión compartida.» *Revista de Ingeniería*, núm. 45, enero-junio, 2017, pp. 72-79, vol. 45, pp. 72-79, 2017.

10. Gallego Tercero, Luis R., Menchaca Méndez, Rolando, & Rivero-Angeles, Mario E.. (2020). Enrutamiento de tráfico con ámbito espacio-temporal en redes vehiculares episódicamente conectadas. *Computación y Sistemas*, 24(4), 1539-1559. Epub 11 de junio de 2021.<https://doi.org/10.13053/cys-24-4-3467>

11. Dorado-Zaldivar, Erisleydis (2021). La gestión vinculada a la construcción de la carretera central en Holguín. *Ciencias Holguín*, 27(2),15-27.[fecha de Consulta 15 de Enero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181566671002>

12. Ospina Ovalle, Germán (2016). El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia. *Revista de Ingeniería*, (44),20-27.[fecha de Consulta 15 de Enero de 2022]. ISSN: 0121-4993. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121046459004>

13. Salomón, Alejandra L. (2020). Caminos vecinales en el campo bonaerense: entre las restricciones estatales y las iniciativas locales (primera mitad del siglo xx). *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 7(19),69-87.[fecha de Consulta 15 de Enero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=469566078004>

14. Huerta de Ávila, Esmeralda (2014). Control Vehicular en México: El programa del Registro Público Vehicular. *Buen Gobierno*, (16),146-156.[fecha de Consulta 15 de Enero de 2022]. ISSN: 1874-4271. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=569660537006>

15. Ashhad Verdezoto, Tarek Ziad, & Cabrera Montes, Fausto Felix, & Roa Medina, Olga Beatriz (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21(2),4-23.[fecha de Consulta 16 de Enero de 2022]. ISSN: 1856-9560. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570363740001>

16. liverio Martínez, Eduardo (2017). ESQUEMA DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO en vías terciarias: Colombia responde. *Revista de Ingeniería*, (45),52-57.[fecha de Consulta 16 de Enero de 2022]. ISSN: 0121-4993. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004009>

- 17.** Martínez Martínez, Marcos Alberto, & Agüero Valverde, Jonathan. (2017). Configuración espacial de la ciudad de Cartago y su relación con volúmenes vehiculares. *Infraestructura Vial*, 19(34), 18-27. Retrieved January 10, 2022, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052017000200018&lng=en&tlng=es.
- 18.** Santos-Pérez, Orlando, & León-Reyes, Yenisey, & Hernández-Sánchez, Claudia, & Marqués-León, Maylín, & Nogueira Rivera, Dianelys (2020). Análisis prospectivo: dispositivos de control de tráfico en centros históricos cubanos. *Ingeniería Industrial*, XLI(2), e4117. [fecha de Consulta 17 de Enero de 2022]. ISSN: 0258-5960. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360464740006>
- 19.** Tello-Cifuentes, Lizette, & Aguirre-Sánchez, Marcela, & Díaz-Paz, Jean P., & Hernández, Francisco (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *Tecnológicas*, 24(50), . [fecha de Consulta 17 de Enero de 2022]. ISSN: 0123-7799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344264813013>
- 20.** Vidaud-Quintana, Ingrid Noelia, & Duharte-González, Aurora, & Yero-Ramírez, Ernesto Oscar (2019). Consideraciones para la construcción de carreteras en una zona sísmica. *Ciencia en su PC*, 1(1), 86-96. [fecha de Consulta 17 de Enero de 2022]. ISSN: 1027-2887. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738017>
- 21.** Ramírez Ramírez, María Isabel, Jiménez Cruz, Margarita, & Martínez Pacheco, Anuar Iram. (2005). Estructura y densidad de la red de caminos en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *Investigaciones geográficas*, (57), 68-80. Recuperado en 17 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112005000200006&lng=es&tlng=es.
- 22.** García, R, & Abreu, L. (2016). Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles. *Revista ingeniería de construcción*, 31(1), 54-60. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100005>
- 23.** Guerra Chayña, Pedro Ronald, & Guerra Ramos, César Edwin. (2020). Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 20(20), 121-140. Recuperado en 17 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000200008&lng=es&tlng=es.

24. Torrijos C., Germán. (2013). Clasificación de los tipos de pavimentos de las vías urbanas a partir de una Ortoimagen por medio de análisis orientado a objetos. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 36(3), 230-239. Recuperado en 17 de enero de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702013000300005&lng=es&tlng=es.

25. Rondón, Hugo Alexander, & Reyes, Fredy Alberto, & Vacca, Hermes Ariel (2010). CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA SOMETIDA A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE BOGOTÁ. *Revista EIA*, (14),135-145.[fecha de Consulta 16 de Enero de 2022]. ISSN: 1794-1237. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149218986011>

26. Rondón Quintana, Hugo Alexander, & León Vergara, Oswaldo Ignacio, & Fernández Gómez, Wilmar Darío (2017). Comportamiento de una mezcla asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(1),152-173.[fecha de Consulta 17 de Febrero de 2022]. ISSN: 0122-3461. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85248898009>

27. Vargas, Laura, Padilla, Lucas, & Barraza-Burgos, Juan. (2018). Asfaltos Colombianos como Precursor de Mesofase Carbonacea. *Información tecnológica*, 29(2), 165-174. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200165>

28. Navarrete Schettini, Gabriel Antonio (2019). Diseño de mezclas asfálticas integrando residuos sólidos de la industria automovilística (elastómero) y de vías (pavimento asfáltico envejecido) en Manabí, Ecuador. *Industrial Data*, 22(1),23-30.[fecha de Consulta 17 de Enero de 2022]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81661270002>

29. Sandoval-Vallejo, Eimar Andrés, & Rivera-Mena, William Albeiro (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1),135-151.[fecha de Consulta 17 de Enero de 2022]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91160956009>

30. Bojorque Iñiguez, Jaime, Flores, Cristian, & Vásquez, Mario. (2019). Marshall parameters for quality control of hot mix asphalt after pavement construction. *Revista de la construcción*, 18(1), 178-185. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.18.1.178>

ANEXOS

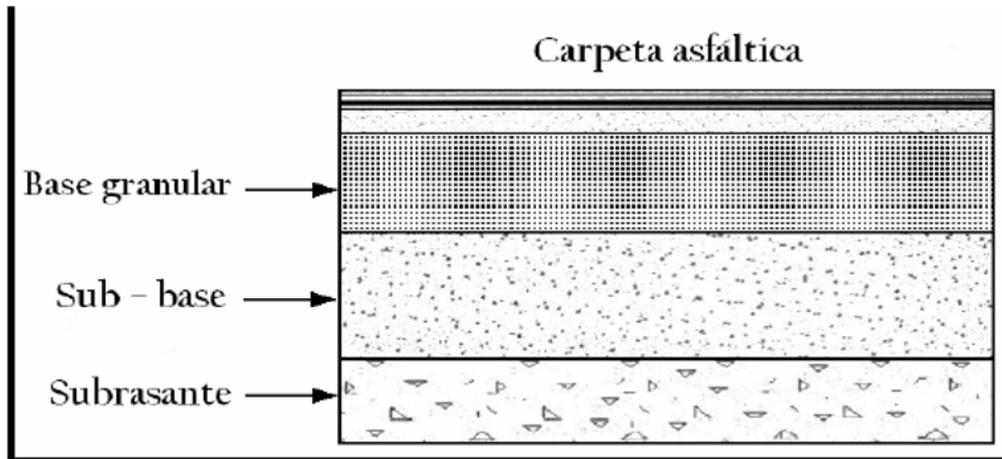
Tabla N. 1 . Clasificación de los suelos según AASHTO.

TABLA Nº 1 : Clasificación de Suelos según AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% que pasa el tamiz Nº 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz Nº 200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
% que pasa el Tamiz											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características del Material que pasa el tamiz Nº 40											
Límite Líquido			NO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Indice de Plasticidad	6 máx.	6 máx.	PLÁSTICO	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Indice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Temero de Fundación	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente				

NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido (30), el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (30). Señala indicada la relación entre el LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)
 Si el LP \geq 30, la clasificación es A-7-6
 Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5.

ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.



CAPAS QUE CONFORMAN UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Tipos de suelos

ISO 14688-1:2002

Name		Size range (mm)	Size range (approx. in)	
Very coarse soil	Large boulder	LBo >630	>24.8031	
	Boulder	Bo 200-630	7.8740-24.803	
	Cobble	Co 63-200	2.4803-7.8740	
Coarse soil	Gravel	Coarse gravel	CGr 20-63	0.78740-2.4803
		Medium gravel	MGr 6.3-20	0.24803-0.78740
		Fine gravel	FGr 2.0-6.3	0.078740-0.24803
	Sand	Coarse sand	CSa 0.63-2.0	0.024803-0.078740
		Medium sand	MSa 0.2-0.63	0.0078740-0.024803
		Fine sand	FSa 0.063-0.2	0.0024803-0.0078740
Fine soil	Silt	Coarse silt	CSi 0.02-0.063	0.00078740-0.0024803
		Medium silt	MSi 0.0063-0.02	0.00024803-0.00078740
		Fine silt	FSi 0.002-0.0063	0.000078740-0.00024803
	Clay	Cl ≤0.002	≤0.000078740	



Estratigrafía de los suelos.

SUELOS GRUESOS

SUELOS GRUESOS Y SUELOS EN QUE PREDOMINAN ESTAS SÍMBOLO GENÉRICO G (GRAVEL)

SUELOS ARENOSOS SÍMBOLO GENÉRICO S (SAND)

GRAVAS Y LAS ARENAS SE SEPARAN CON LA MALLA No 4, DE MANERA QUE UN SUELO PENECE AL GRUPO GENÉRICO G, SI MÁS DEL 50% DE SU FRACCIÓN GRUESA (RETENIDA EN MALLA 200) NO PASA LA MALLA No 4, Y ES DEL GRUPO GENÉRICO EN CASO CONTRARIO. LAS ARENAS Y LAS ARENAS SE SUBDIVIDEN EN CUATRO TIPOS:

MATERIAL PRÁCTICAMENTE LIMPIO DE FINOS, BIEN GRADUADO. SÍMBOLO W (WELL GRADED). EN COMBINACIÓN CON LOS SÍMBOLOS GENÉRICOS, SE OBTIENEN LOS GRUPOS GW Y SW.

MATERIAL PRÁCTICAMENTE LIMPIO DE FINOS, MAL GRADUADO. SÍMBOLO P (POORLY GRADED). EN COMBINACIÓN CON LOS SÍMBOLOS GENÉRICOS, DA LUGAR A LOS GRUPOS GP Y SP.

MATERIAL CON CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS NO PLÁSTICOS. SÍMBOLO M (DEL SUECO MO Y MA). EN COMBINACIÓN CON LOS GENÉRICOS DA LUGAR A LOS GRUPOS GM Y SM.

MATERIAL CON CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS PLÁSTICOS. SÍMBOLO C (CLAY). EN COMBINACIÓN CON LOS SÍMBOLOS GENÉRICOS, DA LUGAR A LOS GRUPOS GC Y SC.

SUELOS FINOS

ESTE SISTEMA CONSIDERA A LOS SUELOS AGRUPADOS, FORMANDOSE EL SÍMBOLO DE CADA GRUPO POR DOS LETRAS MAYÚSCULAS

SE CLASIFICAN CON UN CRITERIO SIMILAR AL USADO PARA LOS SUELOS GRUESOS, DANDO LUGAR A LAS SIGUIENTES DIVISIONES:

SUELOS INORGÁNICOS

ARCILLAS INORGÁNICAS

SUELOS Y ARCILLAS ORGÁNICAS

CADA UNO DE ESTOS TRES TIPOS DE SUELOS SE SUBDIVIDEN, SEGÚN SU LÍMITE LÍQUIDO, EN DOS GRUPOS. SI ESTE ES MENOR DE 50% ES DECIR, SI SON SUELOS DE COMPRESIBILIDAD BAJA O MEDIA, SE AÑADE AL SÍMBOLO GENÉRICO LA LETRA L (LOW COMPRESSIBILITY), OBTENIÉNDOSE CON ESTA COMBINACIÓN LOS GRUPOS ML, CL Y OL. LOS SUELOS FINOS CON LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50%, O SEA, DE ALTA COMPRESIBILIDAD, LLEVAN TRAS EL SÍMBOLO GENÉRICO LAS LETRAS H (HIGH COMPRESSIBILITY), TENIÉNDOSE ASÍ LOS GRUPOS MH, CH Y OH.

LAS LETRAS L Y H NO SE REFIEREN A BAJA O ALTA PLASTICIDAD, ESTA PROPIEDAD DEL SUELO SE DETERMINA EN FUNCIÓN DE DOS PARÁMETROS: LÍMITE LÍQUIDO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD. LA COMPRESIBILIDAD DE UN SUELO ES UNA FUNCIÓN DIRECTA DEL LÍMITE LÍQUIDO, DE MODO QUE UN SUELO ES MÁS COMPRESIBLE A MAYOR LÍMITE LÍQUIDO.

Tabla N. 4 . Anchos mínimos recomendados de derechos de vía .

TIPOS DE CARRETERA	ANCHO MINIMO DE ZONA (m)
Primarias de dos calzadas	>30
Primarias de una calzada	24-30
Secundarias	20-24
Terciaria	15-20

Fuente: instituto nacional de vías. Manual de diseño grafico para carreteras.

Memoria fotográfica.



estado de la vía antes del proyecto



estado de la vía después del proyecto



Ensayo Copa de Casa Grande



Preparación del Equipo



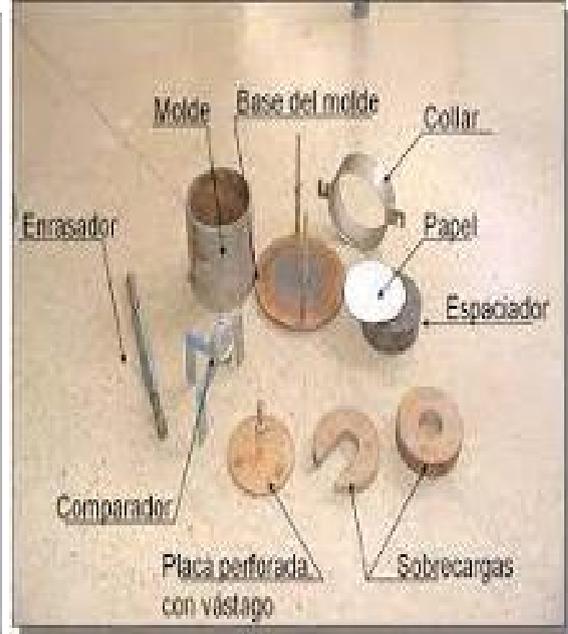
Pesado demuestras



Material al horno



Prensa de carga para C.B.R.



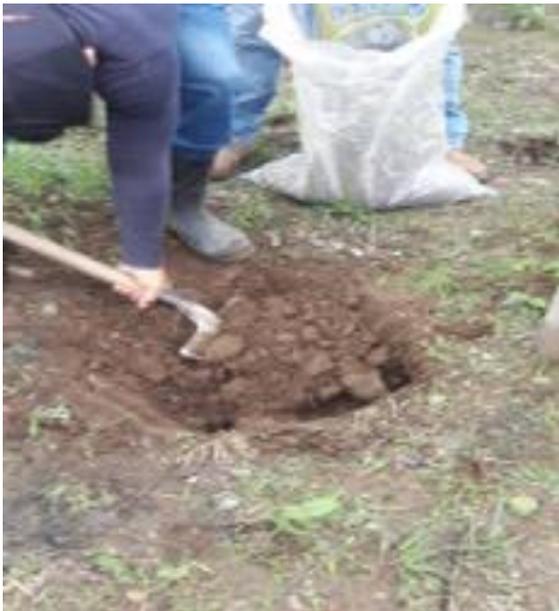
Equipo para ensayo de C.B.R.



Excavación de calicatas



Toma de muestras de suelo



MUestras de suelos de Calicatas



Secado de las muestras de suelo



Recolección del material



muestras para ensayos de milites