

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Los caminos son una necesidad básica para proveer a una sociedad de un flujo de mercaderías y servicios básicos que permiten el desarrollo de una comunidad, mejorando su calidad de vida.

El proyecto está localizado en la parte norte de la comunidad de San Lorenzo, la comunidad beneficiaria es la comunidad de Jurina que se encuentra en la primera sección San Lorenzo, distrito 4 Choroma, la longitud del camino es de 5.5 kilómetros.

Actualmente, la precaria apertura del camino Bordo el Mollar-Jurina constituye un factor limitante en el desarrollo de la comunidad, ya que esta comunidad presenta condiciones favorables para la agricultura, producción pecuaria, y principalmente el turismo.

El mejoramiento del camino Bordo el Mollar-Jurina consiste en realizar un diseño de ingeniería que permita solucionar la deficiencias del actual camino, para esto necesitamos realizar estudios que nos proporcionen las características de la zona donde se emplazara dicho proyecto.

Los estudios que sé que se realizaran son un levantamiento topográfico, el cual nos permitirá obtener las curvas de nivel del terreno, un estudio de tráfico que nos ayudara a diseñar el paquete estructural del proyecto, un estudio de geológico que nos proporcionara las características de la sub-rasante y un estudio hidrológico que nos permitirá dimensionar las distintas obras de arte que se presenten en el proyecto, una vez que se tengan los resultados de los estudios se procederá a realizar el diseño del asfaltado del tramo Bordo el Mollar-Jurina.

El mejoramiento del camino facilitara el acceso a distintas comunidades del municipio de San Lorenzo y desde la ciudad de Tarija a la zona turística, como lo son los chorros de Jurina, motivo que ayudara al crecimiento de la comunidad, aumentando de esta manera los ingresos económicos de la comunidad de Jurina.

El mejoramiento del camino también ayudara a incrementar la producción agrícola y pecuaria de la zona por las facilidades de transporte de sus productos a los diferentes mercados de abasto.

1.2.JUSTIFICACIÓN

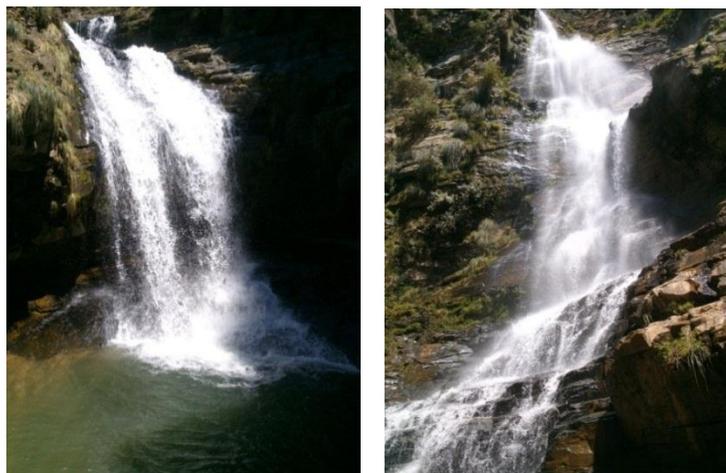
Una vez analizado el camino Bordo el Mollar -Jurina ubicado en el municipio de San Lorenzo, es que se plantea la elaboración de un diseño de ingeniería que podrá solucionar el problema de la zona.

El proyecto del **ASFALTADO DEL TRAMO BORDO EL MOLLAR-JURINA** durante la etapa de operación ayudara a que las personas puedan acceder a la zona turística de los chorros de Jurina, también facilitara la comunicación entre las comunidades.

Por tal motivo, se requiere efectuar los estudios indispensables con el fin de resolver y preparar los documentos necesarios para llevar a cabo la ejecución de este propósito.

La implementación o construcción de este proyecto permitirá el desarrollo de la comunidad de Jurina, y de esta manera, también contribuirá al desarrollo del departamento.

Imágenes N° 1 Los Chorros De Jurina



Elaboracion Propia

En la comunidad existe un gran potencial turístico los Chorros de Jurina, que son Caídas de agua o chorros formados por un río que se precipita y forma dos cauces, uno conocido con el nombre de chorro blanco y el otro como chorro negro, un lugar de belleza inigualable. El caudal se precipita de una altura de más de 40 mts, y cae al pie de una semejanza de polvo de agua que toma diferentes tonalidades de acuerdo a la intensidad de los rayos solares.

1.3.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. SITUACIÓN PROBLEMICA

El camino Bordo el Mollar- Jurina requiere mejoras inmediatas que garanticen la comunicación fluida entre los dos puntos de distribución hacia la zona turística. Este camino es de tierra y tiene muchas deficiencias funcionales, como radios de curvatura reducidos, el ancho del camino es reducido, tampoco existe un mantenimiento continuo del camino que garantice la buena circulación y seguridad de los usuarios

Por la mala situación en la que se encuentra el camino, es imposible emprender inversiones en esta zona turística que ayuden a mejorar las condiciones de vida de los comunarios.

1.3.2. PROBLEMA

¿Cómo poder mejorar en camino Bordo el Mollar – Jurina de tal manera se pueda tener una mayor accesibilidad a la zona turística de Chorros de Jurina?

1.4.OBJETIVO DE PROYECTO

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el mejoramiento del tramo caminero Bordo el Mollar-Jurina, mediante un diseño de ingeniería, de tal manera que pueda acceder a la zona turística de chorros de Jurina.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar información del área de influencia, de los procesos y normas que se requieren para realizar el diseño de la carretera.

- Realizar estudios de topografía, geotécnico, hidrología, tráfico del camino Bordo el Mollar-Jurina
- Efectuar el diseño geométrico, estructural, y obras de arte del camino Bordo el Mollar- Jurina
- Elaborar los cómputos métricos, precios unitarios y presupuesto del tramo Bordo el Mollar- Jurina
- Presentar los planos de los resultados de los diferentes diseños del Camino.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones

1.5.ALCANCE

Al realizar el Diseño del proyecto “Asfaltado del tramo Bordo el Mollar - Jurina”, se llevaran a cabo actividades de inspección y reconocimiento del sitio del proyecto para luego efectuar estudios que nos permitan conocer las características de la zona

La parte Ingenieril del proyecto se inicia desarrollando una revisión en la normativa vigente para el diseño de vías, en esta parte del proyecto se establecerán los parámetros de diseño, se realizaran estudios topográficos, estudios de tráfico, estudios hidrológicos que son necesarios para el diseño de estructuras de drenaje y estudios geotécnicos para la caracterización de la subrasante que influirá en el diseño del pavimento.

Una vez realizados los estudios mencionados anteriormente, se procede al diseño geométrico de la vía, que es un Diseño plani-altimétrico del camino también se diseñaran las transversales y se obtendrá el cálculo de volúmenes de corte como de relleno

En la etapa de diseño del drenaje se examinarán las características climatológicas del lugar, así como caudales de crecidas y otros factores de importancia para el diseño de obras que permitan un adecuado sistema de drenaje en la vía, para su protección y correcto servicio.

Durante el diseño estructural de la vía, se utilizarán los resultados de los estudios de tráfico y geotécnico para así efectuar el diseño del espesor del pavimento flexible.

Luego se determinan los cálculos métricos de los ítems del proyecto y presupuestos del mismo, el análisis de precios unitarios de ítems que se ejecutarán en el proyecto, así como las especificaciones técnicas que se deberán cumplir con el objetivo del proyecto.

1.5.1. METODOLOGÍA.

El proyecto “Asfaltado del tramo Bordo el Mollar - Jurina” utilizará la siguiente metodología para la elaboración del mismo.

Con el fin de obtener las características necesarias para el diseño de las vías, se desarrollará el estudio topográfico, mientras que para conseguir la información de las condiciones de los suelos y caracterizar la subrasante y las demás capas que conforman la estructura del pavimento se realizarán ensayos de suelo, entre los que se puede mencionar: Ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Ensayos de Densidad y Compactación, Ensayo de Capacidad Soporte CBR, basados estos en la extracción de muestras del lugar. En cuanto se refiere al diseño geométrico, se manejará un software (AutoCAD Civil 3D).

La metodología que se presentara en el proyecto será la siguiente.

- Estudio Topográfico; basado en el levantamiento topográfico del lugar.
- Estudio de Tráfico; esta parte del proyecto es importante debido a que es indispensable predecir las características de circulación en el área de influencia del proyecto con la finalidad de estimar su serviciabilidad en función a los volúmenes de circulación de vehículos esperados durante la vida útil de la vía y mediante estos datos es posible calcular los espesores de las capas del pavimento.

- Estudio Hidrológico; realización de análisis pluviométrico, determinación de parámetros y obtención de datos necesarios para el diseño hidráulico de obras de arte.
- Estudio Geotécnico; por medio de la extracción de muestras de suelo del lugar y la ejecución de ensayos de laboratorio.
- Diseño Geométrico: con los resultado de la topografía
- Diseño Estructural: elaborado con los resultados del estudio geológico y trafico
- Obras de arte: diseñado con los resultados de estudio hidrológico
- Elaborar el presupuesto del proyecto

2. CAPITULO II: CONTENIDO PRELIMINAR

2.1.UBICACIÓN DEL PROYECTO

La comunidad de Jurina se encuentra en la provincia Méndez, en la primera sección San Lorenzo, distrito 4 Choroma, del departamento de Tarja.

Imagen N° 2 Municipio De San Lorenzo En La Provincia Méndez



Imagen N° 3 Ubicación De La Zona Del Proyecto

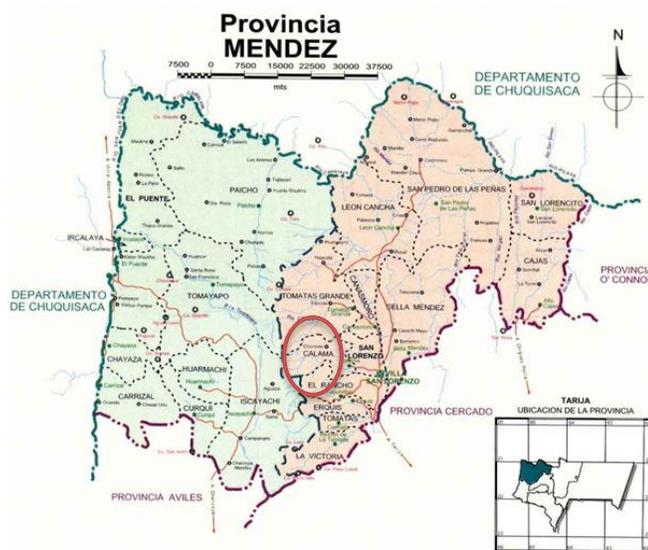
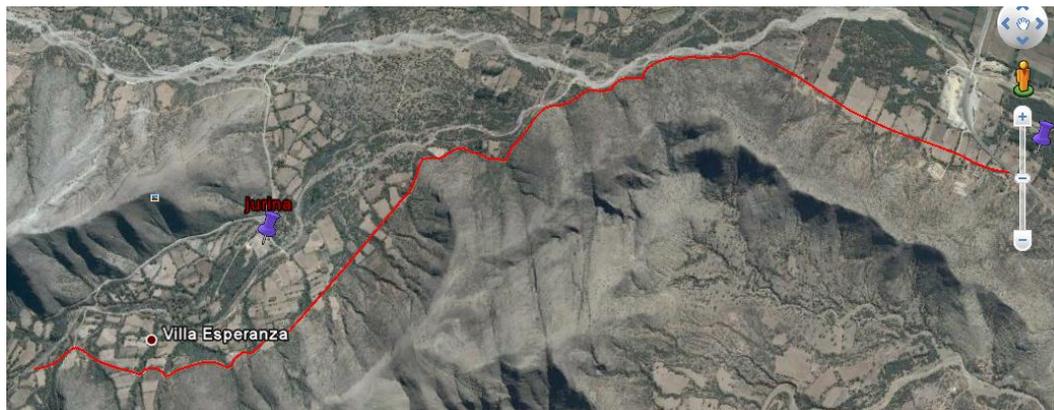


Imagen N° 4 Vista En Planta Del Camino Bordo El Mollar-Jurina



2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.2.1. ASPECTOS SOCIALES

La información de las características de la zona de proyecto se basa en el PDM del municipio de San Lorenzo la cual es un información general de todo el municipio,

2.2.2. POBLACION

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del INE, la población del municipio de San Lorenzo tenía 21.375 habitantes en 2001.

Tabla N° 1 poblacion de distrito de choroma

Distrito	Comunidades	Hab.	Total Hab. Distrito	
4	Choroma	1 Marquiri	150	1.814
		2 Pajchani	63	
		3 Cochas	35	
		4 Tres Morros	109	
		5 Choroma	146	
		6 Falda La Quiñua	208	
		7 La Calama	743	
		8 Jurina	360	

La falta de oportunidades económicas en el área rural produce una dinámica poblacional, expresada en los flujos migratorios temporales y permanentes. Puesto

que la población busca mejores oportunidades, con trabajos temporales o definitivos en otras regiones y/o zonas.

La población del área rural viaja mucho temporalmente a otras regiones para trabajar, como a la ciudad de Tarija, a Bermejo y a la Argentina, pero muchos siguen inscritos en la comunidad y siguen teniendo sus casas y tierras, aunque a veces se van por años

2.2.3. AGUA POTABLE

En todo el municipio el 81,9 por ciento de las viviendas cuenta con una conexión de agua por cañería en su vivienda o en su lote. Como es de esperar, hay más viviendas con agua potable en el área urbana que en el área rural. En el área rural hay muchas comunidades con viviendas muy dispersas, lo cual hacen difícil y costoso conectar todas las viviendas a una red comunal.

La mayoría de las viviendas con agua potable están conectadas a una red comunal, por otro lado en algunas comunidades las casas tienen sus propios pozos. En el 65 por ciento de las comunidades la red es por gravedad. Sin embargo en otras comunidades la red tiene agua de un pozo que sube por bombeo; la cual implica altos costos, porque las bombas funcionan con electricidad o diesel, que paga la comunidad.

2.2.4. ALCANTARILLADO SANITARIO

El alcantarillado público solamente existe en la ciudad de San Lorenzo, que es el 4,4 por ciento de los hogares. Por el contrario en otras comunidades utilizan pozos ciegos (43,3 por ciento), letrinas (22,8 por ciento), y aire libre (campo, quebrada, río).

San Lorenzo no cuenta con una laguna de oxidación o una planta de tratamiento del agua, sus aguas residenciales están vertiendo directos a los ríos sin previo tratamiento. Que afecta directamente al río Guadalquivir

2.2.5. ENERGÍA DOMICILIARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO

Un 47 por ciento de las comunidades tienen electricidad domiciliar, mientras que el 53 por ciento no la tiene. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que dentro las comunidades que cuentan con electricidad, no todas las viviendas tienen energía

domiciliaria, porque hay casas muy dispersas que no están conectadas a la red; en otros casos, a pesar de que la red del tendido pasa por encima de sus viviendas, no acceden a la energía eléctrica por el elevado costo.

En todas las escuelas de las comunidades donde no hay electricidad, hay un panel solar, que se utiliza para hacer funcionar la radio en su escuela. Algunas viviendas también tienen paneles solares, pero no hay datos exactos.

La empresa que genera y distribuye energía eléctrica en el municipio es SETAR S.A., que abarca la ciudad de Tarija y todo el Valle Central, denominado Sistema Central.

2.2.6. INFRAESTRUCTURA VIAL

La infraestructura caminera del municipio está compuesta por las siguientes categorías que a continuación mencionamos.

Tabla N°2 Infraestructura vial del municipio de San Lorenzo

Tipo de Vía	Longitud metros	Longitud Km.	%
Asfaltado	49.599	50	7%
Empedrado	39.555	40	5%
En Construcción	11.561	12	2%
Senda	36.296	36	5%
Tierra	604.882	605	82%
Total	741.893	742	100%

Fuente: Boletas Comunes 2007

Elaboración: SIC. Srl.

Por un lado están las vías asfaltadas que representan apenas el 7 por ciento de todas las vías, y cuentan con aproximadamente 50 kilómetros; luego están las vías empedradas, estas vías representan el 5 por ciento del total de vías del municipio y son de aproximadamente 40 kilómetros.

El siguiente tipo de vía son las que están en construcción y que suman un total de 12 kilómetros que representa el 2 por ciento del total; están también las vías que llamamos sendas, por las cuales no pasa ningún vehículo, porque son estrechas, estas suman un total de 36 kilómetros que en porcentaje es el 5 por ciento.

Y por último están las vías de tierra que representan el 82 por ciento y que suman aproximadamente 605 kilómetros. Estas vías, en su mayoría, se encuentran en un estado regular, todo lo anteriormente mencionado se puede apreciar con mayor detalle en los cuadros y en el plano de vías.

2.2.7. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Dadas las características de los nueve distritos rurales, se ha podido definir un modelo productivo tradicional basado en la agricultura y ganadería, el cual se constituye en el pilar fundamental de la economía de las familias que habitan en el área rural y, porque no decirlo en gran parte del área concentrada del municipio, ya que en ambos espacios geográficos predomina la fruticultura, lechería, florería, horticultura y la producción de semillas sobre todo de tubérculos.

2.2.8. SISTEMA DE SERVICIOS TURÍSTICOS

El municipio de San Lorenzo está realizando una muy fuerte apuesta por el turismo, con ese propósito se están ejecutando algunos proyectos por contar con una inigualable campiña y sus hermosos lugares en el área dispersa, cabe mencionar simplemente a Jurina y sus chorros, San Pedro las Peñas con su impresionante vista panorámica, las ruinas arqueológicas en las comunidades de Jarca Cancha, Lluscani y Mollehuayco mudos testigos del paso del tiempo. Pero no existe una agencia de turismo en el mismo centro urbano y que pueda llevar a gente que desea disfrutar de lugares turísticos

2.3. ESTUDIOS PRELIMINARES

2.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La realización del presente estudio se basa en el levantamiento topográfico del tramo Bordo el Mollar-Jurina, para el cual se obtiene información sobre el terreno, identificando puntos clave. Así esta información indispensable para el posterior diseño geométrico, hidráulico y estructural de la vía. El levantamiento topográfico se realizó con ayuda de un profesional del área, con experiencia en levantamientos de este tipo y con el equipo adecuado y preciso.

2.3.1.1.RECONOCIMIENTO DEL CAMINO ACTUAL

El reconocimiento tiene por objeto el examinar la zona del proyecto, con el propósito de fijar puntos obligados que son puntos topográficos técnicos como ser paso de quebradas, puntos sociales, tomando como referencia el camino Bordo el Mollar – Jurina

2.3.1.2.METODOLOGÍA.

Las actividades necesarias para llevar a cabo el levantamiento topográfico, se dividen en dos áreas de trabajo, que son las siguientes:

- En campo: implica que las mediciones son efectuadas sobre el terreno, en las cuales se utilizan instrumentos de medición como la estación total.
- Gabinete: se refiere al procesamiento de los datos recopilados en el campo.

2.3.1.2.1. TRABAJO EN CAMPO

Una vez orientada la Estación Total, se procede a la medición, por medio de disparos a los prismas, de distintos puntos clave o de relevancia topográfica.

El operador del equipo se sitúa en lugares estratégicos en los que se tenga una visión apropiada para observar la mayor cantidad de puntos en la franja del levantamiento. Así los alarifes se posicionan con los prismas en la mayor cantidad de puntos representativos de la topografía a levantar.

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de determinar la configuración actual del terreno para representar posteriormente en un plano las características del terreno. De esta forma se procedió a realizar el levantamiento topográfico a lo largo de la faja aproximadamente de 20 metros de ancho como mínimo, tomando en cuenta los detalles que se encuentran al margen del mismo.

2.3.1.2.2. TRABAJO DE GABINETE.

Una vez terminado el análisis de campo, se continúa con la reproducción del terreno levantado de manera digital en una computadora, a través de un software (AutoCAD Civil 3D) y se lograra así la reproducción de las curvas de nivel del terreno y la

modelación virtual de la superficie del campo en el ordenador. Para esto se utilizó los datos de la estación total en forma de Coordenadas Cartesianas (X, Y, Z – Este, Norte, Altura); cada uno de estos datos son importantes para que el ordenador pueda modelar la superficie virtual. Con los datos de cada punto, así reproduce un mapa gráfico. Todos los puntos provenientes del trabajo desarrollado con la estación total fueron ordenados, previamente a la aplicación del software, y clasificados en Excel para la correcta modelación.

2.3.1.3.EQUIPO EMPLEADO

El equipo empleado para la realización de este estudio fue el siguiente:

- Estación Total
- Prismas
- (Cintas Métricas, Herramientas de Campo, Libretas, Equipo Personal, Estacas, etc.)

2.3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Este capítulo se refiere a la caracterización del suelo que se presenta en el lugar del proyecto por medio de la correspondiente extracción de muestras de suelo de la zona y también incluye la ejecución de ensayos de laboratorio.

2.3.2.1.METODOLOGÍA

Para llevar a cabo los ensayos que permitan conseguir las características del suelo, fue necesario realizar las extracciones de muestra del terreno natural existente a lo largo de la vía. Las muestras se adquirieron a una profundidad mayor a 50 cm, se logró una muestra cada 500 metros de longitud y de manera alternada respecto a su posición a lo largo de la vía.

Los pozos se ubicaron en los sectores en los que está prevista la implementación del eje de la carretera, tomando una distancia de 500 metros

Una vez que se recolectó las distintas muestras en las cantidades necesarias, se procedió a efectuar con cada una de ellas los siguientes ensayos de laboratorio:

Ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Ensayos de Densidad y Compactación y Ensayos de Capacidad Soporte CBR.

El procedimiento que se siguió con cada uno de los ensayos anteriormente mencionados fue el siguiente:

2.3.2.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

Este análisis del suelo se desarrolló por medio de un juego de mallas, que tiene un tamaño graduado instituido por las normas AASHTO. Primero se estableció la cantidad de material necesario de cada muestra para efectuar el presente ensayo, en función al tipo de material que representaba cada muestra; es decir si el material estaba compuesto por partículas finas o gruesas.

Para aquellas muestras extraídas a lo largo de la vía, que estaban compuestas por material fino fue necesario ejecutar el “Método del Lavado”; para esto se empleó aproximadamente 500 gramos de muestra seca, que posteriormente se dejó reposar en agua hasta que dichas muestras se saturaran completamente, se dejó saturar el material en un lapso de 24 hrs.

Una vez saturado se colocó el material en el tamiz N°200, y con ayuda de agua se empezó a lavar el suelo, hasta que el agua pasante tomaba aspectos más claros. El material retenido en el tamiz N°200 se introdujo en un recipiente y se procedió a secar el mismo, para posteriormente retamizar por las mallas N°10, N°40 y N°200.

A continuación, se pesó el material retenido en cada tamiz y, de esta manera, se desarrolló el trabajo correspondiente al gabinete.

Para los materiales compuestos por material grueso y fino se aplicó el “Método General” para su caracterización, el suelo es sometido previamente a un cuarteado con la finalidad de que la muestra sea representativa, obteniendo aproximadamente 5000 gramos o más de este suelo.

Luego de tener la muestra preparada y pesada, se procedió al tamizado de la parte gruesa del material con los siguientes tamices: 2”, 1”, $\frac{3}{4}$ ”, $\frac{3}{8}$ ”, N°4, mientras que el material fino del suelo paso por los siguiente tamices N°10, N°40 y N°200. Se ajito

los tamices por un tiempo de 15 minutos y posteriormente se realizó el pesaje del material retenido en cada malla y lo que pasa en el tamiz N°200.

2.3.2.1.2. LÍMITES DE ATTERBERG

Se ensayaron las muestras que pasaron por el tamiz N°40, en una cantidad de 100 gramos aproximadamente, desarrollando previamente una desintegración de los granos del suelo debido a la presencia de terrones.

Para la determinación del Límite Líquido, se aplicó el aparato de Casagrande sobre una superficie plana, limpia y segura.

Posteriormente, se colocó el material ya preparado, de manera horizontal en el aparato, y se realizó la ranura de manera firme en una sola pasada, para luego accionar la copa de Casagrande a un ritmo de dos golpes por segundo. Luego con ayuda de la espátula se realizó dos cortes de manera perpendicular a la ranura, para extraer la porción de suelo entre los cortes y proceder a depositarla en una de las capsulas anteriormente pesadas e identificadas.

Se pesó el suelo húmedo más la cápsula y se introdujo en el horno a una temperatura de 105 °C durante 24 horas, para luego extraer del horno y pesar la muestra seca más la capsula y registrar dichos datos en las planillas.

Para la determinación del Límite Plástico, se manipuló con las manos el material anteriormente preparado y se procedió a amasarlo, hasta que el mismo se logró manipular de manera plástica.

Este material se empleó en la formación de rollitos, rodándolos sobre una base de vidrio, hasta que los mismos alcancen un diámetro aproximado de tres milímetros y sobre estos se perciba pequeñas rajaduras en ese diámetro. Una vez que los rollitos presentaron a los tres milímetros agrietamientos, se los cortó en pequeños trozos y los mismos fueron introducidos en cápsulas, para registrar su peso húmedo más cápsula, las cuales después eran introducidas en el horno a una temperatura de 105°C en un lapso de 24 horas para su posterior pesaje del suelo seco más cápsula y por último se registraron estos datos en una planilla.

2.3.2.1.3. ENSAYO DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN

Para la preparación del material fue, necesario realizar una compensación del mismo entre los tamices de $\frac{3}{4}$ " y N°4, con el objetivo de extraer el material grueso y densificar más el material. Para estas muestras se empleó un molde de metal (Proctor Modificado T-180), estructurado por cinco capas y en cada una de ellas se destinaron 56 golpes, tanteando una división de altura del molde en cinco partes iguales para la respectiva compactación.

Por otro lado, se controlaron los valores de contenido de humedad de cada muestra ensayada y además el peso del molde más muestra húmeda después de realizar el proceso de compactación. Se trituraron los terrones para facilitar el manipuleo del material y así evitar problemas respecto a la homogenización de la humedad del material provocado por la presencia de terrones.

2.3.2.1.4. ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.

Esta práctica se inició preparando muestras de 6000 gramos, a las cuales se les agregó agua en cantidad suficiente para llegar a obtener el contenido de humedad óptimo. Posteriormente, se pasó al proceso de compactación por medio del Molde Cilíndrico de Base Perforada. Luego de realizar la compactación de las pruebas aplicando en cada molde 12, 25 y 56 golpes, se sumergió cada molde en agua, durante el lapso de tiempo de 4 días, midiendo la expansión que sufrían los mismos.

Al cuarto día de haber sumergido el material, se retiró el mismo y se procedió a drenarla de forma inclinada para luego colocar el molde en la prensa y asentar el pistón de penetración sobre el espécimen. Luego se hizo lectura de las cargas necesarias para que la aguja penetrara a distintas profundidades ya instituidas, y posteriormente soltar la carga y retirar el molde y finalmente a pesar el molde más la muestra húmeda.

2.3.2.2.BANCOS DE PRÉSTAMO

Los bancos de materiales a utilizarse como frentes de explotación para la obtención de materiales destinados a cubrir las necesidades en la construcción de las capas base

y sub-base, como también para los agregados del pavimento, deben encontrarse cercanas al área de influencia del proyecto.

2.3.2.2.1. UBICACIÓN DEL LOS BANCOS DE PRÉSTAMO

El trabajo de campo consistió en localizar los bancos de préstamo más cercanos y con mejores características, con el fin de reducir costos y dar calidad a la construcción de la carretera. Con tal motivo se localizó bancos de préstamo cercanos a la zona del proyecto. Al tener conocimiento de que este banco de material también fue usado en la construcción de la carretera Tarija – Potosí.

Imagen N°5 Ubicación De Banco De Material



Fuente: Elaboración Propia

Los materiales provenientes de las fuentes de préstamo deben presentar características uniformes.

Las especificaciones de calidad para los materiales de capa base y de subbase, se extrajeron de las "Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway" de AASHTO.

2.3.2.2.2. MATERIALES PARA CAPA SUB BASE

Todos los materiales considerados aptos para la capa base podrán utilizarse para la capa subbase.

El C.B.R. de laboratorio debe tener un valor mínimo del 40% de la compactación al 97% de la densidad máxima seca del ensayo AASHTO T-180 D.

Los requisitos de gradación son:

- Los agregados en el tamiz N° 10 deberán estar conformados por partículas de grava o roca dura.
- La fracción que pasa la malla N° 10 será de arenas naturales o arenas de trituración, de consistencia dura.
- La fracción que pasa la malla N° 20 no será mayor que 2/3 de la fracción que pasa la malla N° 40.

Los requisitos de plasticidad son:

- Límite Líquido 25%
- Índice Plástico 6%

2.3.2.2.3. MATERIALES PARA CAPA BASE

La capa base debe ser de piedra semitriturada o roca triturada.

El C.B.R. de laboratorio debe tener un valor del 80 % de la compactación del 100% de la densidad máxima seca del ensayo AASHTO T-180 D.

Los requisitos de gradación para agregados de capa base son:

- La gradación granulométrica que debe cumplir la capa base, estará de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de las Normas AASHTO.
- Los porcentajes en peso del material que pasa por los tamices de malla cuadrada, no menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz N° 4. Deberán tener al menos una cara fracturada.

- El porcentaje que pasa la malla N° 200 no debe ser mayor que 2/3 de la fracción que pasa por el tamiz N° 40.

Los requisitos de Plasticidad para los materiales de la capa base son:

- Límite Líquido 25%
- Índice Plástico 6%

El porcentaje máximo requerido para el ensayo de abrasión Los Ángeles, deberá ser < 40%.

El grado de compactación que deberá alcanzar la capa base será del 100% del ensayo T-180 D.

El porcentaje de Humedad óptima de la capa base, realizada por el ensayo AASHTO-180 D de laboratorio, no deberá variar en obra en ± 0.5 de dicho valor.

2.3.2.2.4. AGREGADOS PARA PAVIMENTO

El porcentaje de abrasión Los Ángeles deberá ser < 40%.

La pérdida por inmersión al sulfato de sodio (durabilidad) deberá ser < 12%,

Laminaridad < 15%

Adherencia > 95%

Los materiales pueden obtenerse por un proceso de trituración o por simple clasificación, corrigiendo cuando sean necesarias sus deficiencias, tanto en granulometría como en plasticidad.

2.3.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

En el presente capítulo se examina el tráfico como un componente muy significativo para el diseño de carreteras y caminos, por medio de una proyección del tráfico futuro de la zona del proyecto que nos permita determinar los espesores de cada capa que conforman un paquete estructural.

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo

de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos.

2.3.3.1.METODOLOGÍA

Los aforos de vehículos se efectuaron sobre la Ruta Tarija –Potosí, de manera más precisa en la intersección del camino Bordo el Mollar –Jurina, los aforos realizaron de manera manual por un tiempo de 10 días, de 7:00 de la mañana a 18:00 de la tarde. Los datos del aforo vehicular se estuvieron midiendo de manera continua durante las 11 horas diarias, por tratarse de un camino que facilita el acceso a la zona turística como los chorros de Jurina. Al cabo de la misma se analizó el comportamiento vehicular.

2.3.3.1.1. EQUIPO EMPLEADO

El equipo empleado durante la elaboración del presente estudio es el siguiente:

- Libretas de Registro o planillas.
- Otros (Computadora Personal, etc.).

2.3.3.2.TRÁFICO NORMAL

Es el tráfico obtenido mediante los aforos realizados antes del estudio, el mismo que es el promedio volumétrico diario, llamado también TPD. Para el proyecto se estableció el comportamiento del flujo vehicular en función al Trafico Promedio Horario, para esto se empleó una relación porcentual sobre la estimación del Tráfico Promedio Diario, y así generar de este modo el tráfico normal para el diseño de la vía.

Crecimiento normal del tránsito (CNT)

Se refiere al incremento del volumen debido al aumento normal del uso de vehículos de acuerdo al tiempo de estudio.

$$CNT = TE * (1 + i)^n$$

Dónde:

CNT = Tránsito promedio diario futuro debido al crecimiento normal

TE = Transito Existente

i = Tasa de Crecimiento de Tránsito

n = Año (1, 2, 3,...)

El índice de crecimiento del parque automotor fue calculado de los registros del R.U.A.T. (Registro Único para la Administración Tributaria Municipal)

2.3.3.3.TRÁFICO GENERADO

El mejoramiento de un camino determinado ocasiona el surgimiento del denominado Tráfico Generado, el cual se produce fundamentalmente por la reducción de los costos del transporte, disminución del tiempo de viaje, aumento de la comodidad, confort o seguridad en el viaje.

Se prevé que el tráfico vehicular generado para el tramo será de 25%, el cual será aplicado a todo el tráfico normal considerándose como un valor aceptable ya que se trata de un camino que va a aumentar el flujo de vehículos a la zona turística.

Tráfico Generado = 25 % (Tráfico Normal)

2.3.3.4.TRÁFICO INDUCIDO

El tráfico inducido se produce cuando existen rutas paralelas. Por ello, la pavimentación de una carretera puede atraer el tráfico de una ruta paralela, debido a las mayores velocidades que se imprimen en carreteras pavimentadas.

En caso de nuestro proyecto el tráfico inducido proviene de la ruta que conecta San Lorenzo – Calama, en la misma se desarrolla un movimiento tipo comercial y turístico.

Para la determinación de ese tráfico se asumirá un valor del 15% del Trafico Normal.

Tráfico Inducido = 15 % (Tráfico Normal)

2.3.3.5.TRÁNSITO FUTURO

El pronóstico del volumen de tránsito futuro, referido al TPDA del proyecto, deberá basarse en los incrementos de transito que se espera que utilicen el camino mejorado.

Lo cual influye el crecimiento normal del tránsito (CNT), el tráfico inducido (TI) y el generado (TG)

$$Tf = CNT + TI + TG$$

2.3.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Este estudio hidrológico del tramo carretero bordo el mollar – jurina. Está basado en los registros históricos climatológicos realizados por el SENAMHI.

La principal fuente de información climatológica en el país, es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Institución encargada del registro de todos los datos climatológicos e hidrológicos del país.

Los registros de precipitaciones corresponden a estaciones pluviométricas cercanas al área de proyecto, debido a que en la zona del proyecto no existen estaciones pluviográficas razón por la cual se recopiló información directamente de las planillas de registro de las estaciones.

Analizando la información obtenida del SENAMHI, encontramos que en la zona del proyecto las estaciones Climatológicas existentes más cercanas son Trancas, Sella Quebradas, Coimata, Tucumilla y cuentan con los suficientes datos para determinar los principales parámetros que influyen en el diseño de las obras de drenaje. Por lo anteriormente señalado, se ha tomado como base los datos registrados por estas estaciones.

2.3.4.1.DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Los parámetros estadísticos para el análisis hidrológico son los siguientes

- **Media.-** La media de cada una de las series de máximos fue calculada con la siguiente expresión:

$$\bar{ht} = \frac{\sum_{i=1}^n ht_i}{n}$$

Dónde:

\bar{ht} = Precipitación promedio anual en (mm)

ht= Precipitación máxima anual en (mm)

n= Número de años, correspondiente al periodo.

- **Desviación típica.-** Asimismo, para cada serie fue estimada la desviación standard, para n + 1 datos:

$$\sigma\{ht\} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (h_i - \bar{ht})^2}{n-1}}$$

Dónde:

Sd = Desviación típica en (mm)

\bar{ht} = Precipitación promedio anual en (mm)

h= Precipitación máxima anual en (mm)

n= Número de años, correspondiente al periodo.

- **Moda.-** También conocido como valor modal:

$$Ed = \bar{ht} - 0.45 * Sd\{ht\}$$

Dónde:

Ed = Moda (mm)

ht = Precipitación promedio anual en (mm)

Sd = Desviación típica en (mm)

- **Parámetro Característico.** Este parámetro fue calculado para las diferentes estaciones analizadas para las series de valores máximos en 24 horas.

Este parámetro caracteriza a una zona de igual clima, es decir que debe ser único y constante para el área de influencia hidrológica de la estación. Según la teoría probabilística este parámetro varía generalmente entre 0,5 y 1,5.

$$kt = \frac{Sd\{ht\}}{0.557 * Ed}$$

Dónde:

K = Característica

Sd = Desviación típica en (mm)

Ed =
Moda (mm)

- **Moda Ponderada:**

$$E_d = \frac{E_{t1} \cdot N_1 + E_{t2} \cdot N_2}{N_1 + N_2}$$

Dónde:

Ed = Moda de cada estación (mm)

N = Número de datos de cada estación

- **Característica Ponderada:**

$$K_p = \frac{K_{t1} \cdot N_1 + K_{t2} \cdot N_2}{N_1 + N_2}$$

Dónde:

K = Característica de cada estación

N = Numero de datos de cada estación

2.3.4.2. CÁLCULO DE ALTURAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

Para el cómputo de las precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno se utiliza la Ley de Gumbell.

$$HdT = Ed(1 + Kd * \text{Log}T)$$

Dónde:

hdT = Lluvia máxima diaria para un periodo de retorno (mm)

ED = Moda (mm).

KD = Característica de la distribución.

T = Periodo de retorno (años).

2.3.4.3.CÁLCULO DE ALTURAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA HORARIA

Se emplea la siguiente fórmula para el cálculo de las alturas de precipitación máxima horaria:

$$htT = Edp * \left(\frac{tc}{\alpha}\right)^{\beta} * (1 + Kdp * \text{Log}T)$$

Dónde:

Edp= Moda Ponderada, la cual se adquiere de las precipitaciones máximas en 24 hrs. de las estaciones climatológicas estudiadas.

tc= Tiempo de concentración (hrs).

T=Periodo de Retorno (años).

Kdp=Característica Ponderada.

β = entre 0,2 o 0,3

2.3.4.4.INTENSIDAD MÁXIMA

La intensidad de la lluvia de diseño corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y de la frecuencia o período de retorno seleccionado para el diseño de la obra en cuestión.

2.4.DISEÑO GEOMÉTRICO

Este camino será ejecutado basándose en las normas vigentes establecidas por las normas de la Administradora Boliviana de Carreteras.

2.4.1. CATEGORÍA DE LA VÍA

La clasificación para diseño consulta seis categorías divididas en dos grupos, ellas son:

- Carreteras: Autopistas, Autorrutas y Primarias
- Caminos: Colectores, Locales y de Desarrollo

Cada Categoría se subdivide según las velocidades del proyecto consideradas al interior de la categoría. Las V_p más altas corresponden a trazados en terrenos Llanos, las intermedias en terrenos ondulados y las más bajas en terreno montañoso.

Tabla N° 3 Clasificación Funcional para el Diseño de Carreteras y Caminos Rurales

CATEGORIA		SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
		N° CARRILES	N° CALZADAS		
AUTOPISTA	(O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA	(I.A)	4 ó + UD	2	100 - 90 - 80	AR (n) - xx
PRIMARIO	(I.B)	4 ó + UD	2 (1)	100 - 90 - 80	P (n) - xx
		2 BD	1	100 - 90 - 80	P (2) - xx
COLECTOR	(II)	4 ó + UD	2 (1)	80 - 70 - 60	C (n) - xx
		2 BD	1	80 - 70 - 60	C (2) - xx
LOCAL	(III)	2 BD	1	70 - 60 - 50 - 40	L (2) - xx
DESARROLLO		2 BD	1	50 - 40 - 30*	D - xx

Fuente: Manual de Carreteras (ABC)

2.4.2. VELOCIDAD DE PROYECTO

Es la velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado bajo condiciones de seguridad y confort, esta velocidad se emplea para efectos de la clasificación funcional para diseño, a fin de indicar el estándar global asociado a la carretera.

La función de la carretera y la topografía del terreno de emplazamiento de la obra, generalmente, dictaminan la velocidad del proyecto y el costo de la infraestructura.

2.4.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Las principales consideraciones que controlan el diseño del alineamiento horizontal son: la categoría de la vía, topografía del área y velocidad del proyecto los elementos geométricos del camino de estudio deberán estar convenientemente relacionados para garantizar una operación segura y confortable, a una velocidad de proyecto.

2.4.3.1. DISTANCIA DE FRENADO

En todo punto de una Carretera o Camino, un conductor que se desplace a la

Velocidad V, por el centro de su carril de tránsito, debe disponer al menos de la visibilidad equivalente a la distancia requerida para detenerse ante un obstáculo inmóvil, situado en el centro de dicho carril; al cual se calcula mediante la expresión

$$D_t = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f_1 + i)}$$

Df = Distancia de Frenado (m)

V = Vp

t = Tiempo de Percepción + Reacción (s)

f1 = Coeficiente de Roce Rodante

i = Pendiente Longitudinal (m/m)

2.4.3.2.DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

La Distancia de Adelantamiento “Da”, equivale a la visibilidad mínima que requiere un conductor para adelantar a un vehículo que se desplaza a velocidad inferior a la del proyecto; esto es, abandonar su Carril, sobrepasar el vehículo adelantado y retornar a su carril en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo adelantado ni la de un vehículo que se desplace en sentido contrario por el carril utilizado para el adelantamiento.

2.4.3.3.LONGITUDES MÁXIMAS EN RECTA

Se procurará evitar longitudes en recta superiores a:

Lr (m) = 20 Vp (km/h)

–Lr = Largo en m de la Alineación Recta

–Vp = Velocidad de Proyecto de la Carretera

2.4.3.4.LONGITUDES MÍNIMAS EN RECTA

Se debe distinguir las situaciones asociadas a curvas sucesivas en distinto sentido o curvas en “S” de aquellas correspondientes a curvas en el mismo sentido.

a. Curvas en S

Deberán alcanzar o superar los mínimos, los que responden a una mejor definición óptica del conjunto que ya no opera como una curva en S propiamente tal, y están dados por

$$Lr \text{ mín} = 1,4 * Vp .$$

b. Tramo recto entre curvas en el mismo sentido

Por condiciones de guiado óptico es necesario evitar las rectas excesivamente cortas entre curvas en el mismo sentido, en especial en Terreno Llano y Ondulado Suave con velocidades de proyecto medias y altas.

Tabla N° 4 Lr min entre curvas del mismo sentido

Vp (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Terreno Llano y Ondulado	-	110/55	140/70	170/85	195/98	220/110	250/125	280/150	305/190	330/250
Terreno Montañoso	25	55/30	70/40	85/50	98/65	110/90				

Fuente: Manual de la ABC

2.4.3.5. CURVAS CIRCULARES

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son tangentes, curvas circulares y curvas circulares con transición, la elección de dichas curvas estuvo sometida a la topografía del lugar, y se respetó la propiedad de los comunarios.

La elección de un radio de curvatura depende mucho de las características topográficas, velocidad de diseño y operación; la seguridad de la vía o el aprovechamiento de la infraestructura existente en la zona, son condicionantes para la elección del radio más apropiado. Las relaciones geométricas entre los elementos de la curva circular utilizadas son las siguientes:

Longitud de la tangente:

$$T = R * \frac{\tan \Delta}{2}$$

La Externa:

$$E = R * \left(\frac{\sec \Delta}{2} - 1 \right)$$

Cálculo del valor de la ordenada media:

$$M = R * \left(1 - \frac{\cos \Delta}{2} \right)$$

Desarrollo:

$$Dc = \frac{\pi * \Delta * R}{180}$$

Longitud:

$$L = 2 * R * \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

2.4.3.6.RADIOS MÍNIMOS

Los radios mínimos para cada velocidad de proyecto, han sido calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento; los mismos están dados por la siguiente expresión:

$$R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (emax + f)}$$

Dónde:

R_{mín}: Radio Mínimo Absoluto (m)

V_p : Velocidad de Proyecto (km/h)

emax. : Peralte máximo correspondiente a la carretera o el camino (m/m)

f : Coeficiente de fricción transversal máximo correspondiente a V_p.

2.4.3.7.CÁLCULO DE PERALTE

Para el cálculo de Peraltes se empleara la relación radio – peralte para carreteras y caminos.

Tabla N° 5 Relación Radio - Peralte

Radio (m)	Peralte (%)
$25 \leq R \leq 350$	7,0
$350 < R \leq 2.500$	$7 - 6,08 \cdot \left(1 - \frac{350}{R}\right)^{1,3}$
$2.500 < R \leq 3.500$	2,0
$3.500 < R$	Igual al bombeo

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

2.4.3.8.LA CLOTOIDE COMO ARCO DE ENLACE

Existen varias familias de curvas que varían su curvatura a medida que van desarrollándose, una de las curvas que presenta mayores ventajas es la clotoide.

La clotoide como arco de enlace favorece al confort del usuario, limita la aceleración no compensada, acompaña en su desarrollo al del peralte, permite acomodarse mejor al terreno, mejora la armonía y apariencia de la carretera.

La clotoide es una curva de la familia de las espirales, cuya ecuación paramétrica está dada por:

$$A^2 = R \cdot L$$

Donde “A” es el parámetro de la clotoide en m; “R” es el radio de la curva en un punto en metros y “L” es el desarrollo de la curva en m (considerado desde el origen hasta el punto de radio R).

Existen al menos 4 criterios que determinan la elección del parámetro de la clotoide usada como curva de transición, ellos son:

Criterio a. Guiado óptico

Se establece la siguiente relación:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Donde “R” es el radio de curva en metros y “A” el parámetro de la clotoide, también en metros. para el radio mínimo del proyecto.

Criterio b. Guiado óptico adicional

Si el radio enlazado es igual o mayor que 1,20 veces el radio mínimo, debe cumplirse que el retranqueo de la curva circular enlazada sea mayor o igual a 0,50 m, esto se consigue aplicando la relación siguiente:

$$A \geq (12 \cdot R^3)^{0,25}$$

Criterio c. Pendiente relativa al borde

Debe elegirse un parámetro de clotoide que permita desarrollar la transición del peralte obedeciendo las limitaciones impuestas por la pendiente relativa de borde.

Esta pendiente se forma entre el borde de la calzada y el eje de giro del peralte debiendo mantenerse constante. Solo se logra esta condición si el parámetro de la clotoide se establece mediante la siguiente expresión:

$$A \geq \sqrt{\frac{n \cdot a \cdot e \cdot R}{\Delta}}$$

Donde “n” es el número de carriles entre el eje de giro y el borde del pavimento peraltado; “a” es el ancho del carril en metros (sin considerar ensanches); e es el peralte de la curva en % y “Δ” es la pendiente relativa del borde peraltado respecto del eje de giro.

Criterio d. Comodidad dinámica

Con este criterio se pretende ajustar el efecto de la aceleración transversal no compensada por el peralte a una tasa uniforme. La clotoide que logra este objetivo es

Calculada con la expresión:

$$A \geq \left[\frac{Ve \cdot R}{46,656 \cdot J} \cdot \left(\frac{Ve^2}{R} - 1,27 \cdot e \right) \right]^{1/2}$$

Donde “V” es la velocidad de proyecto o específica, según corresponda, en km/hr; “R” es el radio de la curva circular enlazada en m; “e” es el peralte de curva en porcentaje y “J” es la tasa de distribución de la aceleración transversal en m/s³.

En el trazado de la carretera para la aplicación de este criterio se distinguen dos situaciones, cuando la geometría está cercana a los parámetros mínimos y cuando se presenta un trazado de condiciones amplias.

El objetivo para efectuar esta división es la de garantizar la seguridad en el desplazamiento de los vehículos en los sectores restrictivos del trazado.

2.4.4. ALINEAMIENTO VERTICAL.

En el diseño del alineamiento vertical, se usan curvas verticales para proporcionar un cambio gradual de la inflexión entre dos rasantes rectilíneas continuas de distintas pendientes, para que los vehículos puedan correr fácilmente cuando ellos cruzan las carreteras. Estas curvas tienen generalmente una forma parabólica de segundo grado.

2.4.4.1. CURVAS VERTICALES

Las cotas del eje en planta de una carretera o camino, al nivel de la superficie del pavimento o capa de rodadura, constituyen la rasante o línea de referencia del alineamiento vertical. La representación gráfica de esta rasante recibe el nombre de Perfil Longitudinal del Proyecto.

La rasante determina las características en el alineamiento vertical de la carretera y está constituida por sectores que presentan pendientes de diversa magnitud y/o sentido, enlazadas por curvas verticales que normalmente serán parábolas de segundo grado.

2.4.4.2. LONGITUD MÍNIMA DE CURVAS VERTICALES

Por condición de comodidad y estética, la longitud mínima de las curvas verticales está dada por:

$$2 * T(m) \geq |V_p(km/h)|$$

$$2 * T(m) \geq 40$$

Es decir, el desarrollo mínimo de la curva vertical será el correspondiente al número de metros que representa la velocidad de proyecto de la carretera, expresada en Km/h.

2.4.4.3.PENDIENTES MÍNIMAS

Es deseable proveer una pendiente longitudinal mínima del orden de 0,5% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un eficiente drenaje de las aguas superficiales

2.4.4.4.PENDIENTES MÁXIMAS

Las pendientes máximas admisibles según la categoría de la carretera o camino son.

Tabla N° 6 Pendientes Máximas Admisibles

CATEGORIA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-1	-

Fuente: Manual de la A.C.B

El ángulo de deflexión entre dos rasantes que se cortan, queda definido por la expresión:

$$\theta \text{radianes} = (i_1 - i_2)$$

+ Pendiente de Subida según el avance de Dm

- Pendiente de Bajada según avance de Dm

Toda vez que la deflexión θ es igual o mayor que $0,5\% = 0,005$ m/m, se deberá proyectar una curva vertical para enlazar las rasantes. Bajo esta magnitud se podrá prescindir de la curva de enlace, ya que la curva es imperceptible para el usuario.

La curva a utilizar en el enlace de rasantes será una parábola de segundo grado, que se caracteriza por presentar una variación constante de la tangente a lo largo del desarrollo, además de permitir una serie de simplificaciones en sus relaciones geométricas, que la hacen muy práctica para el cálculo y replanteo.

2.4.4.5.CURVAS VERTICALES CONVEXAS

Se considera la distancia de frenado sobre un obstáculo fijo situado sobre el carril de tránsito y la altura de los ojos del conductor sobre la rasante de este carril. El parámetro queda dado por:

$$K_v = \frac{Df^2}{2} * (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$$

K_v = Parámetro Curva Vertical Convexa (m)

Df = Distancia de Frenado $f(V^*)$ m

h_1 = Altura Ojos del Conductor 1,10 m

h_2 = Altura Obstáculo Fijo 0,20 m

2.4.4.6. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

Se considera la distancia de frenado nocturna sobre un obstáculo fijo que debe quedar dentro de la zona iluminada por los faros del vehículo.

El parámetro queda dado por:

$$K_c = \frac{Df^2}{2} * (h + Df * \sin \beta)$$

K_c = Parámetro Curva Vertical Cóncava (m)

Df = Distancia de Frenado $f(V_p)$ (m). (Se considera que de noche los usuarios no superan V_p)

h = Altura Focos del Vehículo = 0,6 m

β = Ángulo de Abertura del Haz Luminoso respecto de su Eje = 1°

2.4.5. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal del camino es un corte perpendicular al eje de la ruta que describe las características geométricas de éstas.

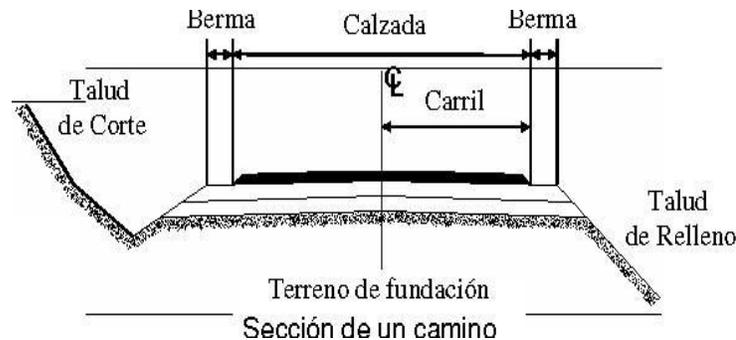
Dicha sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que ella resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que ellas cumplan, de las características del trazado y del terreno en los puntos considerados.

2.4.5.1.LA PLATAFORMA

Se llama plataforma a la superficie visible de una vía formada por su calzada, sus bermas, los sobreeanchos de plataforma (SAP), más el espacio requerido por las cunetas y los taludes ya sean de corte o relleno.

El ancho de la plataforma será entonces la suma de los anchos de sus elementos constitutivos; esta suma proporcionará una sección transversal tipo que se utilizó para el diseño.

Imagen N°6 Sección Tipo Del Camino



2.4.5.2.LAS CALZADAS

La calzada es la superficie geométrica de la sección transversal destinada a la circulación del tráfico de manera cómoda, eficiente y segura; La cual está formada por dos o más carriles. De acuerdo a la norma de la ABC. Para una categoría de camino de desarrollo con topografía ondulada y una velocidad de proyecto de 40 Km/h, se determina que tiene que utilizarse un ancho de calzada igual a 6 metros

2.4.5.3.BOMBEOS

Las pendientes transversales de la calzada deben ser suficientes para asegurar un adecuado escurrimiento de las aguas superficiales, con lo cual se evitar que la infiltración afecte la estructura del camino y para disminuir las posibilidades de formación de lámina de agua, peligrosas durante la circulación de los vehículos

La inclinación transversal mínima o bombeo, depende del tipo de superficie de rodadura y de la Intensidad de la Lluvia de 1 Hora de Duración con Período de Retorno de 10 Años ($I' 10$) mm/h, propia del área en que se emplaza el trazado.

Tabla N° 7 Bombeos de calzada

Tipo de Superficie	Pendiente Transversal	
	($I' 10$) \leq 15 mm/h (1)	($I' 10$) $>$ 15 mm/h (1)
Pav. de Hormigón o Asfalto	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	3,0 (2)	3,5
Tierra, Grava, Chancado	3,0 – 3,5 (2)	3,5 – 4,0

Fuente: Manual de la ABC.

2.4.5.4.LAS BERMAS

Las bermas son las franjas que flanquean el pavimento de las calzadas. Ellas pueden ser construidas con pavimento de hormigón, capas asfálticas, tratamiento superficial, o simplemente ser una prolongación de la capa de grava en los caminos no pavimentados.

Las bermas cumplen cuatro funciones básicas: proporcionar protección al pavimento y a sus capas inferiores, que de otro modo se verían afectadas por la erosión y la inestabilidad; permiten detenciones ocasionales; aseguran una luz libre lateral que actúa psicológicamente sobre los conductores, aumentando de este modo la capacidad de la vía; y ofrecen espacio adicional para maniobras de emergencia, aumentando la seguridad.

Para que estas funciones se cumplan en la práctica, las bermas deben ser de un ancho constante, estar libres de obstáculos y deben estar compactadas homogéneamente en toda su sección.

Además las bermas tendrán la misma pendiente transversal que la calzada, ya sea que ésta se desarrolle en recta o en curva.

2.4.5.5.SOBREANCHO DE LA PLATAFORMA (SAP)

El sobre ancho de la plataforma es el segmento de la plataforma que se encuentra adyacente a la berma, cuya finalidad es la de confinar las capas sub base y base del pavimento, consiguiendo que el borde de la berma tenga el mismo grado de compactación especificado para las capas del pavimento, se consigue de esta manera una mayor protección contra la erosión y mejora las condiciones de estabilidad del pavimento.

Otra de las ventajas de este segmento de carretera es la de permitir la colocación de otros elementos complementarios del camino, tal es el caso de la señalización vertical, barreras de seguridad, bordillos, etc.

En secciones en corte cuando la cuneta esté revestida el sobre ancho de la plataforma puede ser prescindido. Sobre ancho de acuerdo al tipo de categoría de camino.

Tabla N° 8 Sobre Ancho De La Plataforma (SAP)

Número de calzadas	Categoría	Velocidad de proyecto (km/hr)	Ancho SAP(m)
1 – Bidireccional	Desarrollo	40	0,50

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

La pendiente del SAP tiene un valor normal de $i_s = 10\%$, pero puede variar de acuerdo a la situación de diseño

Tabla N° 9 Pendiente Transversal “ i_s ” Del Sobreancho De La Plataforma “SAP”

Situación	Pendiente transversal “ i_s ”
En recta	- 10%
Zona de transición del peralte	Para $b \leq e \leq 0,0$; $i_s = - 10\%$
Zona peraltada, extremo alto de la plataforma	Para $0,00 < e \leq 3,0\%$; $i_s = - (10 - 2e) \%$ Para $e > 3,0\%$; $i_s = - 4,00 \%$
Zona peraltada, extremo bajo de la plataforma	Para todo e; $i_s = -10 \%$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

Donde “b” es el bombeo y “e” el peralte, ambos expresados en porcentaje.

2.4.5.6. ENSANCHE DE LA CALZADA EN CURVAS HORIZONTALES

El ensanche “E” es la ampliación de la calzada que pueden requerir las curvas horizontales para compensar el mayor ancho ocupado por un vehículo al describir una curva. Esta situación se presenta en curvas de radio pequeño y mediano.

Este ensanche debe asegurar espacios libres adecuados (huelgas) entre vehículos que se cruzan y entre el vehículo y el borde de la calzada. El ensanche no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma o el sobreancho de la plataforma. El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las huelgas teóricas adoptadas.

Valores típicos de espacios libres entre vehículos comerciales de 2,60 m de ancho se muestran en la Tabla.

Tabla N°10 Huelgas Teóricas

Calzada de 6,00 m		
Espacio libre (Huelga)	En recta	En curva ensanchada
h1	0,50 m	0,60 m
h2	0,40 m	0,40 m
h2 ext.	0,40 m	0,00 m

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

Los espacios libres indicados en la Tabla anterior tienen el siguiente significado:

“h1” es la huelga entre cada vehículo y el eje demarcado; “h2” es la huelga entre la cara exterior de los neumáticos de un vehículo y el borde exterior del carril por la que circula (en recta) o de la última rueda de un vehículo simple o articulado y el borde interior de la calzada en curvas y “h2 ext” es la huelga entre el extremo exterior del parachoques delantero y el borde exterior de la calzada, $h2 \text{ ext} \approx h2$ en recta y $h2 \text{ ext} = 0$ en curvas ensanchadas.

La Tabla No. expone el tipo de vehículo que considera la norma para el cálculo del ensanche, así como las dimensiones del mismo; la expresión con que se calcula “E” y su ámbito de aplicación en función a las huelgas fueron mostradas anteriormente.

Tabla N° 11 Ensanche De La Calzada

Tipo de vehículo (Lt en m)	Parámetro de cálculo (m)	E(m)	e.int(m)	e.ext (m)	Radios límite (m)
Camión Unidad simple Lt= 11	Lo= 9.50	$\left(\frac{Lo^2}{R}\right) - 0,15$	0.55 E	0,45 E	$30 \leq R \leq 450$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

Donde “Lt” es el largo total del vehículo; “Lo” es la distancia entre parachoques delantero y último eje trasero, “e.int” y “e.ext” son dimensiones que se deben tomar en cuenta para la demarcación horizontal del pavimento.

2.4.5.7. TALUDES DE CORTE Y TERRAPLÉN

2.4.5.7.1. TALUD EN CORTE

Se refiere a la excavación en el terreno existente, destinada a abrir una vía de paso a la carretera. Esta excavación puede realizarse por medios mecánicos o con explosivos, según el tipo de terreno.

La inclinación de los taludes de corte varía según sea la calidad y estratigrafía de los suelos encontrados.

2.4.5.7.2. Talud en Terraplén

Es el aporte o relleno de tierras en zonas de cota inferior a la prevista en el proyecto, puede aprovecharse las tierras que son extraída de la zona de desmonte.

El diseño de taludes de terraplén, desde el punto de vista estructural, se encuentra en función del tipo de material que lo constituye y de los suelos sobre los que se fundan.

Los taludes de terraplén con altura inferior a 15 metros tendrán una inclinación máxima de 1: 1.5 (H: V) como se especifica en el manual de la ABC.

2.5.OBRAS DE DRENAJE

El estudio del drenaje de un proyecto vial, abarca obras transversales como longitudinales. Las primeras son las que permiten el paso de las corrientes hídricas por medio de puentes y de alcantarillas, transversales o sesgadas. Las obras hidráulicas longitudinales comprenden las cunetas y todo tipo de obras de control que se ubican en ambos lados de la plataforma. Estas concentran el agua que se escurre desde la plataforma hacia ambos lados y que también provienen de los terrenos laterales para luego, conducir las hacia las alcantarillas transversales y descargarlas en los cursos de agua o cauces existentes en la zona.

2.5.1. TIEMPO DE RETORNO.

Se usan los siguientes tiempos de retorno para las estructuras hidráulicas de la ruta: Para cunetas se utilizará 5 años y para alcantarillas de alivio y cruce 10 años.

Tabla N° 12 Tiempo de Retorno

Drenaje de la plataforma:	5 años
Alcantarilla menor:	10 años
Alcantarilla mayor:	25 años
Puentes:	50 años

Fuente: Manual de la ABC

2.5.2. DISEÑO DE CUNETAS

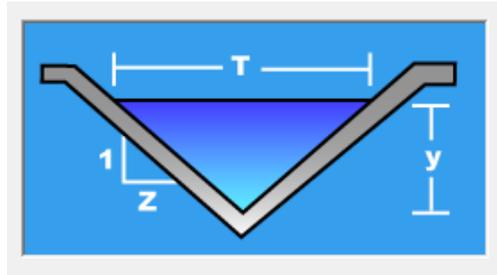
Las cunetas contribuyen a las obras complementarias de drenaje de uso más extendidos y universal. Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la carretera en el lado del corte. Permiten recibir los escurrimientos de origen pluvial propios del talud y los del área comprendida por la vía y el coronamiento del corte.

Secciones Tipo

Esta sección fue diseñada observando las condiciones constructivas bajo las cuales la misma será materializada; en este caso se asume que las cunetas de corte serán construidas al mismo tiempo que el paquete estructural de pavimento, utilizando para

este fin una motoniveladora. Por esta razón, la sección tipo adoptada para el diseño es de geometría triangular con taludes asimétricos 1:1 y 1:1

Imagen N° 7 Sección Tipo De Las Cunetas



- Caudal de diseño (m^3/s)

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

- Ancho superficial

$$T = 2zy$$

Dónde:

A = Área de aporte

T = ancho superficial

Q = Caudal (m^3/s)

Y = tirante de nivel de agua

2.5.3. ALCANTARILLAS DE CRUCE Y DE ALIVIO

2.5.3.1. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para la determinación del tiempo de concentración, se debe definir previamente las características morfológicas de la cuenca las cuales son Área de la cuenca, Longitud del Cauce Principal, Pendiente del lecho del río. Desnivel entre el punto más alto y más bajo de la cuenca dividido entre su longitud medida en planta.

Además se manejaron diferentes fórmulas para luego obtener una media entre aquellos valores de tiempos de concentración más relevantes.

$$\text{Chereke} \quad tc = \left(0,871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$\text{California} \quad tc = 0,3 * \left(\frac{L}{\sqrt[4]{J}} \right)^{0,76}$$

$$\text{Ventura y Heras} \quad tc = 0,05 * \frac{\sqrt{A}}{J}$$

$$\text{Giandotti} \quad tc = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{25,3J * L}$$

2.5.3.2.ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS.

Una vez que se tienen las relaciones Intensidad – Duración – Periodo de Retorno, se pueden estimar los caudales máximos usando el método o fórmula racional.

Este método es usado, en general, para la estimación de caudales máximos en obras de alcantarillas en carreteras y otras obras de arte.

2.5.3.3.MÉTODO RACIONAL.

La ecuación del método racional responde a la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s).

C = Coeficiente de escorrentía (relación entre la cantidad de agua que escurre entre el total de agua que se precipita).

I = Intensidad media máxima de precipitación (mm/hora), para una duración t y un periodo de retorno T.

A = Área de la cuenca o superficie drenada (km²).

Coefficientes De Escurrimiento C

Con relación al coeficiente de escurrimiento C, éste depende, entre otros factores, de la pendiente de la cuenca y del río, del tipo de suelo, de la geología de la vegetación.

La norma A.B.C. nos proporciona ciertos valores de acuerdo al tipo del terreno.

Tabla N° 13 Coeficientes De Escurrimiento C

Tipo de Terreno	Coefficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos en concreto	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Fuente: Manual de la A.B.C.

Coefficiente de rugosidad

De acuerdo al material de las alcantarillas se obtendrán los coeficientes de rugosidad de la tabla siguiente:

Tabla N° 14 Coeficientes De Rugosidad

Materiales	n
a) Hormigón	0,012
b) Metal Corrugado	
Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
25% revestido	0,021
Totalmente revestido	0,012
Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
25% revestido	0,023
Totalmente revestido	0,012
Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	
25% revestido	0,026
Totalmente revestido	0,012

Fuente: Manual de la ABC.

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas a proyectarse, es el establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos.

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

Rh: Radio Hidráulico

S: Pendiente de la Cuenca

A: Área de la Cuenca

n: Coeficiente de Manning

Debido a que el tubo trabaja al 0.50 del diámetro ($y = 0.50 d$)

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta_R - \text{sen}\theta)$$

$$R = \frac{d}{4} \left(\frac{\theta_R - \text{sen}\theta}{\theta_R} \right)$$

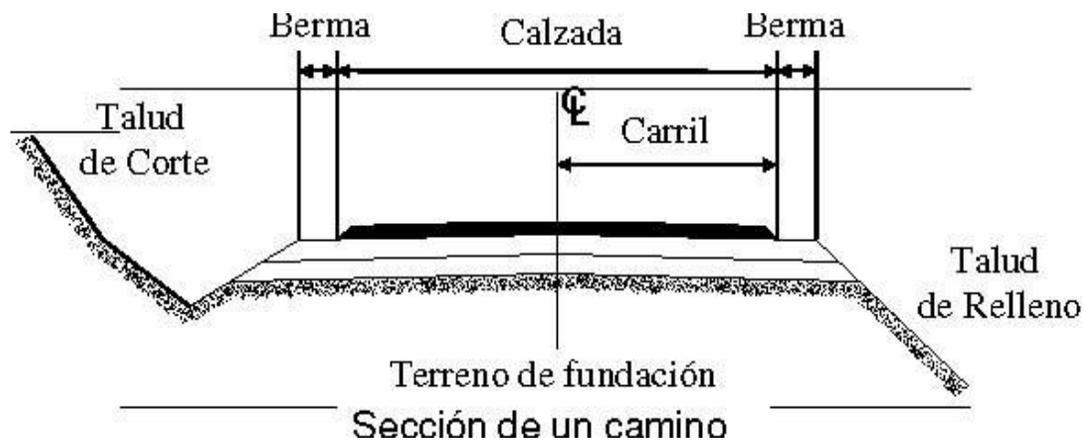
$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(1 - \frac{2y}{d} \right)$$

$$\theta_R = \frac{\theta\pi}{180}$$

2.5.3.4. LONGITUD DE LAS ALCANTARILLAS

La longitud de las alcantarillas depende del ancho de la calzada del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo, y del ángulo de esviajamiento.

Imagen N° 8 Elementos De La Sección Transversal



2.6.DISEÑO ESTRUCTURAL

2.6.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos.

2.6.1.1.PERIODO DE DISEÑO

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido a un costo razonable.

Tabla. N° 15 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

2.6.1.2.FACTOR DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL

A menos que existan consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección.

2.6.1.3.FACTOR DE CRECIMIENTO

Los valores del factor de crecimiento para diferentes tasas anuales y periodos de diseño se muestran en la tabla siguiente, de acuerdo al criterio de la AASHTO:

Tabla. N° 16 Factor de Crecimiento

Período de diseño, años (n)	Tasa de crecimiento anual, g en porcentaje							
	Sin Crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.1
3	3	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5	5.2	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6	6.31	6.63	6.8	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7	7.43	7.9	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8	8.58	9.21	9.55	9.9	10.26	10.64	11.44
9	9	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.5	24.52
14	14	15.97	18.29	19.18	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17	20.01	23.7	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18	21.41	25.65	28.13	30.91	34	37.45	45.6
19	19	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20	24.3	29.78	33.06	36.79	41	45.76	57.28

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

2.6.1.4.FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%.

Tabla. N° 17 Factor De Distribución Por Carril.

No. carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (FC)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 ó más	50 – 75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

2.6.1.5.FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (LEF)

La conversión del tráfico a un número de ESAL's de 18 kips (carga de eje equivalente simple) se realiza utilizando factores equivalentes de carga LEFs (factor equivalente de carga). Estos factores fueron determinados por la AASHTO en sus tramos de prueba, donde pavimentos similares se sometieron a diferentes configuraciones de ejes y cargas, con el fin de analizar el daño producido y la

relación existente entre estas configuraciones y cargas a través del daño que producen.

El factor equivalente de carga LEF es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad ocasionada por una determinada carga de un tipo de eje y la producida por el eje patrón de 18 kips.

$$LEF = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ESALs de 18 kips que producen una pérdida de serviciabilidad } \Delta PSI}{\text{N}^\circ \text{ de ejes de X kips que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Los factores equivalentes de carga de la AASHTO están tabulados en función a cuatro parámetros: tipo de eje (simple, tandem, tridem), índice de serviciabilidad final (2, 2,5 y 3), carga por eje, y número estructural *SN* del pavimento (de 1 a 6”).

2.6.1.6.FACTOR DE CAMIÓN

Para expresar el daño que produce el tráfico, en términos del deterioro que produce un vehículo en particular, hay que considerar la suma de los daños producidos por cada eje de ese tipo de vehículo. De este criterio nace el concepto de Factor de Camión, que se define como el número de ESAL's por número de vehículo en general. Este factor puede ser calculado para cada tipo de camión, o para todos los vehículos como un promedio de una determinada configuración de tráfico.

$$\text{Factor de Camión} = TF = \frac{\text{N}^\circ \text{ ESALs}}{\text{N}^\circ \text{ de camiones}}$$

2.6.1.7.NÚMERO TOTAL DE EJES SIMPLES EQUIVALENTES (ESAL's)

Se calcula para el carril de diseño utilizando la siguiente ecuación:

$$ESALs = TPDA * GF * DD * LD * TF * 365$$

Dónde:

TPD Tránsito promedio diario anual

GF Factor de crecimiento (se lo obtiene de tabla entrando con la tasa de crecimiento)

DD Factor de distribución direccional

LD Factor de distribución por carril

TF Factor de camión

2.6.2. PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño del el pavimento flexible, según la AASHTO, está basado en la determinación del Número Estructural “*SN*” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

A continuación se describen las variables que se consideran en el método AASHTO:

2.6.2.1.MÓDULO DE RESILIENCIA

Dado que no siempre se cuenta con equipos para ejecutar un ensayo de módulo resiliente, es conveniente relacionarlo con otras propiedades de los materiales, por ejemplo, con respecto al CBR.

2.6.2.2.ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

Se define el Índice de Serviciabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

Antes de diseñar el pavimento se deben elegir los índices de servicio inicial y final. El índice de servicio inicial p_o depende del diseño y de la calidad de la construcción. En los pavimentos flexibles estudiados por la AASHTO, el pavimento nuevo alcanzó un valor medio de $p_o = 4,2$.

El índice de servicio final p_t representa al índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, antes de que sea imprescindible su rehabilitación mediante un refuerzo o una reconstrucción. El valor asumido depende de la importancia de la carretera, se sugiere para carreteras de mayor tránsito un valor de $p_t \geq 2,5$ y para carreteras de menor tránsito $p_t = 2,0$.

2.6.2.3. PÉRDIDA O DISMINUCIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

Los valores anteriormente descritos permiten determinar la disminución del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento. Por tanto:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Dónde:

PSI = Índice de Servicio Presente

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

p_o = Índice de servicio inicial

p_t = Índice de servicio final

2.6.2.4. NIVEL DE CONFIANZA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

El nivel de confianza es uno de los parámetros más importante introducido por la AASHTO para el diseño de pavimentos, porque establece un criterio que está relacionado con el desempeño del pavimento frente a las sollicitaciones exteriores. La confiabilidad se define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las sollicitaciones de carga e intemperismo, o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles. Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado.

Tabla N° 18 Valores Del Nivel De Confianza R De Acuerdo Al Tipo De Camino.

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

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

El rango de la desviación estándar sugerido por la AASTHO se encuentra entre los siguientes valores $0.40 \leq S_o \leq 0.50$:

2.6.2.5. COEFICIENTE DE DRENAJE C_d

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento; y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje; la AASHTO define cinco capacidades de drenaje, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 19 Capacidad del Drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

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

De acuerdo a las capacidades de drenaje la AASHTO establece los factores de corrección m_2 (bases) y m_3 (sub-bases granulares sin estabilizar), en función del porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Tabla N° 20 Valores m_i para modificar los Coeficientes Estructurales o de Capa De Bases y Sub-bases sin tratamiento, en pavimentos flexibles

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más 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
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

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

2.6.2.6. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL “SN”

El método está basado en el cálculo del Número Estructural “SN” sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén. Para esto se dispone de la ecuación siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Dónde:

W_{18} = Tráfico equivalente o ESAL's.

Z_R = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R

S_0 = Desviación estándar

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante

SN = Número estructural

2.6.2.7.DETERMINACIÓN DE ESPEORES POR CAPAS

La estructura del pavimento flexible está formada por un sistema de varias capas, por lo cual debe dimensionarse cada una de ellas considerando sus características propias.

Una vez que el diseñador ha obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño. Para este fin se utiliza la siguiente ecuación que permite obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta de la capa base y de la sub-base:

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

Dónde:

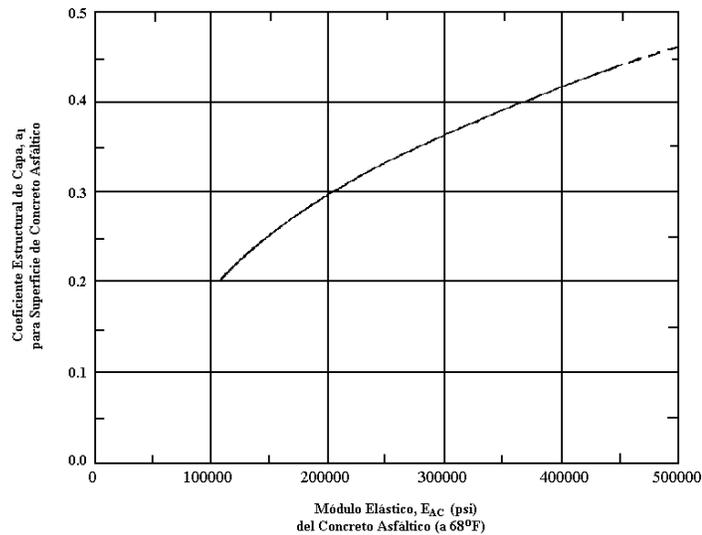
a_1, a_2 y a_3 = Coeficientes estructurales de capa de carpeta, base y sub-base respectivamente.

D_1, D_2 y D_3 = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente, en pulgadas.

m_2 y m_3 = Coeficientes de drenaje para base y sub-base, respectivamente.

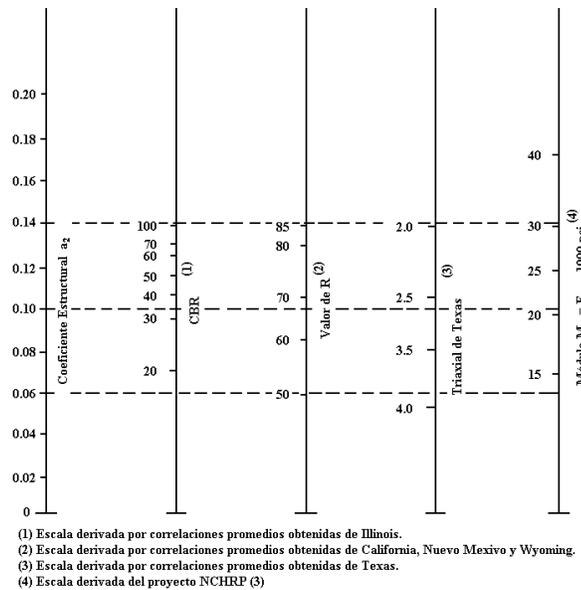
Los coeficientes de capa a1, a2 y a3 se obtienen utilizando las correlaciones de valores de diferentes pruebas de laboratorio: Módulo Resiliente, Texas Triaxial, Valor R y CBR, tal como se muestra en las siguientes figuras:

Imagen N°9 Ábaco Para Estimar El Número Estructural De La Carpeta Asfáltica “A₁”.



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

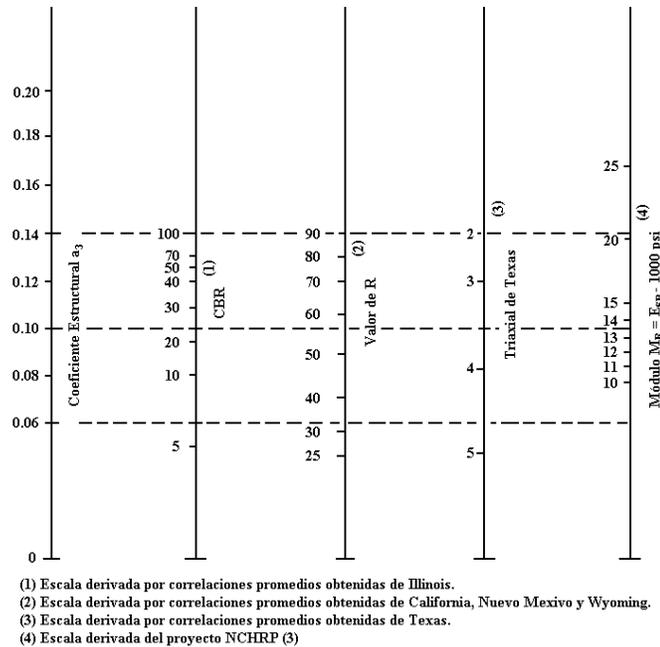
Imagen N°10 Ábaco Para Estimar El Número Estructural De La Capa Base Granular “A₂”.



(1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
 (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
 (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
 (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Imagen N°11 Ábaco Para Estimar El Número Estructural De La Sub-Base Granular “A₃”.



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

2.7. SEÑALIZACIÓN

2.7.1. INTRODUCCIÓN

Para lograr una operación adecuada del camino es fundamental la implementación del señalamiento vial. La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada, esto con el fin de que pueda llevarse en forma segura, fluida, ordenada y cómoda; todo esto se podrá lograr con la señalización de tránsito.

Por medio de la señalización se indica a los usuarios de las vías, la forma correcta y segura de transitar por ésta, con el único propósito de evitar riesgos y disminuir demoras innecesarias.

Es importante conocer los criterios técnicos básicos para el diseño de los dispositivos de control de tránsito, para ellos se tomará como base del estudio al Manual de Dispositivos para el control de Tránsito de la ABC.

2.7.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifiquen según un análisis de necesidades y estudios de campo. Las señales son esenciales donde rigen regulaciones especiales, tanto en lugares específicos como durante períodos de tiempo específicos, o donde los peligros no sean evidentes para los usuarios.

Las señales verticales también suministran información sobre rutas, direcciones, destinos, puntos de interés y otras informaciones que se consideren necesarias.

Desde el punto de vista funcional, las señales se clasifican en:

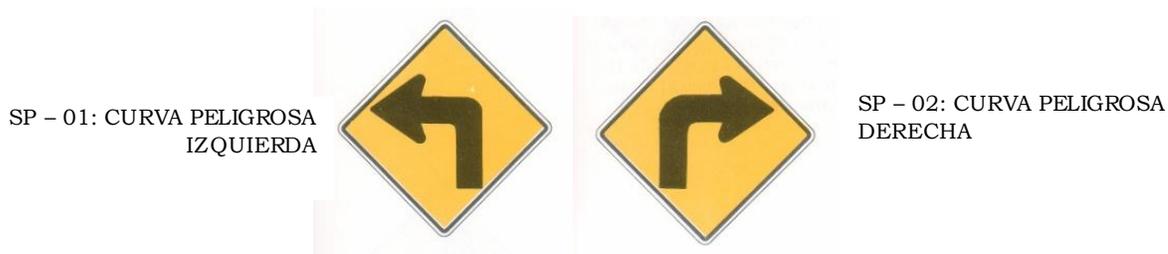
- Señales preventivas.
- Señales reglamentarias.
- Señales informativas.

2.7.2.1. SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales de advertencia de peligro, llamadas también preventivas, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Se identifican como base con el código SP.

Estas señales persiguen que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas, tiende a disminuir el respeto y obediencia a toda la señalización en general.

Imagen N° 12 Señales Preventivas



2.7.2.2.SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito y acarrea las sanciones previstas en la Ley.

Se deberá evitar, de no ser estrictamente necesario, la inscripción de leyendas o mensajes adicionales en las señales verticales reglamentarias. Estas señales se identifican con el código SR.

Imagen N° 13 Señales Reglamentarias



2.7.2.3.SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

Las señales informativas están diseñadas para brindar información al usuario de la carretera, suministrando información necesaria que se refiere principalmente a la

identificación de poblaciones, destinos, direcciones, intersecciones y cruzamientos, prestación de servicios, etc.

Imagen N° 14 Señales Informativas



SS - 08: PRIMEROS
AUXILIOS

2.7.3. SEÑALES HORIZONTALES

Las señales horizontales o demarcaciones, son marcas o elementos instalados sobre el pavimento, que mediante el uso de símbolos y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada.

La demarcación mediante líneas de pista, de eje y de borde otorga un mensaje continuo al usuario, definiendo inequívocamente el espacio por el cual debe circular, otorgando al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación, genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

2.7.3.1. LÍNEAS LONGITUDINALES

Una línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella.

Una línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color, significa que traspasable por cualquier conductor.

Las zonas de No Adelantar deben ser establecidas, además de los lugares en que exista una distancia de visibilidad de adelantamiento menor a la distancia de adelantamiento mínima. Esta última distancia, es la necesaria para que el vehículo abandone su pista, pase al vehículo que lo precede y retome su pista en forma segura,

sin afectar la velocidad del vehículo que está adelantado, ni la de otro que se desplace en sentido contrario por la pista utilizada para el adelantamiento.

Tabla N°21 Distancia de Adelantamiento Mínima

Velocidad Máxima (Km/h)	Distancia de adelantamiento Mínima (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

Fuente: Manual de la A.B.C.

2.7.3.2.LÍNEAS DE EJE

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas.

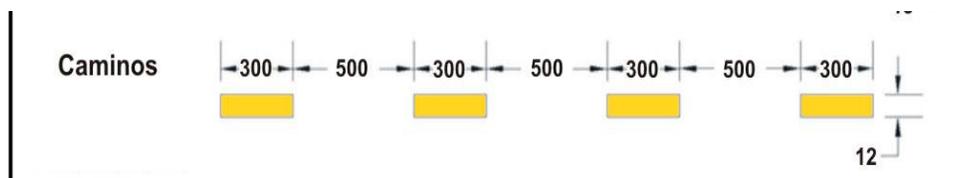
Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debería encontrarse siempre presente en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m de ancho. En calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

Las líneas de eje central pueden ser: segmentadas, continuas dobles o mixtas.

a) Línea amarilla discontinua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde se permite la maniobra de adelantamiento.

Imagen N° 15 Diseño Línea Amarilla Discontinua

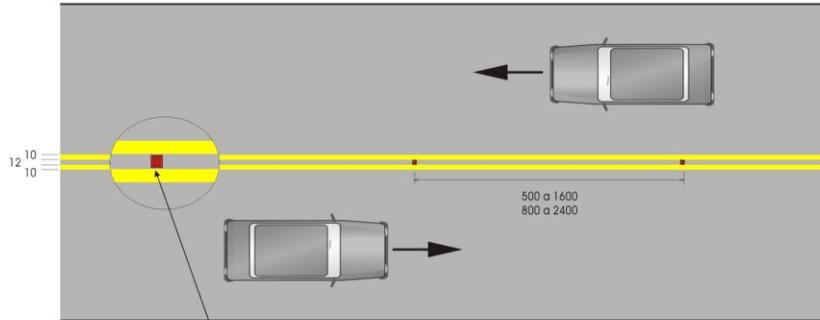


Fuente: manual de la A.B.C.

b) Línea Doble Amarilla Continua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Imagen N°16 Diseño Doble Línea Amarilla Continua

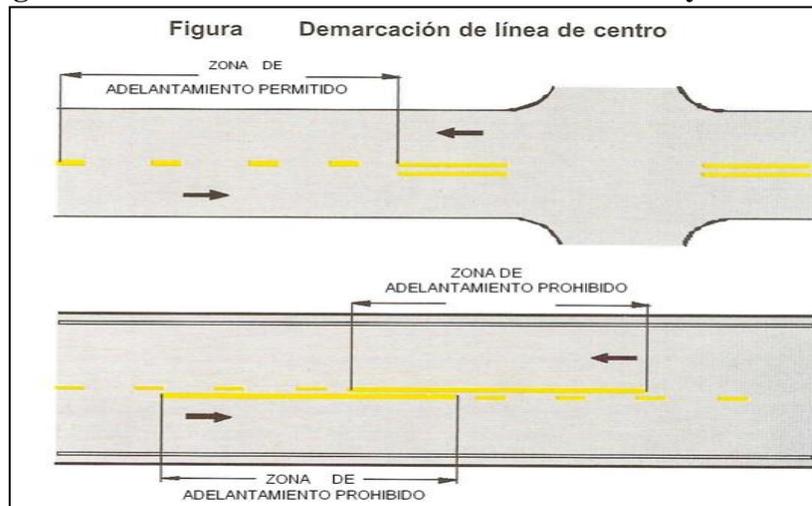


Fuente: manual de la A.B.C.

c) Línea Doble Amarilla Continua y Discontinua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde la maniobra de adelantamiento es permitida sólo para el tránsito adyacente a la línea de trazado discontinuo.

Imagen N°17 Diseño Doble Línea Amarilla Continua y Discontinua



Fuente: manual de la A.B.C.

d) Línea Blanca Continua

La línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella.

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente sobre ésta.

2.8.PRESUPUESTO DEL PROYECTO

2.8.1. CÓMPUTOS MÉTRICOS

El cómputo métrico es la cuantificación o determinación de volumen, superficie, etc. de los materiales necesarios para ejecución de cada ítem del proyecto y para luego, poder determinar el costo del proyecto.

Ítem

Es el conjunto de actividades valoradas en unidades determinadas a través de la unidad que puede apreciarse al efectuar el presupuesto, las mismas pueden ser longitud, superficie, volumen, peso; sin embargo algunas de ellas por su naturaleza o complejidad, solamente pueden medirse en forma global.

2.8.2. PRECIOS UNITARIOS

El precio unitario: es el importe de la remuneración o pago total, que debe cubrirse al contratista por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que se realice.

Unidad de obra: puede definirse como la unidad de medición que se señala en las especificaciones técnicas, como base para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago

Para la confección de las planillas de análisis, costos y precios unitarios se ha establecido la participación de los siguientes conceptos básicos.

- **Materiales e insumos**
- **Mano de obra**
- **Maquinaria y equipo de construcción**

La moneda de referencia utilizada es el boliviano.

En el análisis de precios unitarios, se deberá de considerar el porcentaje regulado de acuerdo al decreto supremo N° 27328 para licitación en el sector público los, mismos que se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla N° 22 Porcentajes regulados por el Decreto Supremo 27328

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
Cargas sociales	55 – 71.18% del sub total de mano de obra
IVA	14.94% del subtotal de mano de obra + cargas sociales
UTILIDAD	10-20% de (materiales, mano de obra, equipo, maquinaria, gastos generales y administrativos)
IMPUESTOS IT	3.09% (materiales, mano de obra, equipo, maquinaria, herramientas, gastos generales, administrativo, utilidad)

CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS PRELIMINARES

3.1.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

En el camino existe una tubería de gas que se encuentra en la orilla del camino, también se encuentran varios pasos de quebrada que serán tomados en cuenta para para el levantamiento topográfico.

Imagen N°18 Camino Bordo El Mollar –Jurina



Tabla N° 23 BMS De Proyecto

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description
1	7630568.270	315898.714	2047.496	BM1
2	7630601.333	315795.615	2049.345	BM2
3	7630718.666	315471.440	2057.909	BM3
4	7630943.438	315105.747	2064.869	BM4
5	7631052.862	314899.383	2069.183	BM5
6	7631025.237	314524.597	2076.442	BM6
7	7630927.871	314303.291	2080.232	BM7
8	7630873.073	314130.483	2081.150	BM8
9	7630752.707	313893.575	2093.841	BM9
10	7630545.659	313744.080	2094.024	BM10
11	7630608.892	313563.412	2096.960	BM11
12	7630569.244	313385.587	2104.281	BM12
13	7630532.089	313352.449	2108.257	BM13
14	7630429.045	313330.264	2111.885	BM14
15	7629767.928	312741.316	2150.371	BM15
16	7629776.561	312693.600	2150.754	BM16
17	7629693.111	312603.831	2155.595	BM17
18	7629662.521	312522.794	2160.144	BM18
19	7629626.753	312313.809	2158.136	BM19
20	7629611.129	312119.761	2154.705	BM20
21	7629628.811	311929.215	2149.238	BM21
22	7629711.945	311785.471	2136.795	BM22

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los pozos se ubicaron en los sectores en los que está prevista la implementación del eje de la carretera, tomando una distancia de 500 metros.

Imagen N°19 Ubicación de los Pozos



A continuación se presentan los resultados de los estudios geotécnicos del tramo Bordo el Mollar –Jurina.

Resultado del proceso de clasificación del suelo es el siguiente.

Tabla N° 24 Clasificación del Suelo

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
POZO	PROGRESIVA	AASHTO
Pto 12	5+500	A-4(0)
Pto 11	5+000	A-4(1)
Pto 10	4+500	A-2-4(0)
Pto 9	4+000	A-2-4(0)
Pto 8	3+500	A-1-b(0)
Pto 7	3+000	A-4(2)
Pto 6	2+500	A-4(2)
Pto 5	2+000	A-4(1)
Pto 4	1+500	A-4(1)
Pto 3	1+000	A-4(3)
Pto 2	0+500	A-1-b(0)
Pto 1	0+000	A-1-b(0)

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la compactación son los siguientes:

Tabla N° 25 Compactación del Suelo

COMPACTACION				
POZO	PROGRESIVA	SUELO	% HUMEDAD	DENSIDAD MÁX kg/m³
Pto 11	5+000	A-4(1)	8.6	2132
Pto 9	4+000	A-2-4(0)	8.3	2143
Pto 7	3+000	A-4(2)	13.1	2021
Pto 2	0+500	A-1-b(0)	9.6	2166

Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Ensayo de Capacidad Soporte CBR.

Tabla N° 26 CBR. De los Suelos

RESULTADOS DEL CBR			
POZO	PROGRESIVA	SUELO	95%
Pto 11	5+000	A-4(1)	29.23
Pto 9	4+000	A-2-4(0)	14.14
Pto 7	3+000	A-4(2)	9.4
Pto 2	0+500	A-1-b(0)	31.3

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1.3.1. TRÁFICO NORMAL

Es el tráfico obtenido mediante a los aforos realizados.

Tabla N° 27 Aforo Vehicular

Camino Bordo el Mollar - Jurina				
Días	Liviano	Mediano	Pesado	total
09/04/2015	7	2	2	11
10/04/2015	6	3	3	12
11/04/2015	12	4	2	18
12/04/2015	14	3	2	19
13/04/2015	8	4	2	14
14/04/2015	9	3	4	16
16/04/2015	5	3	3	11
17/04/2015	7	4	3	14
18/04/2015	15	3	2	20
19/04/2015	11	3	2	16
TPD	9	3	3	15

Fuente: Elaboración Propia

Crecimiento normal del tránsito (CNT)

El índice de crecimiento del parque automotor fue calculado de los registros del R.U.A.T. (Registro Único para la Administración Tributaria Municipal)

Tabla N° 28 Parque Automotor De Tarija

PARQUE AUTOMOTOR DE TARIJA				
TARIJA	2010	2011	2012	2013
VEHÍCULOS	37787	42050	46270	50603
		4263	4220	4333
CRECIMIENTO		11.28	10.04	9.36
PROMEDIO		10.23		

Tabla N° 29 Parque Automotor De San Lorenzo

PARQUE AUTOMOTOR DE SAN LORENZO				
SAN LORENZO	2010	2011	2012	2013
VEHÍCULOS	279	286	305	320
		7	19	15
CRECIMIENTO		2.51	6.64	4.92
PROMEDIO		4.69		

El promedio de los índices de crecimiento de Tarija como el de San Lorenzo nos dará el índice de crecimiento vehicular para diseño del proyecto este índice de crecimiento es de 7.46%.

Tabla N° 30 Trafico Normal

TRAFICO NORMAL				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2015	9	3	3	15
2016	10	3	3	16
2017	10	3	3	17
2018	11	4	4	19
2019	12	4	4	20
2020	13	4	4	21
2021	14	5	5	23
2022	15	5	5	25
2023	16	5	5	27
2024	17	6	6	29
2025	18	6	6	31
2026	20	7	7	33
2027	21	7	7	36
2028	23	8	8	38
2029	25	8	8	41
2030	26	9	9	44
2031	28	9	9	47
2032	31	10	10	51

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2. TRÁFICO GENERADO

Tráfico Generado = 25 % (Tráfico Normal)

Tabla N° 31 Tráfico Generado

TRAFICO GENERADO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2015	2	1	1	4
2016	2	1	1	4
2017	3	1	1	4
2018	3	1	1	5
2019	3	1	1	5
2020	3	1	1	5
2021	3	1	1	6
2022	4	1	1	6
2023	4	1	1	7
2024	4	1	1	7
2025	5	2	2	8
2026	5	2	2	8
2027	5	2	2	9
2028	6	2	2	10
2029	6	2	2	10
2030	7	2	2	11
2031	7	2	2	12
2032	8	3	3	13

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.3. TRÁFICO INDUCIDO

Tráfico Inducido = 15 % (Tráfico Normal)

Tabla N° 32 Tráfico Inducido

TRAFICO INDUCIDO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2015	1	0	0	2
2016	1	0	0	2
2017	2	1	1	3
2018	2	1	1	3
2019	2	1	1	3
2020	2	1	1	3
2021	2	1	1	3
2022	2	1	1	4
2023	2	1	1	4
2024	3	1	1	4
2025	3	1	1	5
2026	3	1	1	5
2027	3	1	1	5
2028	3	1	1	6
2029	4	1	1	6
2030	4	1	1	7
2031	4	1	1	7
2032	5	2	2	8

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.4. TRÁFICO FUTURO

$$Tf = CNT + TI + TG$$

Tabla N° 33 Tráfico Futuro

TRAFICO FUTURO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2015	13	4	4	21
2016	14	5	5	23
2017	15	5	5	24
2018	16	5	5	26
2019	17	6	6	28
2020	18	6	6	30
2021	19	6	6	32
2022	21	7	7	35
2023	22	7	7	37
2024	24	8	8	40
2025	26	9	9	43
2026	28	9	9	46
2027	30	10	10	50
2028	32	11	11	54
2029	35	12	12	58
2030	37	12	12	62
2031	40	13	13	66
2032	43	14	14	71

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Esta parte del estudio se refiere a la parte hidrológica, que es la determinación de la ecuación de la intensidad máxima para la zona del proyecto. Por lo tanto se emplearon las siguientes estaciones pluviométricas: Coimata, Sella Qdas, Trancas, Tucumilla debido a que las estaciones mencionadas anteriormente se encuentran cercanas a la zona del proyecto.

La siguiente tabla nos detalla la obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de aturas de precipitación máxima diarias y horarias.

Tabla N° 34 Parámetros Estadísticos

		COIMATA	SELLA QDAS.	TRANCAS	TUCUMILLA
MEDIA	hd	54.32	60.95	65.87	53.91
DESV. STAND.	Sd	11.21	16.18	19.62	16.91
MODA	Ed	49.28	53.67	57.04	46.30
CARACTERIST.	Kd	0.41	0.54	0.62	0.66
No DATOS	n	35.00	26.00	25.00	36.00

MODA PONDERADA	50.92
CARACTERIST. PONDERADA	0.55

Para el cálculo de la altura de precipitación máxima horaria se aplica la siguiente expresión:

$$htT = Edp * \left(\frac{tc}{\alpha}\right)^\beta * (1 + Kdp * \text{Log}T)$$

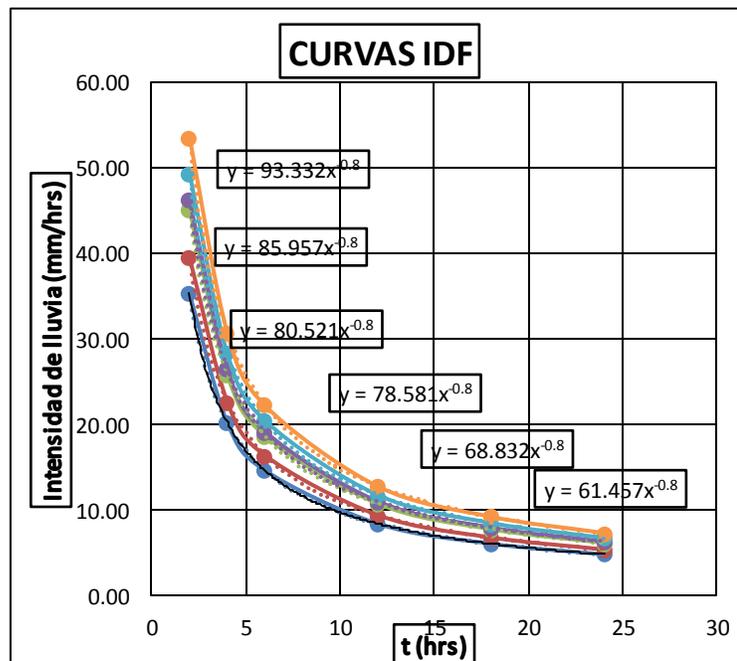
Tabla N° 35 Lluvias Máximas

Lluvias Máximas Correspondientes a diferentes tiempos (t) y periodos de retorno (T) en años											
T (años)	t (Horas)										
	0.1	0.2	0.5	1	1.5	2	4	6	12	18	24
5	3.53	7.06	17.65	35.30	52.95	70.60	81.09	87.94	101.02	109.55	116.04
10	3.95	7.90	19.76	39.53	59.30	79.07	90.82	98.50	113.14	122.70	129.97
25	4.51	9.02	22.56	45.13	67.70	90.27	103.69	112.45	129.17	140.08	148.38
30	4.62	9.25	23.12	46.25	69.37	92.49	106.25	115.22	132.36	143.54	152.04
50	4.93	9.87	24.68	49.37	74.05	98.74	113.42	123.00	141.29	153.23	162.30
100	5.36	10.72	26.80	53.60	80.41	107.21	123.15	133.56	153.41	166.37	176.23

Tabla N° 36 Intensidades Máximas

Intensidades medias de lluvias máximas en (mm/hr) para diferentes duraciones (t) y periodos de retorno (T)											
T (años)	t (Horas)										
	0.1	0.2	0.5	1	1.5	2	4	6	12	18	24
5	35.27	35.28	35.29	35.30	35.30	35.30	20.27	14.66	8.42	6.09	4.84
10	39.50	39.52	39.53	39.53	39.53	39.53	22.71	16.42	9.43	6.82	5.42
25	45.09	45.11	45.13	45.13	45.13	45.13	25.92	18.74	10.76	7.78	6.18
30	46.21	46.23	46.24	46.25	46.25	46.25	26.56	19.20	11.03	7.97	6.33
50	49.32	49.35	49.36	49.37	49.37	49.37	28.36	20.50	11.77	8.51	6.76
100	53.56	53.58	53.60	53.60	53.60	53.61	30.79	22.26	12.78	9.24	7.34

Imagen N°20 Curvas IDF



De la gráfica se obtiene la ecuación de la intensidad para distintos periodo de diseño

3.2.DISEÑO DE INGENIERÍA

3.2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

3.2.1.1.CATEGORÍA DE LA VIA

Este proyecto de asfaltado del tramo Bordo el Mollar – Jurina se considera sé que encuentra dentro de la categoría de desarrollo debido a las condiciones topográficas y de tráfico que presenta la zona

Tabla N° 37 Clasificación Funcional para Diseño de Carreteras y Caminos Rurales

CATEGORIA		SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
		N° CARRILES	N° CALZADAS		
AUTOPISTA	(O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA	(IA)	4 ó + UD	2	100 - 90 - 80	AR (n) - xx
PRIMARIO	(I.B)	4 ó + UD	2 (1)	100 - 90 - 80	P (n) - xx
		2 BD	1	100 - 90 - 80	P (2) - xx
COLECTOR	(II)	4 ó + UD	2 (1)	80 - 70 - 60	C (n) - xx
		2 BD	1	80 - 70 - 60	C (2) - xx
LOCAL	(III)	2 BD	1	70 - 60 - 50 - 40	L (2) - xx
DESARROLLO		2 BD	1	50 - 40 - 30*	D - xx

Fuente: Manual de Carreteras (ABC)

- **Los caminos de desarrollo**

Están destinados a conectar zonas aisladas y por ellas transitarán vehículos motorizados y vehículos a tracción animal. Sus características responden a las mínimas consultadas para los caminos públicos, siendo su función principal la de posibilitar tránsito permanente, aun cuando las velocidades sean reducidas.

3.2.1.2.VELOCIDAD DE PROYECTO

El proyecto de asfaltado del tramo Bordo el Mollar –Jurina se clasifica como camino de desarrollo, ya que conecta zonas aisladas, la cual permite definir la velocidad de proyecto

Tabla N° 38 Velocidad de Proyecto

Categoría	Velocidades de proyecto
Desarrollo	50 - 40 - 30 (km/h)

Fuente: Manual de la ABC

La velocidad de proyecto será de 40 Km/h por tener un terreno ondulado.

3.2.1.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.2.1.3.1. DISTANCIA DE FRENADO

Tabla N° 39 Distancia Mínima De Frenado En Horizontal

V	t	f _i	dt	Df	Df (m)		V
km/h	s	-	m	m	dt+df	Adopt.	km/h
30	2	0,420	16,7	8,4	25,1	25	30
35	2					31	35
40	2	0,415	22,2	15,2	37,4	38	40

Fuente: Manual de la ABC

De acuerdo a la velocidad de proyecto de 40 km/h, podemos calcular la distancia mínima de frenado en horizontal que es de 38 metros.

3.2.1.3.2. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

Tabla N° 40 Distancia Mínima De Adelantamiento

Velocidad de Proyecto km/h	Distancia Mínima de Adelantamiento
30	180
40	240

Fuente: Manual ABC.

La distancia mínima de acuerdo a la velocidad de proyecto será de 240 metros

3.2.1.3.3. RADIOS MÍNIMOS

Tabla N° 41 Radios de Curvatura

Caminos Colectores – Locales – Desarrollo			
V _p	e _{máx}	f	R _{mín}
km/h	(%)		(m)
30	7	0,215	25
40	7	0,198	50

Fuente: Manual de la A.B.C

De acuerdo a la velocidad de proyecto de 40 Km/h, el radio de curvatura mínimo para el proyecto será de 50 m como mínimo.

Para el cálculo de peraltes se utilizó la relación radio – peralte para carreteras y caminos.

Tabla N° 42 Cálculo de Peraltes

Radio (m)	Peralte (%)
$25 \leq R \leq 350$	7,0
$350 < R \leq 2.500$	$7 - 6,08 \cdot \left(1 - \frac{350}{R}\right)^{1,3}$
$2.500 < R \leq 3.500$	2,0
$3.500 < R$	Igual al bombeo

Fuente: Manual de la A.B.C

El peralte máximo fue asumido con el 7% y un radio de curvatura mínimo de 50 metros cuando el radio de curvatura supere los 350 m, el peralte se calculará con la fórmula.

3.2.1.3.4. ELECCIÓN DEL PARÁMETRO “A” DE LA CLOTOIDE

Criterio a. Guiado óptico

Se establece la siguiente relación: Para el radio mínimo del proyecto, $R = 50$

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

- $R/3 = A = 16,66 \text{ m}$ ($L = 5,55 \text{ m}$) $R = A = 50,00 \text{ m}$ ($L = 50,00 \text{ m}$)

Criterio b. Guiado óptico adicional

$$A \geq (12 \cdot R^3)^{0,25}$$

Los radios mayores o iguales a $1,20 R_{\min}$ tendrán el siguiente parámetro:

- $R_{\min} = 50 \text{ m}$; $R_{1,2\min} = 60 \text{ m}$; $A = 40,12 \text{ m}$ ($L = 26,83 \text{ m}$)

Criterio c. Pendiente relativa al borde

$$A \geq \sqrt{\frac{n \cdot a \cdot e \cdot R}{\Delta}}$$

Tabla N° 43 Pendiente Relativa De Borde

Velocidad de proyecto (km/hr)	30 – 50	60 - 70
Δ Normal	0,70	0,6
Δ Máxima $n = 1$	1,50	1,30
Δ Máxima $n > 1$	1,50	1,30

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, “ABC”

Con la geometría del proyecto ($n = 1$; $a = 3,00$ m; $e = 7,00$ % y $R_{\min} = 50$ m) se obtienen los siguientes parámetros:

- **A = 38.72 m (L = 30 m)**

Criterio d. Comodidad dinámica

$$A \geq \left[\frac{V_e \cdot R}{46,656 \cdot J} \cdot \left(\frac{V_e^2}{R} - 1,27 \cdot e \right) \right]^{1/2}$$

Cuando $R_{\min} \leq R \leq 1,20 R_{\min}$ el valor de la tasa "J" es obtenido de la Tabla

Tabla N° 44 Tasa Máxima De Distribución De La Aceleración Transversal

$V_e \approx V_p$ (km/hr)	40 – 60
J máxima (m/s ³)	1,50

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, "ABC"

Cuando $R > 1,20 R_{\min}$ el valor de la tasa "J" es obtenido de la Tabla

Tabla N°45 Tasa Normal De Distribución De La Aceleración Transversal

$V_e \approx V_p$ (km/hr)	V < 80
J Normal (m/s ³)	0,50

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, "ABC"

Aplicar lo indicado y considerando las velocidades de proyecto y específicas, se obtienen los parámetros siguientes:

Para la curva de $R_{\min} = 50,00$ m se tiene una velocidad específica igual a $V_e = 41,10$ km/hr, mientras que para $R_{1,2\min} = 60,00$ m se tiene una $V_e = 44,60$ km/hr, con los datos anteriores se obtiene los parámetros buscados

- $A_{\min} = 27,03$ m ($L = 14,62$ m)
- $A_{\text{normal}} = 52,75$ m ($L = 46,38$ m)

Parámetro de la clotoide A normal y A min. Adoptado

Siguiendo los criterios establecidos por la norma y ya calculados anteriormente, se adoptaron los parámetros "A" para la clotoide en situaciones normales y mínimas, los cuales son:

Para $V_p = 40$ km/hr

- **A min $\approx 26,00$ m (L = 13,00 m)**
- **A normal $\approx 43,00$ m (L = 37,00 m)**

Estos parámetros serán empleados en las situaciones límite (A min), y en situaciones comunes de diseño (A normal); sin embargo cuando sea posible y practicable se emplearan parámetros mayores al normal (sin superar los valores establecidos posteriormente).

Se eligió el criterio "C" porque nos proporciona la distancia mínima que permite la transición del peralte, esta longitud mínima es de 30 metros.

Tabla N° 46 Resumen del Alineamiento Horizontal

N°	Prog.(m)	Delta	Radio	Longitud	Flecha	Cuerda	Tangente	Externa	Curva
1	0+009.129	15° 38' 44.9594	80	21.846	0.745	21.778	10.991	0.752	Simple
2	0+063.437		300	30					Transición
3	0+269.147		400	30					Transición
4	0+414.310		600	30					Transición
5	0+631.610		400	30					Transición
6	0+808.239		550	30					Transición
7	0+983.528		850	30					Transición
8	1+314.293	51° 13' 59.8772	60	53.651	5.898	51.882	28.769	6.54	Simple
9	1+421.350	80° 31' 15.1389	50	26.634	1.763	26.321	13.641	1.827	Simple
10	1+467.742	11° 13' 26.3326	100	19.59	0.479	19.558	9.826	0.482	Simple
11	1+629.356	12° 01' 23.0064	80	16.787	0.44	16.757	8.425	0.442	Simple
12	1+658.728	32° 20' 37.2078	50	28.225	1.978	27.852	14.5	2.06	Simple
13	1+699.504	37° 32' 33.7964	50	32.762	2.659	32.179	16.994	2.809	Simple
14	1+797.190	47° 38' 15.6052	55	45.729	4.685	44.423	24.279	5.121	Simple
15	1+858.215	73° 38' 20.1174	50	64.262	9.974	59.93	37.431	12.459	Simple
16	1+956.840	54° 15' 48.2836	50	47.354	5.502	45.604	25.621	6.182	Simple
17	2+042.454	61° 02' 34.8215	50	53.27	6.928	50.786	29.478	8.042	Simple
18	2+137.892	45° 58' 17.6970	50	40.118	3.97	39.05	21.209	4.312	Simple
19	2+259.854	19° 54' 50.5993	65	22.592	0.979	22.478	11.411	0.994	Simple
20	2+340.702		90	30					Transición
21	2+509.291	07° 21' 11.7254	150	19.251	0.309	19.238	9.639	0.309	Simple
22	2+660.885	64° 21' 02.4965	50	56.157	7.679	53.251	31.457	9.072	Simple
23	2+758.856	16° 27' 25.4374	80	22.978	0.824	22.899	11.569	0.832	Simple
24	2+874.639	59° 22' 39.6712	60	62.18	7.876	59.435	34.208	9.066	Simple
25	2+990.554	48° 01' 52.5158	50	41.915	4.328	40.699	22.278	4.738	Simple

26	3+048.499	93° 36' 26.5075"	50	81.688	15.775	72.901	53.251	23.046	Simple
27	3+204.733	30° 24' 31.5700"	50	26.537	1.75	26.226	13.589	1.814	Simple
28	4+073.751	51° 09' 23.2708"	50	44.642	4.9	43.174	23.933	5.433	Simple
29	4+144.289	49° 02' 26.2344"	50	42.796	4.509	41.502	22.808	4.956	Simple
30	4+267.530	52° 34' 35.5703"	62	57.018	6.426	55.038	30.693	7.168	Simple
31	4+324.547	67° 12' 32.4382"	50	58.651	8.356	55.346	33.226	10.033	Simple
32	4+383.198	92° 02' 47.3614"	56	89.736	17.072	80.393	57.889	24.586	Simple
33	4+472.934	39° 25' 04.7210"	65	44.407	3.781	43.537	23.123	4.017	Simple
34	4+598.562	17° 31' 37.9360"	80	24.473	0.934	24.377	12.333	0.945	Simple
35	4+690.343	72° 54' 13.5871"	51	64.998	9.994	60.701	37.733	12.425	Simple
36	4+755.341	87° 12' 53.7850"	50	76.109	13.796	68.971	47.627	19.053	Simple
37	4+831.450	60° 03' 18.8823"	58	60.736	7.777	57.994	33.492	8.983	Simple
38	5+066.018	18° 16' 11.3603"	75	23.915	0.951	23.814	12.06	0.963	Simple
39	5+143.904	76° 22' 18.6650"	60	79.976	12.839	74.186	47.191	16.335	Simple
40	5+315.653	30° 19' 43.0573"	60	31.76	2.089	31.391	16.262	2.165	Simple

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.4. ALINEAMIENTO VERTICAL.

3.2.1.4.1. LONGITUD MÍNIMA DE CURVAS VERTICALES

La longitud mínima de las curvas verticales está dada por:

$$2 * T(m) \geq |Vp(km/h)|$$

$$2 * T(m) \geq 40$$

Es decir, el desarrollo mínimo de la curva vertical será el correspondiente al número de metros que representa la velocidad de proyecto de la carretera, expresada en Km/h.

3.2.1.4.2. PENDIENTES MÍNIMAS

Es deseable proveer una pendiente longitudinal mínima del orden de 0,5% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un eficiente drenaje de las aguas superficiales

3.2.1.4.3. PENDIENTES MÁXIMAS

Las pendientes máximas admisibles según la categoría de la carretera o camino son:

Tabla N° 47 Pendientes Máximas Admisibles

CATEGORIA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-1	-

Fuente: Manual de la A.C.B

La pendiente máxima para el proyecto es de 9 %

3.2.1.4.4. CURVAS VERTICALES CONVEXAS Y CÓNCAVAS

Tabla N°48 Parámetros Mínimos En Curvas Verticales Por Criterio De Visibilidad De Frenado

Velocidad de Proyecto	CURVAS CONVEXAS			CURVAS CONCAVAS
	Kv			Kc
Vp	V* =Vp	V* =Vp + 5	V* =Vp + 10	Vp
(km/h)	km/h	km/h	km/h	km/h
40	400	500	600	500

Fuente: Manual ABC.

Para las curvas convexas el utiliza el parámetro de curva vertical Kv igual a 500, para curvas cóncavas Kc igual a 500

Tabla N°49 De Resumen Del Alineamiento Vertical

Curvas Verticales	P.K.	Cota (m)	Pendiente - Salida (%)	Longitud de la Curva (m)	Tipo de Curva
1	0+000.000	2044.707	-7.03%	0	
2	0+020.064	2043.298	1.95%	40	concavo
3	0+179.538	2046.401	2.79%	50	concavo
4	0+267.182	2048.846	0.84%	40	convexo
5	0+335.862	2049.425	3.19%	40	concavo
6	0+570.344	2056.899	1.02%	50	convexo
7	0+692.179	2058.136	2.19%	40	concavo
8	0+886.770	2062.402	-0.82%	50	convexo
9	0+977.536	2061.654	2.58%	50	concavo
10	1+212.090	2067.708	-0.87%	40	convexo
11	1+279.564	2067.124	6.21%	50	concavo
12	1+400.000	2074.607	-0.53%	40	convexo
13	1+539.877	2073.868	3.66%	40	concavo
14	1+648.996	2077.864	-1.34%	40	convexo
15	1+751.383	2076.492	4.10%	60	concavo
16	1+847.088	2080.418	0.30%	50	convexo
17	2+189.803	2081.433	1.97%	40	concavo
18	2+287.669	2083.364	5.26%	70	concavo
19	2+367.158	2087.547	7.58%	40	concavo
20	2+444.142	2093.378	0.90%	60	convexo
21	3+007.945	2098.453	7.87%	50	concavo
22	3+131.527	2108.181	3.57%	40	convexo
23	3+223.482	2111.46	-2.53%	45	convexo
24	3+293.215	2109.692	5.14%	50	concavo
25	3+370.307	2113.654	2.14%	40	convexo
26	3+616.476	2118.912	-0.78%	40	convexo
27	3+681.179	2118.408	7.51%	60	concavo
28	4+084.894	2148.74	3.31%	60	convexo
29	4+260.414	2154.55	3.75%	40	concavo
30	4+414.810	2160.339	-1.26%	60	convexo

31	4+690.075	2156.871	-2.20%	40	convexo
32	4+866.697	2152.982	0.94%	45	concavo
33	4+956.811	2153.832	-8.49%	65	convexo
34	5+121.529	2139.855	-4.52%	50	concavo
35	5+283.063	2132.551	-0.58%	40	concavo
36	5+421.008	2131.753			

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.5.SECCIÓN TRANSVERSAL

Tabla N°50 Parámetros de diseño de secciones Transversales

Secciones transversales	
Ancho de Calzada	3 m
Bombeos	2.50%
Bermas	0.5 m
Sobre ancho	0.5 m
Talud en Corte	1.: 3
Talud en Terraplén	1.5:1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 51 Planilla De Sobre Anchos

N°	Prog.	Radio(m)	E(m)	e.int(m)	e.ext (m)	e.ext const.(m)
1	0+009.129	80	1.28	0.7	0.58	0.5
2	0+063.437	300	0.45	0.25	0.2	0.5
3	0+269.147	400	0.38	0.21	0.17	0.5
4	0+414.310	600	0.3	0.17	0.14	0.5
5	0+631.610	400	0.38	0.21	0.17	0.5
6	0+808.239	550	0.31	0.17	0.14	0.5
7	0+983.528	850	0.26	0.14	0.12	0.5
8	1+314.293	60	1.65	0.91	0.74	1
9	1+421.350	50	1.96	1.08	0.88	1
10	1+467.742	100	1.05	0.58	0.47	0.5
11	1+629.356	80	1.28	0.7	0.58	0.5
12	1+658.728	50	1.96	1.08	0.88	1
13	1+699.504	50	1.96	1.08	0.88	1
14	1+797.190	55	1.79	0.99	0.81	1
15	1+858.215	50	1.96	1.08	0.88	1
16	1+956.840	50	1.96	1.08	0.88	1
17	2+042.454	50	1.96	1.08	0.88	1
18	2+137.892	50	1.96	1.08	0.88	1
19	2+259.854	65	1.54	0.85	0.69	1

20	2+340.702	90	1.15	0.63	0.52	0.5
21	2+509.291	150	0.75	0.41	0.34	0.5
22	2+660.885	50	1.96	1.08	0.88	1
23	2+758.856	80	1.28	0.7	0.58	0.5
24	2+874.639	60	1.65	0.91	0.74	1
25	2+990.554	50	1.96	1.08	0.88	1
26	3+048.499	50	1.96	1.08	0.88	1
27	3+204.733	50	1.96	1.08	0.88	1
28	4+073.751	50	1.96	1.08	0.88	1
29	4+144.289	50	1.96	1.08	0.88	1
30	4+267.530	62	1.61	0.88	0.72	1
31	4+324.547	50	1.96	1.08	0.88	1
32	4+383.198	56	1.76	0.97	0.79	1
33	4+472.934	65	1.54	0.85	0.69	1
34	4+598.562	80	1.28	0.7	0.58	0.5
35	4+690.343	51	1.92	1.06	0.86	1
36	4+755.341	50	1.96	1.08	0.88	1
37	4+831.450	58	1.71	0.94	0.77	1
38	5+066.018	75	1.35	0.74	0.61	1
39	5+143.904	60	1.65	0.91	0.74	1
40	5+315.653	60	1.65	0.91	0.74	1

Fuente: Elaboración Propia

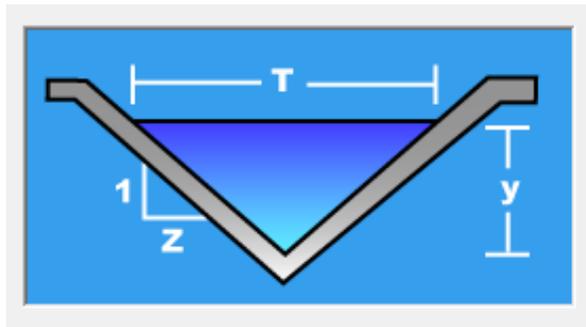
3.2.2. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

3.2.2.1.DISEÑO DE CUNETAS

Secciones Tipo

Esta sección fue diseñada observando las condiciones constructivas bajo las cuales será materializada la misma; en este caso se asume que las cunetas de corte serán construidas al mismo tiempo que el paquete estructural de pavimento, utilizando para este fin una motoniveladora. Por esta razón, la sección tipo adoptada para el diseño es de geometría triangular con taludes asimétricos 1:1 y 1:1

Imagen N°21 Sección Tipo De La Cuneta



- Caudal de diseño (m^3/s)

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

- Ancho superficial

$$T = 2zy$$

Dónde:

A = Area de la cuenca

T = ancho superficial

Q = Caudal (m^3/s)

Y = tirante de nivel de agua

Tabla N° 52 Datos Para Cálculo De Cunetas

a	3	mts	Ancho de Carril
b	0.5	mts	ancho de berma
C1	0.9		coeficiente de escorrentía de la calzada
C2	0.3		coeficiente de escorrentía del terreno
I	257.68	mm/h	intensidad de lluvia

Fuente: Elaboración Propia

Caudal de diseño

PROGRESIVA		Longitud	A1	A2	Cp	Q
Inicio	Final	(m)	(km ²)	(km ²)		(m ³ /s)
4+934.5	5+268.1	333.6	0.00117	0.01551	0.34	0.408

Diseño de la cunetas

N°	Progresivas		Coef. rugosidad [n]	Caudal [m ³ /s]	DISEÑO				
					Pendiente [m/m]	Tirante	Tirante	Espejo de agua (m)	Velocidad [m/seg]
						Calculado (m)	asumido (m)		
1	4+934.5	5+268.1	0.013	0.408	0.0850	0.289	0.30	0.60	3.364

Tabla N° 53 Planilla De Cunetas

PROGRESIVA		Longitud (m)	Lado	Tirante (m)	Espejo de agua (m)
Inicio	Final				
0+000	0+030	30	Derecho	0.3	0.6
0+030	0+300	270	Ambos Lados	0.3	0.6
0+300	0+330	30	Izquierda	0.3	0.6
0+330	0+470	140	Ambos Lados	0.3	0.6
0+470	0+520	50	Izquierda	0.3	0.6
0+500	0+820	320	Ambos Lados	0.3	0.6
0+840	0+920	80	Ambos Lados	0.3	0.6
0+920	0+990	70	Izquierda	0.3	0.6
0+990	1+320	330	Ambos Lados	0.3	0.6
1+320	1+360	40	Izquierda	0.3	0.6
1+360	1+400	40	Ambos Lados	0.3	0.6
1+400	1+540	140	Izquierda	0.3	0.6
1+540	1+640	100	Ambos Lados	0.3	0.6
1+640	1+760	120	Izquierda	0.3	0.6
1+760	1+900	140	Ambos Lados	0.3	0.6
1+900	1+980	80	Izquierda	0.3	0.6
2+180	2+320	140	Ambos Lados	0.3	0.6
2+320	2+370	50	Izquierda	0.3	0.6
2+370	2+500	130	Ambos Lados	0.3	0.6
2+500	2+560	60	Izquierda	0.3	0.6
2+560	2+600	140	Ambos Lados	0.3	0.6
2+600	2+640	40	Izquierda	0.3	0.6
2+710	2+840	150	Ambos Lados	0.3	0.6
2+840	2+980	140	Izquierda	0.3	0.6
2+980	3+440	460	Ambos Lados	0.3	0.6
3+440	3+460	20	Izquierda	0.3	0.6
3+480	3+640	160	Ambos Lados	0.3	0.6
3+640	3+680	40	Izquierda	0.3	0.6
3+680	3+780	100	Ambos Lados	0.3	0.6
3+780	3+840	60	Izquierda	0.3	0.6
3+840	3+960	120	Ambos Lados	0.3	0.6
3+960	4+020	60	Izquierda	0.3	0.6
4+020	4+160	140	Ambos Lados	0.3	0.6
4+160	4+200	40	Izquierda	0.3	0.6
4+200	4+290	90	Ambos Lados	0.3	0.6
4+330	4+420	90	Ambos Lados	0.3	0.6
4+450	4+490	40	Ambos Lados	0.3	0.6

4+490	4+560	70	Izquierda	0.3	0.6
4+560	4+710	50	Ambos Lados	0.3	0.6
4+750	4+850	100	Ambos Lados	0.3	0.6
4+870	5+020	150	Izquierda	0.3	0.6
5+320	5+340	20	Ambos Lados	0.3	0.6
5+360	5+400	40	Izquierda	0.3	0.6

3.2.2.2.ALCANTARILLAS DE ALIVIO

Para el cálculo de las áreas de aporte se tomó un derecho de vía de 50 m. El cálculo de áreas de aporte para las alcantarillas de alivio se representa como:

$$A1=L*(a+b)$$

$$A2= L * (D-b-a)$$

Tabla N° 54 Datos Para El Cálculo De Alcantarillas De Alivio

a	3	m	Ancho de Carril
b	0.5	m	Ancho de berma
C1	0.9		Coefficiente de escorrentía de la calzada
C2	0.3		Coefficiente de escorrentía del terreno
I	288.61	mm/h	Intensidad de lluvia
D	50	m	Derecho de vía
L	-	m	Longitud del área de aporte
A1	-	m ²	Área de la calzada
A2	-	m ²	Área del derecho de vía
Cp	0.34		Coefficiente de escorrentía ponderado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 55 Caudales Para Alcantarillas De Alivio

N°	Ubicación	Progresiva		L (m)	A1 (km ²)	A2 (km ²)	Cp	Q (m ³ /s)
	Progresiva	Inicio	Final					
1	0+034	0+000	0+308.5	308.5	0.00108	0.01435	0.34	0.423
2	0+308.5	0+308.5	0+589	280.5	0.00098	0.01304	0.34	0.385
3	0+589	0+589	0+900	311	0.00109	0.01446	0.34	0.426
4	1+275	0+1220	1+420	200	0.0007	0.0093	0.34	0.274
5	1+533.5	1+420	1+660	240	0.00084	0.01116	0.34	0.329
6	1+752.5	1+680	1+887.7	207.7	0.00073	0.00966	0.34	0.285
7	2+195.6	2+195.6	2+449.7	254.1	0.00089	0.01182	0.34	0.348
8	2+449.7	2+449.7	2+685	235.3	0.00082	0.01094	0.34	0.323
9	2+971.2	2+971.2	3+229.4	258.2	0.0009	0.01201	0.34	0.354
10	3+900	3+990	4+306.7	316.7	0.00111	0.01473	0.34	0.434
11	5+268.1	4+934.5	5+268.1	333.6	0.00117	0.01551	0.34	0.457

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 56 Cálculo De Diámetro De La Alcantarilla De Alivio

N°	Ubicación	Coef. De Rugosidad[n]	Caudal [m3/s]	Pend. [m/m]	Diámetro calculado [m]	Velocidad [m/seg]	Diámetro asumido [m]
1	0+034	0.012	0.423	0.02	0.577	3.24	1
2	0+308.5	0.012	0.385	0.02	0.556	3.164	1
3	0+589	0.012	0.426	0.02	0.578	3.246	1
4	1+275	0.012	0.274	0.02	0.49	2.907	1
5	1+533.5	0.012	0.329	0.02	0.525	3.043	1
6	1+752.5	0.012	0.285	0.02	0.497	2.935	1
7	2+195.6	0.012	0.348	0.02	0.536	3.086	1
8	2+449.7	0.012	0.323	0.02	0.521	3.028	1
9	2+971.2	0.012	0.354	0.02	0.539	3.099	1
10	3+900	0.012	0.434	0.02	0.582	3.261	1
11	5+268.1	0.012	0.457	0.02	0.594	3.304	1

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.3.DISEÑO DE ALCANTARILLAS DE CRUCE

Cálculo De Tiempos De Concentración

PROGRESIVA 0+978	
ALCANTARILLA # 1	
Área (km2)	0.059
Perímetro (km)	1.009
Longitud del rio (km)	0.28
Cota más alta (msnm)	2128.6
Cota más baja (msnm)	2061.7
Desnivel (m)	66.9
pendiente del rio (Sm)	0.238929

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.0451	hr
Giandotti	0.8222	hr
California	0.1497	hr
Ventura y Heras	0.0248	hr
tc promedio	0.486	hr

PROGRESIVA 1+673	
ALCANTARILLA # 2	
Área (km2)	0.02
Perímetro (km)	0.6
Longitud del rio (km)	0.19
Cota más alta (msnm)	2151.8
Cota más baja (msnm)	2078.9
Desnivel (m)	72.9
pendiente del rio (Sm)	0.384

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.027	hr
Giandotti	0.461	hr
California	0.102	hr
Ventura y Heras	0.011	hr
tc promedio	0.282	hr

PROGRESIVA 1+900	
ALCANTARILLA # 3	
Área (km ²)	0.012
Perímetro (km)	0.47
Longitud del río (km)	0.11
Cota más alta (msnm)	2121.77
Cota más baja (msnm)	2080.3
Desnivel (m)	41.47
pendiente del río (Sm)	0.377

PROGRESIVA 02+068	
ALCANTARILLA # 4	
Área (km ²)	0.022
Perímetro (km)	0.64
Longitud del río (km)	0.2
Cota mas alta (msnm)	2145.5
Cota mas baja (msnm)	2082.4
Desnivel (m)	63.1
pendiente del río (Sm)	0.316

PROGRESIVA 2+698	
ALCANTARILLA # 5	
Área (km ²)	0.098
Perímetro (km)	1.22
Longitud del río (km)	0.28
Cota más alta (msnm)	2166.6
Cota más baja (msnm)	2094.1
Desnivel (m)	72.5
pendiente del río (Sm)	0.259

PROGRESIVA 3+270	
ALCANTARILLA # 6	
Área (km ²)	0.046
Perímetro (km)	0.85
Longitud del río (km)	0.35
Cota más alta (msnm)	2236.62
Cota más baja (msnm)	2110.5

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.018	hr
Giandotti	0.575	hr
California	0.067	hr
Ventura y Heras	0.009	hr
tc promedio	0.321	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.03	hr
Giandotti	0.56	hr
California	0.11	hr
Ventura y Heras	0.013	hr
tc promedio	0.335	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.0419	hr
Giandotti	0.9117	hr
California	0.1474	hr
Ventura y Heras	0.0308	hr
tc promedio	0.53	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.044	hr
Giandotti	0.433	hr
California	0.164	hr
Ventura y Heras	0.018	hr
tc promedio	0.299	hr

Desnivel (m)	126.12
pendiente del rio (Sm)	0.36

PROGRESIVA 3+450	
ALCANTARILLA # 7	
Área (km ²)	0.075
Perímetro (km)	1.185
Longitud del rio (km)	0.41
Cota más alta (msnm)	2257.35
Cota más baja (msnm)	2114.65
Desnivel (m)	142.7
pendiente del rio (Sm)	0.348

PROGRESIVA 3+670	
ALCANTARILLA # 8	
Área (km ²)	0.095
Perímetro (km)	1.196
Longitud del rio (km)	0.4
Cota más alta (msnm)	2260.09
Cota más baja (msnm)	2118.44
Desnivel (m)	141.65
pendiente del rio (Sm)	0.354

PROGRESIVA 4+310	
ALCANTARILLA # 9	
Área (km ²)	0.031
Perímetro (km)	0.81
Longitud del rio (km)	0.32
Cota más alta (msnm)	2308.86
Cota más baja (msnm)	2154.6
Desnivel (m)	154.26
pendiente del rio (Sm)	0.482

PROGRESIVA 4+430	
ALCANTARILLA # 10	
Área (km ²)	0.073
Perímetro (km)	1.157

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.05	hr
Giandotti	0.474	hr
California	0.186	hr
Ventura y Heras	0.023	hr
tc promedio	0.33	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.049	hr
Giandotti	0.511	hr
California	0.182	hr
Ventura y Heras	0.026	hr
tc promedio	0.347	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.0365	hr
Giandotti	0.3034	hr
California	0.145	hr
Ventura y Heras	0.0127	hr
tc promedio	0.224	hr

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.043	hr
Giandotti	0.353	hr

Longitud del rio (km)	0.39
Cota más alta (msnm)	2346.04
Cota más baja (msnm)	2159.3
Desnivel (m)	186.74
pendiente del rio (Sm)	0.479

California	0.169	hr
Ventura y Heras	0.02	hr
tc promedio	0.261	hr

PROGRESIVA 4+730	
ALCANTARILLA # 11	
Área (km ²)	0.06
Perímetro (km)	1.1
Longitud del rio (km)	0.34
Cota más alta (msnm)	2289.65
Cota más baja (msnm)	2154.53
Desnivel (m)	135.12
pendiente del rio (Sm)	0.397

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.041	hr
Giandotti	0.436	hr
California	0.157	hr
Ventura y Heras	0.019	hr
tc promedio	0.297	hr

PROGRESIVA 4+860	
ALCANTARILLA # 12	
Área (km ²)	0.095
Perímetro (km)	1.517
Longitud del rio (km)	0.52
Cota más alta (msnm)	2343.9
Cota más baja (msnm)	2152.6
Desnivel (m)	191.3
pendiente del rio (Sm)	0.368

Tiempo de Concentración (hr)		
Autor:	tc	
Chereke	0.059	hr
Giandotti	0.416	hr
California	0.221	hr
Ventura y Heras	0.025	hr
tc promedio	0.318	hr

No se consideró el tiempo de concentración obtenido por la formula Chereke, Ventura y Heras por estar muy disparado con relación a las otras fórmulas. Se sacaron los promedios de las formulas Giandotti y California para obtener el tiempo de concentración promedio

Tabla N° 57 Cálculo Del Caudal De Las Alcantarillas De Cruce

ALC. CRUCE	C	tc (hrs)	i _(tc,T) (mm/h)	A (km ²)	Q _T (m3/seg)
Alcantarilla 1	0.35	0.486	122.61	0.059	0.703
Alcantarilla 2	0.35	0.282	189.74	0.02	0.369
Alcantarilla 3	0.35	0.321	170.76	0.012	0.199
Alcantarilla 4	0.35	0.335	165.2	0.022	0.353
Alcantarilla 5	0.35	0.53	114.47	0.098	1.091
Alcantarilla 6	0.35	0.299	180.97	0.046	0.809
Alcantarilla 7	0.35	0.33	167.11	0.075	1.219
Alcantarilla 8	0.35	0.347	160.6	0.095	1.483
Alcantarilla 9	0.35	0.224	227.66	0.031	0.686
Alcantarilla 10	0.35	0.261	201.82	0.073	1.432
Alcantarilla 11	0.35	0.297	181.98	0.06	1.062
Alcantarilla 12	0.35	0.318	172	0.095	1.589

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 58 Cálculo De Diámetro De La Alcantarilla De Cruce

N°	PROGRESIVAS	CAUDAL [m3/s]	COEF. DE RUGOSIDAD [n]	DISEÑO			
				PEND. [m/m]	DIAMETRO CALCULADO [m]	DIAMETRO ASUMIDO [m]	VELOCIDAD [m/seg]
1	PROGRESIVA 0+978	0.7	0.012	0.02	0.7	1	3.679
2	PROGRESIVA 1+673	0.37	0.012	0.02	0.55	1	3.131
3	PROGRESIVA 1+900	0.2	0.012	0.02	0.43	1	2.684
4	PROGRESIVA 02+068	0.35	0.012	0.02	0.54	1	3.098
5	PROGRESIVA 2+698	1.09	0.012	0.02	0.82	1	4.106
6	PROGRESIVA 3+270	0.81	0.012	0.02	0.74	1	3.811
7	PROGRESIVA 3+450	1.22	0.012	0.02	0.86	1	4.221
8	PROGRESIVA 3+670	1.48	0.012	0.02	0.92	1	4.434
9	PROGRESIVA 4+310	0.69	0.012	0.02	0.69	1	3.656
10	PROGRESIVA 4+430	1.43	0.012	0.02	0.91	1	4.395
11	PROGRESIVA 4+730	1.06	0.012	0.02	0.81	1	4.078
12	PROGRESIVA 4+860	1.59	0.012	0.02	0.95	1	4.51

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.4.LONGITUD DE LAS ALCANTARILLAS

La longitud de las alcantarillas depende del ancho de la calzada del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo, y del ángulo de esviajamiento.

La longitud de las alcantarillas es la suma de los elementos de la sección transversal, como anchos de berma, calzada.

Tabla N° 59 Diámetro Y Longitudes De Alcantarillas De Alivio

N° de alcantarilla de Alivio	Progresiva	Diámetro	longitud
1	0+034	1	8.4
2	0+308.5	1	8.4
3	0+589	1	8.4
4	1+275	1	8.4
5	1+533.5	1	8.4
6	1+752.5	1	8.4
7	2+195.6	1	8.4
8	2+449.7	1	8.4
9	2+971.2	1	8.4
10	3+900	1	8.4
11	5+268.1	1	8.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 60 Diámetro Y Longitudes De Alcantarillas De Cruce

N° de alcantarilla de Cruce	Progresiva	Diámetro	longitud
1	PROGRESIVA 0+978	1	9
2	PROGRESIVA 1+673	1	10.8
3	PROGRESIVA 1+900	1	9.6
4	PROGRESIVA 02+068	1	10.8
5	PROGRESIVA 2+698	1	12
6	PROGRESIVA 3+270	1	10.8
7	PROGRESIVA 3+450	1	9
8	PROGRESIVA 3+670	1	9
9	PROGRESIVA 4+310	1	13.2
10	PROGRESIVA 4+430	1	13.2
11	PROGRESIVA 4+730	1	22.8
12	PROGRESIVA 4+860	1	16.8

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

3.2.3.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el análisis de alternativas fueron consideradas dos opciones, y ambas alternativas mantendrán el trazo del diseño geométrico que tiene una longitud de 5+410 metros.

Alternativa 1

Consiste en el uso de una capa de rodadura de carpeta asfáltica con una vida útil de 15 años

Alternativa 2

Consiste en el uso de un Tratamiento Superficial Doble inicial con una vida útil de 7 años luego un mantenimiento para completar el período de diseño.

3.2.3.2. PERIODO DE DISEÑO

Tabla N° 61 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

El periodo de diseño para este proyecto adoptó un valor de 15 años

3.2.3.3. CÁLCULO DE EJES SIMPLES EQUIVALENTES (ESAL'S)

Se calcula el carril de diseño utilizando la siguiente ecuación:

$$ESALs = TPDA * GF * DD * LD * TF * 365$$

Dónde:

TPD Tránsito promedio diario anual

GF Factor de crecimiento (se lo obtiene de tabla entrando con la tasa de crecimiento)

DD Factor de distribución direccional

LD Factor de distribución por carril

TF Factor de camión

3.2.3.4. CÁLCULO DE LOS ESALS

Tabla N° 62 Cálculo de ESALs

tipo de Vehículo	Carga por Eje (Kips)	Tipo de Eje	Volumen de Tráfico Diario	No. de Ejes	LEFs	No de ESALs
Automóviles, Vagonetas	4	Simple	16	16	0.002	0.032
Camión Mediano	10	Simple	5	5	0.085	0.425
Camión Grandes	38	Tándem	5	10	1.72	17.2
TOTAL			26	31		17.657

$$\text{Factor Camion} = \text{TF} = \frac{\text{No de ESALs}}{\text{No de camiones}}$$

$$\text{TF} = 0.679$$

tipo de Vehículo	Carga por Eje (Kips)	Tipo de Eje	Volumen de Tráfico Diario	Factor de Crecimiento	Tránsito de Diseño	Factor de Camión TF	No de ESALs
Automóviles, Vagonetas	4	Simple	16	26.06	152190.4	0.679	103354.842
Camión Mediano	10	Simple	5	26.06	47559.5	0.679	32298.3881
Camión Grandes	38	Tándem	5	26.06	47559.5	0.679	32298.3881
TOTAL			26				167951.618

$$\text{ESALs de Diseño} = \text{No. de ESALs} * \text{DD} * \text{LD}$$

$$\text{ESALs de diseño} = 83975.80915$$

3.2.3.5. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño del pavimento flexible, según la AASHTO, está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

3.2.3.5.1. MÓDULO DE RESILIENCIA

Dado que no siempre se cuenta con equipos para ejecutar el ensayo de módulo resiliente, es conveniente relacionarlo con otras propiedades de los materiales, por ejemplo, con respecto al CBR.

Tabla N° 63 Resultados de los ensayos de CBR

RESULTADOS DEL CBR			
POZO	PROGRESIVA	SUELO	95%
Pto11	5+000	A-4(1)	29.23
Pto9	4+000	A-2-4(0)	14.14
Pto7	3+000	A-4(2)	9.4
Pto2	0+500	A-1-b(0)	31.3

Fuente: Elaboración Propia

Se utilizarán las siguientes fórmulas para calcular el módulo de resiliencia. MR están en MPa

Para CBR menores a 12 %

$$MR = 17.6 * CBR^{0.64}$$

Tabla N° 64 Relación CBR - MR

RELACIÓN CBR - MR		
POZO	CBR 95%	MR
Pto7	9.4	73.84

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.5.2. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

En los pavimentos flexibles el valor del índice de servicio inicial es de $p_o = 4,2$.

El índice de servicio final p_t depende de la importancia de la carretera, se sugiere para carreteras de mayor tránsito un valor de $p_t \geq 2,5$ y para carreteras de menor tránsito $p_t = 2,0$.

Índices de servicio inicial y final $p_o = 4,2$. $p_t = 2,0$ para el proyecto

3.2.3.5.3. NIVEL DE CONFIANZA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

El nivel de confianza será de 80. El rango de la desviación estándar sugeridos por la AASTHO se encuentran entre los siguientes valores $0.40 \leq S_o \leq 0.50$: el valor adoptado para el proyecto será de 0.45

3.2.3.5.4. COEFICIENTE DE DRENAJE C_d

Tabla N° 65 Coeficientes de drenaje

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más 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
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Los valores de m_2 y m_3 serán = 1

3.2.3.5.5. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL “SN”

El método está basado en el cálculo del Número Estructural “SN” sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén. Para esto se dispone de la ecuación siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Dónde:

W_{18} = Tráfico equivalente o ESAL's.

Z_R = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R

S_0 = Desviación estándar

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante

SN = Número estructural

3.2.3.5.6. DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPAS

La estructura del pavimento flexible está formada por un sistema de varias capas, por lo cual debe dimensionarse cada una de ellas considerando sus características propias.

Los coeficientes estructurales de capa de rodadura, base y sub-base, respectivamente, serán obtenidos de tablas.

$$\mathbf{a1 = 0.44}$$

$$\mathbf{a2 = 0.13}$$

$$\mathbf{a3 = 0.10}$$

Se empleó el software DIPAV 2.1. Para el diseño de pavimentos. Este es un programa de diseño de pavimentos basado en la Guía de Diseño AASHTO – 93.

Los resultados de este programa para la carpeta asfáltica le se presentan a continuación:

DISEÑO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DEL TRAMO BORDO EL MOLLAR – JURINA

Imagen N°22 Datos Para Diseño Del Tratamiento Superficial

The screenshot shows the 'DIPAV 2.1' software interface. The 'TSD' module is active, and the 'Diseño de Espesor de Capas' tab is selected. The following data is entered:

- Serviciabilidad Inicial (Po): 4.2
- Serviciabilidad Final (Pt): 2
- Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)(KPa) - (psi): 73,840 KPa (10,709.59 psi)
- Confiabilidad (R)(%): 80
- Desviación Estándar (So): 0.45
- Número de Ejes Equivalentes ESALS: 83,975.81
- Número de Etapas de Construcción: 1
- Número Estructural (mm) - (pulg): 47 (1.85)

Buttons for 'Calcular' and 'Borrar todo' are visible at the bottom left.

Imagen N°23 Resultados Del Tratamiento Superficial

The screenshot shows the 'DIPAV 2.1' software interface displaying the results of the design. The 'Diseño Especificado' tab is selected, showing a table with the following data:

Nombre de Capa	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de Drenaje (mi)	Módulo de Elasticidad (kPa)	Espesor Especificado (mm)	Espesor Calculado (mm)	Número Estructural (mm)	Espesor Asumido (mm)
TSD	0.2	1	300,000		157	31	25
Capa Base	0.13	1	190,000		64	8	150
Capa Sub Base	0.11	1	110,000		63	7	250

At the bottom of the window, the following values are displayed:

- Número Estructural Alcanzado: 52
- Número Estructural Requerido: 47

A 'Verificar' button is located at the bottom left.

DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA DEL TRAMO BORDO EL MOLLAR – JURINA Imagen N°24 Datos Para Diseño Carpeta Asfáltica

proyecto jurina

Flexible | Módulo | ESALs | **Diseño de Espesor de Capas** | Gráfico

Serviciabilidad Inicial (Po)

Serviciabilidad Final (Pt)

Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)(KPa) - (psi) KPa psi

Confiabilidad (R)(%)

Desviación Estándar (So)

Número de Ejes Equivalentes ESALs

Número de Etapas de Construcción

Número Estructural (mm) - (pulg)

SN

ESALs

Imagen N°25 resultados de carpeta asfáltica

proyecto jurina

Flexible | Módulo | ESALs | **Diseño de Espesor de Capas** | Gráfico

Diseño con Verificación por Capas | **Diseño Especificado**

Nombre de Capa	Coefficiente Estructural (ai)	Coefficiente de Drenaje (mi)	Módulo de Elasticidad (kPa)	Espesor Especificado (mm)	Espesor Calculado (mm)	Número Estructural (mm)	Espesor Asumido (mm)
carpeta	0.44	1	450,000		72	31	50
base	0.13	1	190,000		64	8	100
sub base	0.11	1	110,000		63	7	150

Número Estructural Alcanzado

Número Estructural Requerido

**RESUMEN DE ESPESORES PAQUETE ESTRUCTURAL DEL TRAMO
BORDO EL MOLLAR – JURINA**

TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE (mm)	
Tratamiento Superficial	25
Base	150
Sub base	250

CARPETA ASFALTICA (mm)	
Carpeta Asfáltica	50
Base	100
Sub base	150

Se analizó cada una de las Alternativas y considerando el análisis económico, los aspectos técnicos y de acuerdo a las necesidades de la zona. Dando como resultado la alternativa 1 como la más viable.

3.3.PRESUPUESTO DEL PROYECTO

3.3.1. CÓMPUTOS MÉTRICOS

C Ó M P U T O S M É T R I C O S					
1 TRABAJOS PREVIOS					
ITEM : 1 INSTALACIÓN DE FAENAS					
Progr.					Volumen [Glb]
De	a				
0+000	5+410				1.00
					1.00
ITEM : 2 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS					
Progr.					Volumen [Glb]
De	a				
0+000	5+410				1.00
					1.00
ITEM : 3 REPLANTEO Y TRAZADO DEL CAMINO					
Progr.					Volumen [Km]
De	a				

0+000	5+410				5.41
					5.412
ITEM : 4 DESBROCE Y LIMPIEZA DERECHO DE VIA					
Progr.		Ancho	Largo	Largo Tramo	Volumen [Has]
De	a	m	m	m	
0+000	5+410	10	5,412.0	5,412.0	5.412
					5.412
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
ITEM : 5 EXCAVACION C/MAQ EN TERRENO COMUN (C/TRANSP < 300 MTS.)					
Progr.		Long. Prom.	Volumen		Volumen [m3]
De	a	km	m3		
0+000	5+410	5410	48240.23		48240.23
					48,240.23
ITEM : 6 SOBRECARRERO					
Progr.		Long. Prom.	Volumen		Volumen [m3k]
De	a	km	m3		
0+000	5+410	1	43861.73		43,861.7
					43,861.7
ITEM : 7 CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN					
Progr.		Longitud	Volumen		Volumen [m3]
De	a	m	m3		
0+000	5+410	5410	4,378.50		4,378.500
					4,378.500
3 PAVIMENTACIÓN					
ITEM : 8 CONFORMACIÓN DE CAPA SUB BASE					
Progr.		Ancho	Alto	Largo	Volumen [m3]
De	a	[m]	[m]	[m]	
0+000	5+410	7.00	0.15	5,410.0	5,680.5
					5,680.5
ITEM : 9 CONFORMACIÓN DE CAPA BASE					
Progr.		Ancho	Alto	Largo	Volumen [m3]
De	a	[m]	[m]	[m]	
0+000	5+410	7.00	0.10	5,410.0	3,787.0

					3,787.0
ITEM : 10 IMPRIMACION BITUMINOSA					
Progr.		Ancho		Largo	Volumen [m2]
De	a	[m]		[m]	
0+000	5+410	7.00		5,410.0	37,870.0
					37,870.0
ITEM : 11 CARPETA ASFALTICA E=5 CM					
Progr.		Ancho	Alto	Largo	Volumen [m3]
De	a	[m]	[m]	[m]	
0+000	5+410	6.00	0.05	5,410.0	1,623.0
					1,623.0
ITEM : 12 TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA BERMA					
Progr.		Cantidad	Ancho	Largo	Volumen [m2]
De	a	#	[m]	[m]	
0+000	5+410	2.00	0.50	5,410.0	5,410.0
					5,410.0
4 OBRAS DE DRENAJE Y COMPLEMENTARIAS					
ITEM : 13 TRAZADO Y REPLANTEO DE ALCANTARILLAS					
Alcantarilla	Progr.	Sección	Longitud	Volumen [pza]	
			[m]		
Alcantarilla de alivio					
1	0+034	1.00	8.4	1.0	
2	0+308.5	1.00	8.4	1.0	
3	0+589	1.00	8.4	1.0	
4	1+275	1.00	8.4	1.0	
5	1+533.5	1.00	8.4	1.0	
6	1+752.5	1.00	8.4	1.0	
7	2+195.6	1.00	8.4	1.0	
8	2+449.7	1.00	8.4	1.0	
9	2+971.2	1.00	8.4	1.0	
10	3+900	1.00	8.4	1.0	
11	5+268.1	1.00	8.4	1.0	
					11.0
Alcantarilla de cruce					
1	0+978	1.00	9.00	1.0	
2	1+673	1.00	10.80	1.0	
3	1+900	1.00	9.60	1.0	
4	02+068	1.00	10.80	1.0	
5	2+698	1.00	12.00	1.0	
6	3+270	1.00	10.80	1.0	

7	3+450	1.00	9.00	1.0	
8	3+670	1.00	9.00	1.0	
9	4+310	1.00	13.20	1.0	
10	4+430	1.00	13.20	1.0	
11	4+730	1.00	22.80	1.0	
12	4+860	1.00	16.80	1.0	
				12.0	
				23.0	
ITEM : 14 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR					
Obra de Arte	Progr.	Diametro	Desnivel	Longitud	Volumen [m3]
				[m]	
1	0+034	1.00	1.53	8.4	12.9
2	0+308.5	1.00	1.45	8.4	12.2
3	0+589	1.00	1.7	8.4	14.3
4	1+275	1.00	1.7	8.4	14.3
5	1+533.5	1.00	1.7	8.4	14.3
6	1+752.5	1.00	1.7	8.4	14.3
7	2+195.6	1.00	1.7	8.4	14.3
8	2+449.7	1.00	1.7	8.4	14.3
9	2+971.2	1.00	1.7	8.4	14.3
10	3+900	1.00	0.7	8.4	5.9
11	5+268.1	1.00	0	8.4	0.0
				130.8720	
1	0+978	1.00	1.8	9.00	16.20
2	1+673	1.00	1.3	10.80	14.04
3	1+900	1.00	1.3	9.60	12.48
4	2+068	1.00	1.9	10.80	20.52
5	2+698	1.00	0.2	12.00	2.40
6	3+270	1.00	1.4	10.80	15.12
7	3+450	1.00	1.2	9.00	10.80
8	3+670	1.00	1.16	9.00	10.44
9	4+310	1.00	0.45	13.20	5.94
10	4+430	1.00	0.7	13.20	9.24
11	4+730	1.00	0	22.80	0.00
12	4+860	1.00	0	16.80	0.00
				117.18	
				248.1	
ITEM : 16 PROVISION Y COLOCACION DE TUBOS DE H°A° D=1000 MM					
Obra de Arte	Progr.	Diametro [m]	Longitud	Volumen [ml]	
			[m]		
alcantarilla de alivio					
1	0+034	ø = 1	8.4	8.40	
2	0+308.5	ø = 1	8.4	8.40	

3	0+589	$\phi = 1$	8.4	8.40
4	1+275	$\phi = 1$	8.4	8.40
5	1+533.5	$\phi = 1$	8.4	8.40
6	1+752.5	$\phi = 1$	8.4	8.40
7	2+195.6	$\phi = 1$	8.4	8.40
8	2+449.7	$\phi = 1$	8.4	8.40
9	2+971.2	$\phi = 1$	8.4	8.40
10	3+900	$\phi = 1$	8.4	8.40
11	5+268.1	$\phi = 1$	8.4	8.40
alcantarilla de cruce				
1	0+978	$\phi = 1$	9	9.00
2	1+673	$\phi = 1$	10.80	10.80
3	1+900	$\phi = 1$	9.60	9.60
4	02+068	$\phi = 1$	10.80	10.80
5	2+698	$\phi = 1$	12	12.00
6	3+270	$\phi = 1$	10.8	10.80
7	3+450	$\phi = 1$	9	9.00
8	3+670	$\phi = 1$	9	9.00
9	4+310	$\phi = 1$	13.2	13.20
10	4+430	$\phi = 1$	13.2	13.20
11	4+730	$\phi = 1$	22.8	22.80
12	4+860	$\phi = 1$	16.8	16.80
				239.4

ITEM : 17 HORMIGON CICLOPEO PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR					
Alcantarilla	Cantidad		Vol.	Volumen [m3]	
	#		[m3]		
$\phi = 1$	11		4.2		46.2
$\phi = 1$	12		2.07		24.8
					71.04
ITEM : 18 RELLENO Y COMPACTADO PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR					
Obra de Arte	Progr.	Diametro	excavacion	Longitud	Volumen [m3]
				[m]	
1	0+034	1.00	1.53	8.4	5.5
2	0+308.5	1.00	1.45	8.4	5.5
3	0+589	1.00	1.7	8.4	5.5
4	1+275	1.00	1.7	8.4	5.5
5	1+533.5	1.00	1.7	8.4	5.5
6	1+752.5	1.00	1.7	8.4	5.5
7	2+195.6	1.00	1.7	8.4	5.5
8	2+449.7	1.00	1.7	8.4	5.5
9	2+971.2	1.00	1.7	8.4	5.5
10	3+900	1.00	0.7	8.4	5.5
11	5+268.1	1.00	0	8.4	5.5
					60.1

1	0+978	1.00	1.8	9.00	5.9
2	1+673	1.00	1.3	10.80	7.0
3	1+900	1.00	1.3	9.60	6.2
4	02+068	1.00	1.9	10.80	7.0
5	2+698	1.00	0.2	12.00	7.8
6	3+270	1.00	1.4	10.80	7.0
7	3+450	1.00	1.2	9.00	5.9
8	3+670	1.00	1.16	9.00	5.9
9	4+310	1.00	0.45	13.20	8.6
10	4+430	1.00	0.7	13.20	8.6
11	4+730	1.00	0	22.80	14.8
12	4+860	1.00	0	16.80	10.9
					95.55
					155.6
ITEM : 19 CUNETA REVESTIDA MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRUTA					
Progr.	Filas	lado 1	lado 2	Largo	Volumen
De	#	[m]	[m]	[m]	[m]
5+410	1	0.67	0.67	8400	8,400.0
					8,400.0

ITEM : 20 SEÑALIZACION HORIZONTAL BLANCAS E=0.12 M					
Progr.		Cantidad		Longitud	Volumen [ml]
De	a	#		m	
0+000	5+410	2.00		5,410.0	10,820.0
					10,820.000
ITEM : 21 SEÑALIZACION HORIZONTAL AMARILLAS E=0.12 M					
Tipo de Linea		Cantidad		Longitud	Volumen [ml]
=====		#		m	
Doble Continua		2.00		2,690.0	5,380.0
Simple	300/800	1.000		2,720.0	2,720.0
Discontinua					
					8,100.0
ITEM : 22 SEÑALIZACION VERTICAL PREVENTIVA					
Tipo de Señal			Volumen		
Bordo el mollar jurina			[Pza]		
preventiva			10.0		
					10.000
ITEM : 23 SEÑALIZACION VERTICAL INFORMATIVA					
Tipo de Señal			Volumen		
Bordo el Mollar			[Pza]		

Jurina			
Señal informativa			2.0
			2.000

3.3.2. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis de precios unitarios para los diferentes ítems de construcción que se definieron en el presente proyecto, se desarrolló teniendo en cuenta tres componentes específicos: Materiales, Mano de Obra y Equipo. Para cada componente se consideraron los Gastos Generales, Utilidades e Impuestos.

A continuación se desglosa todos los componentes que influyen en el análisis de precios unitarios

3.3.2.1.MATERIALES

Es el primer componente que tiene su importancia en la estructura de costos, su magnitud y cantidad dependen de la definición técnica y las características propias de cada uno de los materiales que integran el ítem.

3.3.2.2.MANO DE OBRA

La mano de obra, se halla condicionada a dos factores:

- El precio que pagan por ella o salario.
- El tiempo de ejecución de la unidad de obra o rendimiento y a tres sistemas de trabajo, a jornal, a contrato y destajo.

Los costos indirectos de la mano de obra se calculan basados en varios criterios, englobados en las cargas sociales, que incluyen rubros como: aportes, vacaciones, licencias y enfermedad, días efectivamente trabajados, costos de campamento y alimentación. Todas estas incidencias fueron convertidas en días efectivamente pagados y en porcentajes de incidencia que sirvieron para determinar los factores de mayoración correspondientes.

Tabla N°66 Categorización del Mercado Local para la Mano de Obra Destinada a la Construcción

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	JORNALES (BS.)
No calificada		
1	<i>Peón</i>	86
2	<i>Ayudante</i>	100
3	Contramaestro	150
4	<i>Maestro</i>	156
Calificada		
5	<i>Especialista</i>	156
6	<i>Operador equipo</i>	130
7	<i>Operador equipo</i>	160
8	<i>Capataz</i>	170
9	<i>Técnico</i>	176

3.3.2.3.CARGAS SOCIALES

Las cargas sociales relacionadas con la mano de obra se dividen en dos categorías:

- Cargas de aplicación directa (inmediata)
- Cargas de aplicación diferida

Las cargas de aplicación directa comprenden los aportes que efectúa el empleador al sistema del seguro social y a los beneficios que recibe el empleado de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

Las cargas de aplicación diferida se refieren a los compromisos que el empleador asume con el empleado, en forma voluntaria o forzosa, de acuerdo a circunstancias especiales como: rescisión del contrato de trabajo, días no trabajados por feriados, licencias, y otros.

Para el cálculo de las cargas sociales se confeccionó primero la Tabla siguiente que muestra el precio de la mano de obra, expresado en bolivianos este precio son los que se presentan en las revistas de la cámara de la construcción y se añadió el costo de la alimentación considerando el precio de almuerzo desayuno y cena.15bs, 10bs y 5bs

respectivamente sumando el costo diario y dividiendo entre 8 horas laborales obtenemos 3.75 bs que serán añadidos a los precios horarios finales.

Tabla N°67 Precio Promedio de la Mano de Obra en el Mercado Local

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>	<i>Jornal (Bs.)</i>	<i>Precio Horario(Bs)</i>	<i>Precio Horario + Alimentación red.</i>
1	Peón	86	10.75	14.50
2	Ayudante	100	12.50	16.25
3	Contramaestro	150	18.75	22.50
4	Maestro	156	19.50	23.25
5	Especialista	156	19.50	23.25
6	Operador equipo liviano	130	16.25	20.00
7	Operador equipo pesado	160	20.00	23.75
8	Capataz	170	21.25	25.00
9	Técnico	176	22.00	25.75

3.3.2.3.1. CARGAS DE APLICACIÓN DIRECTA

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los aportes a entidades según Ley 1732

Tabla N°68 Aportes a Entidades

DESCRIPCIÓN	PATRONAL	LABORAL
Caja nacional de salud	10%	
Fondo de Vivienda	2%	
AFP	2%	12.50%
INFOCAL	1%	
TOTAL	15%	12.50%

3.3.2.3.2. CARGAS DE APLICACIÓN DIFERIDA

La incidencia por inactividad se la calcula de acuerdo al tipo de obra, en el caso de carreteras, las incidencias son mayores, debido a las imposibilidades y factores que impiden un buen desarrollo de la obra. A continuación se presenta el cálculo de los Días al año sin producción y los jornales cancelados al año.

Tabla N° 69 Incidencia de Inactividad

DESCRIPCIÓN	DÍAS SIN PRODUCCIÓN	JORNALES PAGADOS
Domingos	52	52
Feridos	9	9
Vacación	15	15
Enfermedad	3	3
Ausencias justificadas	4	4
Ausencias injustificadas	2	
Lluvias	4	4
Día de Constructor	1	1
TOTAL	90	88
Días efectivamente Pagados	365-90=	275 días
Jornales Abonados	275+88=	363 días
Incidencia de Inactividad	363/275=	1.32
INACTIVIDAD	32.00%	

3.3.2.3.3. INCIDENCIA POR SUBSIDIOS

A partir del 1 de enero de 1993 en cumplimiento a las previsiones contenidas en el artículo 2do. Del D. S. No. 23410 del 16 de febrero de 1993, que modifica la cuantía del salario mínimo nacional, los subsidios, prenatal, natalidad, lactancia y sepelio, cuya obligación está a cargo de la empresa o los empleadores, según lo dispuesto por el D. S. 21637 en su art. 25 de junio de 1987 deben considerarse dentro de la estructura de costos.

Tabla N° 70 Incidencia por Subsidios

SUBSIDIO	MONTO BS.	PERIODO (mes)	TOTAL A CANCELAR
Prenatal	1440	5	7200
Natalidad	1440	1	1440
Lactancia	1440	12	17280
Sepelio	1440	1	1440
Totales		19	27360

Para el análisis de la incidencia de los subsidios, es necesario determinar el costo mensual promedio de la mano de obra, para dicho efecto determinaremos el jornal o

salario promedio ponderado mensual, en base a los precios vigentes en el mercado y pesos ponderados para carreteras.

Tabla N°71 Salario Ponderado Mensual

OCUPACIÓN	SALARIO DIARIO	SALARIO MENSUAL	PROMEDIO PONDERADO	SALARIO PONDERADO
Peón	86	2580	13.19	340
Ayudante	100	3000	15.34	460
Albañil	150	4500	23.01	1035
Especialista	156	4680	23.93	1120
Maquinista	160	4800	24.54	1178
TOTAL		19560	100	4133

Es necesario determinar el número de trabajadores de planta para un proyecto, considerando 80 obreros de los cuales el 8% tienen derecho a los subsidios excepto sepelio donde se asume un 4%, con estos datos determinamos el porcentaje de incidencia de los subsidios.

Tabla N° 72 Porcentaje de Inversión Anual en Subsidios

SUBSIDIO	PORCENTAJE	FORMULA DE	MONTO
		CÁLCULO	ANUAL Bs.
Prenatal	8%	$0.08*60*1440*5$	34560
Natalidad	8%	$0.08*60*1440*1$	6912
Lactancia	8%	$0.08*60*1440*12$	82944
Sepelio	4%	$0.04*60*1440*1$	3456
TOTAL			127872
Datos:			
Salario Promedio Mensual	4133	Bs.	
Número de obreros	60	Obreros	
Tiempo	12	meses	
$4133*60*12$	2975760	Bs/año	
$127872/2975760$	4.29%	Subsidio	

3.3.2.3.4. INCIDENCIA POR SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE

En la Ley General del Trabajo, existe la LEY GENERAL DE HIGIENE, SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR (Decreto Ley N° 16998 del 2 de agosto de 1979), la cual recomienda la utilización de implementos de seguridad.

Las Cámaras Departamentales de la Construcción así como la Cámara Boliviana, han realizado estudios al respecto recomendando por lo general se aplique al precio de la mano de obra:

Tabla N° 73 Incidencia por Seguridad Industrial

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	FORMULA DE CÁLCULO	TOTALES
Botas de Agua	15	80	18*80/60	20
Guante de Cuero	120	7	180*7/60	14
Guantes de Plástico	60	4	60*4/60	4
Ropa de Trabajo	60	80	60*80/60	80
Cascos	60	25	30*25/60	25
Cinturones de Seguridad	12	30	12*30/60	6
Botiquín	2	500	2*500/60	16.67
Anteojos	18	40	18*40/60	12
TOTAL				177.67
Incidencia Promedio mensual	$177.67/12=$	14.81	Bs/Obrero-mes	
Equivalente a :	14.81/4133	0.36%	Seguridad Industrial	

Finalmente, se presenta en el siguiente cuadro, el resumen de la incidencia total de los beneficios sociales sobre el salario básico:

3.3.2.3.5. PORCENTAJES TOTALES

DESCRIPCIÓN	PORCENTA
Aportes a Entidades	27.50%
Incidencia de Inactividad	32.00%
Incidencia por Subsidios	4.29%
Seguridad Industrial e Higiene	0.36%
Porcentaje de Beneficios	64.15%

Por lo tanto se adopta el 65 % de incidencia, por beneficios sociales sobre el salario básico.

3.3.2.4.MAQUINARIA Y EQUIPO

Para seleccionar el equipo y la maquinaria a utilizar en la construcción del proyecto, se toman en cuenta la potencia, capacidad de trabajo y condiciones de operabilidad del equipo.

3.3.2.4.1. RENDIMIENTO DE EQUIPOS.

El rendimiento de los equipos, se entiende como la cantidad de unidades a producirse en una cierta tarea y en un tiempo determinado, por lo general en una hora de trabajo.

3.3.2.5. INCIDENCIAS EN LA ESTRUCTURA DEL PRECIO UNITARIO

Al margen de los Beneficios Sociales que fueron analizados precedentemente, la estructura del precio unitario contiene otros porcentajes de incidencia que hacen la totalidad real del precio de la actividad.

3.3.2.5.1. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MENORES

Por lo general para este rubro, se adoptan un porcentaje de la mano de obra teniéndose como racional el 5% dependiendo de la actividad.

3.3.2.5.2. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

Otro de los porcentajes con el que se mayor el Precio Unitario es el de los Gastos Generales, este considera todos los gastos operacionales indirectos como ser los administrativos, seguros, garantías, etc. Los Consultores afectaron a los Precios unitarios con un factor de gastos generales y administrativos de 10 % del costo parcial del ítem, y que se desglosa a continuación:

Tabla N° 74 Resumen de Incidencias por Gastos Generales.

Incidencia por documentación de pliego	0.06%
Incidencia de preparación de propuesta	0.48%
Incidencia por documentos legales	0.19%
Incidencia por garantías y seguros	2.04%
Incidencia por preparación de oficina	2.68%
Incidencia por administración de obras	2.41%
Incidencia por movilización y	1.06%
Incidencia por gestión de riesgos	1.08%

TOTAL GASTOS GENERALES 10%

3.3.2.5.3. UTILIDADES

Es el beneficio que busca la empresa en la realización de las obras, y por consiguiente su fijación en porcentaje es difícil de determinar. Normalmente se suele utilizar el valor del 10% del Costo parcial del Ítem (Costo Parcial más Gastos Generales) y ese es el referente que se utiliza en el presente Proyecto

3.3.2.5.4. INFLUENCIA DEL IVA

La influencia del Impuesto al Valor Agregado afecta la estructura del Precio Unitario con un 14.94% del costo de Mano de Obra, puesto que los precios de materiales utilizados en la estructura de la planilla ya incluyen este Impuesto.

3.3.2.5.5. INFLUENCIA DEL IT

Los Impuestos a las Transacciones, tienen su incidencia en la estructura del Precio Unitario con un 3.09% del costo del Subtotal de la actividad.

3.3.3. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	COSTO
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.	TRABAJOS PREVIOS					
1	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1.00	28,752.67	28,752.67	
2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	29,636.27	29,636.27	
3	REPLANTEO Y TRAZADO DEL CAMINO	KM	5.41	1,708.61	9,247.01	
4	DESBROCE Y LIMPIEZA	HAS	5.41	1,925.43	10,420.42	
	SUBTOTAL TRABAJOS PREVIOS					78,056.37
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
5	EXCAVACION C/MAQ EN TERRENO COMUN (C/TRANSP < 300 MTS.)	M3	48,240.23	36.48	1,759,562.39	
6	SOBREACARREO	M3K	43,861.73	11.90	521,910.73	
7	CONFORMACION DE TERRAPLEN	M3	4,378.50	46.09	201,796.31	
	SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS					2,483,269.42
3.	PAVIMENTACION					
8	CONFORMACION DE CAPA SUB BASE	M3	5,680.50	136.94	777,904.71	
9	CONFORMACION DE CAPA BASE	M3	3,787.00	165.58	627,062.82	
10	IMPRIMACION BITUMINOSA	M2	37,870.00	18.26	691,316.85	
11	CARPETA ASFALTICA E=5 CM	M3	1,623.00	2,332.16	3,785,095.68	
12	TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA BERMA	M2	5,410.00	26.31	142,347.92	
	SUBTOTAL PAVIMENTACION					6,023,727.98

4.	OBRAS DE DRENAJE Y COMPLEMENTARIAS					
13	TRAZADO Y REPLANTEO DE ALCANTARILLAS	PZA	23.00	165.07	3,796.52	
14	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR	M3	248.05	50.67	12,569.54	
15	PROVISION Y COLOCACION DE TUBOS DE HºAº D=1000 MM	ML	239.40	1,581.21	378,540.72	
16	HORMIGON CICLOPEO PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR	M3	71.04	772.99	54,913.49	
17	RELLENO Y COMPACTADO PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR	M3	155.61	77.29	12,027.56	
18	CUNET A REVESTIDA MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRUTA	ML	8,400.00	129.72	1,089,681.60	
	SUBTOTAL OBRAS DE DRENAJE Y COMPLEMENTARIAS					1,551,529.43

5.	SEÑALIZACION					
19	SEÑALIZACION HORIZONTAL BLANCAS E=0.12M	ML	10,820.00	5.42	58,601.12	
20	SEÑALIZACION HORIZONTAL AMARILLAS E=0.12 M	ML	8,100.00	5.67	45,886.50	
21	SEÑALIZACION VERTICAL PREVENTIVA	PZA	10.00	1,106.39	11,063.92	
22	SEÑALIZACION VERTICAL INFORMATIVA	PZA	2.00	1,802.11	3,604.23	
	SUBTOTAL SEÑALIZACION					119,155.77
						10,255,738.97

El precio del camino Bordo el Mollar Jurina es de **10255738.97** (diez millones doscientos cincuenta y cinco mil setecientos treinta y ocho 97/100 bolivianos)

4. CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el proyecto se concluye lo siguiente.

- El diseño geométrico del tramo Bordo el Mollar - Jurina tiene un longitud de 5410 metros, un ancho de calzada de 6 metros, bermas de 0.5 metros, y la pendiente máxima del camino es de 8,49%.
- De acuerdo al diseño de obras de arte, en el camino se presentan tanto alcantarillas de alivio como de cruce. El número de alcantarillas de alivio es de 11 las alcantarillas de cruce es de 12 con un diámetros de ambas alcantarillas es de 1 metros. También se calculó la longitud de cunetas revestidas que es de 8400 metros.
- Según el estudio de tráfico vehicular realizado, se determinó el número de ESALs, en función a la proyección de tráfico que se obtuvo para el año 2032 (15 años a partir del año en que la carretera entrará en funcionamiento) este número de ESALs es de 89460.94
- Se diseñó el paquete estructural de pavimento Flexible, usando el software DIPAV 2.1, y se obtuvo los siguientes resultados:

CARPETA ASFALTICA (mm)	
Carpeta Asfáltica	50
Base	100
Sub base	150

- Se realizó el cálculo de los cómputos métricos, precios unitarios para así poder determinar presupuesto del camino Bordo el Mollar – Jurina, dando como resultado el precio del camino es de 10255738.97 de bolivianos.
- El precio por kilómetro del camino es de 1895700.365 de bolivianos

4.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda tener precaución en el cálculo de los ESALs. ya que este valor tiene una gran importancia para en el diseño del paquete estructural del camino Bordo el Mollar - Juina.
- Se recomienda que si el tramo presenta, distintos tipos de suelos, entonces se deberá realizar mayores estudios a estos suelos para así conocer con mayor precisión las características de la zona de proyecto.
- Tener cuidado en la elección de los parámetros de diseño geométrico y estructural del asfaltado del tramo Bordo el Mollar - Jurina ya que afectará en el costo del proyecto.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

1. Carlos Crespo Villalaz. Vías de Comunicación, Camino, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos
2. Manual de Diseño Geométrico. Administradora Boliviana de Carreteras ABC.
3. Manual de Dispositivos de Control de Tráfico. Administradora Boliviana de Carreteras ABC.
4. Manual del Diseño de pavimentos y software DIPAV 2.0. Instituto boliviano de Cemento y el Hormigón
5. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M.Das
6. Texto guía de la asignatura de Impacto Ambiental. Rodolfo Molina
7. Hidráulica de Canales. Máximo Villon
8. Revista de Presupuesto y Construcción