

1.1.-INTRODUCCIÓN.

Se entiende por diseño de Ingeniería de un camino vecinal, a la realización de toda la parte técnica como los estudios previos, el diseño Geométrico el diseño Estructural las obras de drenaje y su correspondiente análisis de costos de dicho camino, aplicando todos los conocimientos científicos adquiridos en aula y llevándolos a cabo a la realización real de un proyecto de Ingeniería para la construcción de una vía de comunicación o sistema carretero, cumpliendo normativas y parámetros de diseño establecidos por un órgano rector en este caso la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras).

En Tarija se vienen ejecutando varios proyectos de diseño de ingeniería de caminos que incluyen aperturas, mejoramientos, recapamientos, pavimentados y otros relacionados a la construcción de vías de comunicación. En la Provincia Avilés, específicamente en el Municipio Uriondo, en los últimos años la Gobernación del Dpto. de Tarija Sección Uriondo es la encargada de llevar a cabo la construcción y ejecución de caminos vecinales en todo el municipio, pero la falta de infraestructura caminera en el Municipio es evidente, puesto que varias comunidades se ven afectadas por una serie de cortes de caminos ocasionando pérdidas agrícolas y pecuarias por estos cortes del camino, dicho problema viene agravándose de manera progresiva, produciendo impactos negativos en la economía de la zona y por ende frena el desarrollo de este Municipio.

El autor quiere realizar el Diseño de Ingeniería para el camino vecinal Huayco Grande-Puesto Tunal perteneciente al Municipio de Uriondo presentando la adecuación del diseño geométrico sobre la vía existente , y presentando 2 alternativas de capa de rodadura y presupuesto como alternativas de solución al problema de falta de infraestructura vial de la zona, donde las normativas a seguir serán las estipuladas por la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras) para dicho Diseño de Ingeniería.

La realización de este Diseño de Ingeniería es importante puesto que brindará una vía caminera accesible, segura y transitable durante los 365 días del año ya que la

existencia o no de una vía de comunicación transitable en cualquier época del año, es un factor preponderante para el desarrollo, la presentación de alternativas de infraestructura vial para el camino vecinal Huayco Grande-Puesto Tunal también es importante porque se presentaran alternativas de tipos de rodadura y las correspondientes obras de arte, además este Diseño de Ingeniería, es muy importante para el desarrollo de las comunidades beneficiarias puesto que ayudara a los comunarios de la zona a contar con una infraestructura caminera adecuada y necesaria para lograr comercializar su producción, como así también el fácil acceso a los insumos y servicios.

1.2.-JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

Se decide realizar el Diseño de Ingeniería por la necesidad que tienen estas 2 comunidades y las familias que están asentadas sobre el tramo de contar con un camino cómodo y confiable para poder sacar sus productos y comercializarlos en la ciudad. Para ello se decide realizar el diseño de ingeniería aplicando todos los conocimientos científicos adquiridos en aula y llevándolos a cabo a la realización real de un proyecto para la construcción de una vía de comunicación o sistema carretero, cumpliendo normativas y parámetros de diseño establecidos por un órgano rector en este caso la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras). Para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan estas comunidades.

1.3.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.3.1.-Situación Problemática.

En la provincia Avilés la Gobernación del Departamento de Tarija –Sección Uriondo viene ejecutando varias obras de apertura, mejoramiento y asfaltado de varias vías camineras que permiten la integración de la provincia. Las comunidades de Huayco Grande y de Puesto Tunal se integran a través de un camino vecinal que es utilizado por los comunarios para traer sus productos a comercializarlos a la ciudad de Tarija y además proveerse de productos de primera necesidad, pero la vía presenta

la necesidad de pavimentarse y de adecuar el camino actual (rodadura de piedra), a un diseño geométrico donde sus características técnicas relacionadas con el alineamiento vertical y horizontal, ancho de plataforma, drenaje precarios y otras características se encuentren con las normas técnicas de carreteras en Bolivia. Además otro problema que se presenta es la polvareda y la tierra que dejan los vehículos en algunos sectores del tramo y que son un perjuicio para los mismos vehículos que circulan por la carretera y para los comunarios de la zona que se ven afectados por esto, otra justificación para el diseño de ingeniería de esta vía es que las carreteras adyacentes a esta son parte de la red municipal de la provincia Avilés por el tramo Tarija-Chocloca-Chaguaya (tramo asfaltado) y también para la integración de las provincias Cercado y Avilés por el tramo Tarija-Tolomosa-Pampa Redonda-Camacho (tramo en proceso de construcción), por estos motivos se tiene la necesidad de presentar alternativas de diseño de Ingeniería para el camino vecinal Huayco Grande y Puesto Tunal (progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+914)

1.3.2.- Problema.

¿Será que el diseño de Ingeniería para el camino vecinal Huayco Grande-Puesto Tunal (progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+914) ayudara a mejorar las condiciones de la vía existente?

1.4.-ALCANCE DEL DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA.-

Para la realización de este proyecto involucra toda la parte de diseño de ingeniería(topografía, estudio de suelos, trafico , diseño geométrico, diseño estructural diseño de sus obras de arte menores, cómputos métricos precios unitarios presupuesto general de la obra y las especificaciones técnicas)

En el **Capítulo I Introducción** se presenta la introducción, la justificación del proyecto, situación problemica, problema, objetivos del proyecto(Objetivo general, objetivos específicos)

En el **Capítulo II Diseño de Ingeniería** se muestra la ubicación, los estudios previos (topografía, estudio de suelos, trafico , diseño geométrico, diseño estructural diseño de

sus obras de arte menores, cálculos métricos precios unitarios presupuesto general de la obra y las especificaciones técnicas).

En el **Capítulo III** se presenta las conclusiones y recomendaciones y la bibliografía utilizada para la realización de este proyecto.

1.5.-OBJETIVOS DE PROYECTO

1.5.1. Objetivo General.

Realizar el diseño de Ingeniería para 7.914 Km del tramo municipal Huayco Grande-Puesto Tunal, adecuando el trazo a la vía existente y presentando 2 alternativas de diseño estructural (Pavimento flexible y tratamiento superficial doble), con la finalidad de garantizar la fluidez del tráfico vehicular con circulación cómoda y segura.

1.5.2.- Objetivos Específicos.

- Realizar un análisis previo de las características de la zona como lo es en la ubicación, el clima, etc.
- Realizar los estudios previos al diseño (Topografía, hidrología, estudio de suelos y tráfico)
- Realizar el diseño geométrico adecuando el trazo a la vía existente.
- Diseñar el paquete estructural para pavimento Flexible y tratamiento superficial doble por el método de AASTHO.
- Diseñar las obras de drenaje para el tramo(Cunetas, alcantarillas)
- Realizar un análisis de costo para el Diseño Geométrico y Estructural, con su correspondiente análisis de precios unitarios y sus especificaciones técnicas.

1.6.- HIPÓTESIS.

Si realizamos el análisis de alternativas de diseño de Ingeniería para 7.914 Km del tramo Huayco Grande-Puesto Tunal, entonces podremos definir la mejor alternativa de diseño Geométrico y Estructural para la carpeta de rodadura de este tramo.

1.6.1.-Identificación de Variables

V (Variable Independiente): Las alternativas de diseño Estructural.

V (Variable Dependiente): Diseño final de ingeniería de un tramo vecinal que une 2 comunidades.

1.6.2.-Variable Independiente

Las alternativas de diseño geométrico y estructural de estas alternativas se escogerá la mejor las viable económicamente de acuerdo al estudio previo que se realizara como el estudio de tráfico, topográfico y también viendo lo que es el tema social (Número de familias beneficiadas).

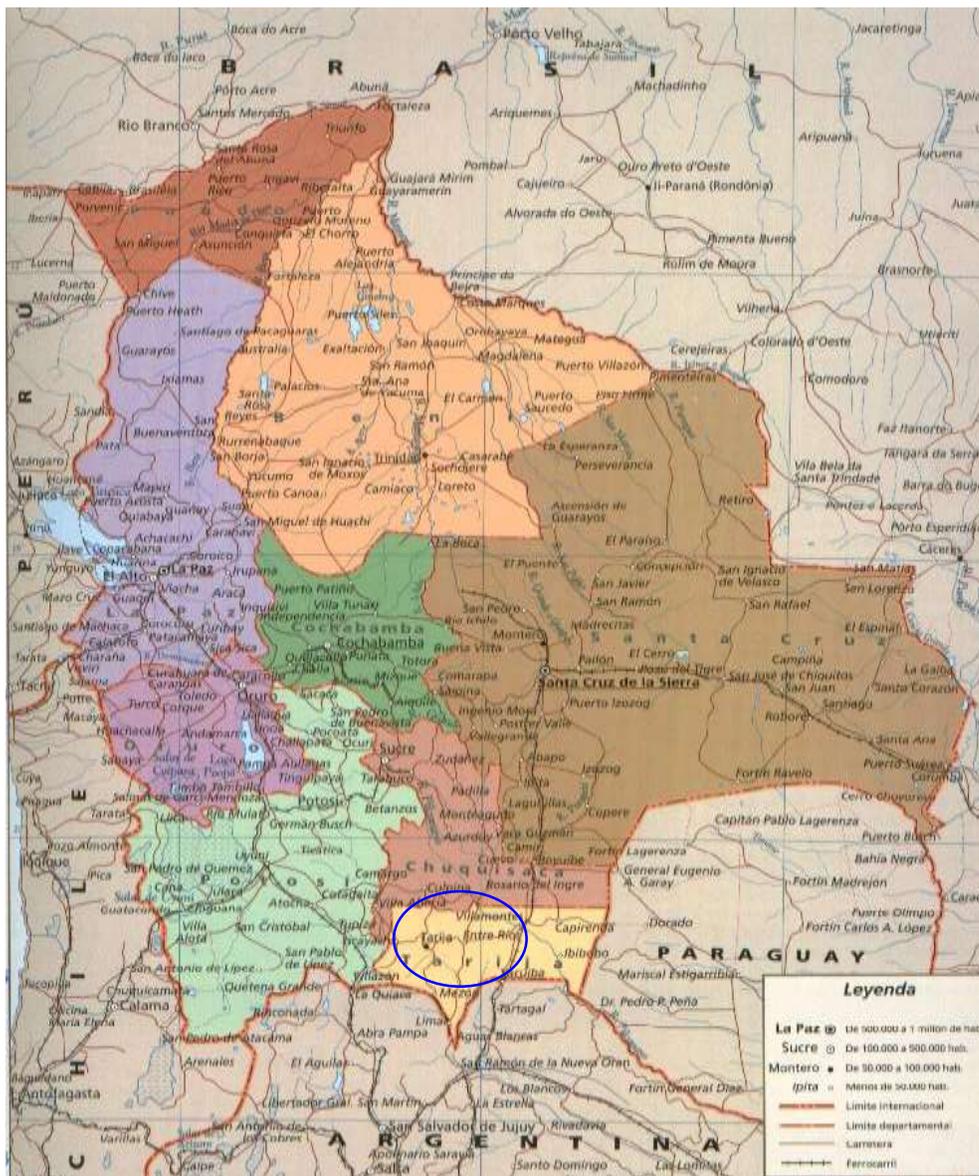
1.6.3.- Variable Dependiente.

Diseño final de ingeniería de un tramo vecinal que une 2 comunidades este diseño de ingeniería ayudara a mejorar este tramo puesto que este solo funciona una cierta época del año puesto que en temporadas de lluvia no se puede transitar, y la gente que está ubicada en el transcurso de este tramo tiene que sacar sus productos en animales cargueros hasta la comunidad de Huayco Grande o a la comunidad de Puesto Tunal para posteriormente trasladarlo hasta la ciudad de Tarija.

2.-UBICACIÓN DEL PROYECTO.-

El proyecto se encuentra ubicado en el Municipio de Uriondo de la provincia Avilés del Departamento de Tarija a 14 kilómetros del Valle de concepción, ver mapa geográfico de localización del proyecto en el contexto nacional y regional. La localización se muestra en los mapas geográficos que se presentan a continuación:

2.1.1.-Localización en la Macro región



2.1.2.-Localización en la Micro región





2.1.3.- Ubicación satelital.-



2.2.-CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO.

- ✓ La zona cuenta con un clima semiárido fresco con una temperatura media anual de 17.5 °C que varía en temperaturas medias anuales de entre 16 y 20 °C y precipitaciones más abundantes de (600mm anuales).
- ✓ Las lluvias son mayormente de origen orográfico siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes de sur este, estas presentan precipitaciones altas en la zona montañosa aspectos que se pueden observar en los mapas.

2.2.1.-Servicios Básicos Existentes

➤ Servicios agua potable

El agua en gran parte es insalubre lo que provoca enfermedades intestinales y parasitas, que son las principales causas de mortalidad, en las comunidades cuenta con un sistema de agua por cañería.

➤ Servicio de alcantarillado.

En ninguna de las Comunidades que serán beneficiadas se cuenta con sistemas de alcantarillado sanitario, sin embargo, algunas familias cuentan con pozos ciegos o cámaras sépticas, que son los medios más usados para eliminar excretas.

➤ Servicios de electricidad

En las comunidades que serán beneficiadas con el proyecto no cuentan con este servicio, ya que los comunarios se recurren a paneles solares, mecheros y lámparas que funcionan a gas y combustible.

➤ Servicios de educación

La comunidad de Puesto Tunal solo cuenta con nivel inicial hasta 5to básico la comunidad de Huayco Grande su unidad educativa cuenta con su nivel inicial hasta 8vo de primaria.

➤ Servicios de salud.

Las comunidades beneficiadas no cuentan con servicio de salud o puesto de salud ya que estos bajan hasta la comunidad de Chocloca para ser atendidos.

2.3.- ESTUDIOS PRELIMINARES.-

2.3.1.-Estudio Topográfico.-

2.3.1.1.-Trabajo de campo.-

Para el presente proyecto ya se contó con los datos topográficos puesto que fue facilitada por la **GOBERNACION del DEPARTAMENTO de TARIJA SECCION URIONDO**. (Ver anexo1)

En dicha topografía se pudo constatar que el levantamiento topográfico fue ejecutado siguiendo las recomendaciones de la Administradora Boliviana de Carreteras ABC. con una franja de terreno de 20 metros de ancho como mínimo a cada extremo.

2.3.1.2.-Trabajo de gabinete.-

Los datos topográficos facilitados por la GOBERNACION de TARIJA SECCION URIONDO han sido procesados en gabinete y además se cuenta con programas software de apoyo AUTOCAD CIVIL 3D, para generar superficies perfiles y otros (Los cuales se mostrara en el anexo planos)

2.3.1.2.1.- Planillas de coordenadas.-

Es donde se representan todos los puntos del levantamiento topográfico (N,X,Y,Z,D,) con las cuales se grafica en el terreno, con la ayuda del programa AUTOCAD CIVIL 3D la misma se mostrara en anexo 1 topografía planilla de coordenadas.

A continuación se muestra la planilla resumen de BM de la topografía que fue facilitada por la Gobernación del Departamento de Tarija sección Uriondo.

En la misma se detalla la cota la descripción de cada BM.

Tabla 2.1: Resumen de BM

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA(m)	DESCRIPCION
1	7595485	315509,9	1913.26	BM -11
2	7595477	315502	1913.26	BM F
3	7594803	314918	1916.32	BM-19
4	7594783	314934	1914.41	BM K
5	7594400	314138	1960.54	BM L
6	7594388	314135	1959.51	BM-20
7	7593829	313474	1936.21	BM-21
8	7593514	313030	1899.44	BM-22
9	7593516	312970	1902.11	BM-23
10	7593276	311812,03	1934.43	BM-25
11	7593679	310070	1960.71	BM-26
12	7593770	309836	1989.33	BM-27
13	7593771	309830,9	1989.33	BM N

Fuente (Elaboración propia)

2.3.2.-Estudio Hidrológico.-

El estudio hidrológico es de suma importancia porque con estos datos podemos diseñar las diferentes obras de arte como alcantarillas puentes cunetas, etc.

2.3.2.1.-Análisis pluviométrico.

El análisis pluviométrico se realizó en base de los datos disponibles de la estación de Chochoca que cuenta con registros de hasta 33 años, proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Aunque la estación patrón será la de ASSANA (Aeropuerto Tarija) por ser la estación pluviométrica más completa con la que se cuenta, de la cual se obtuvieron los siguientes datos. (Ver Anexo #2 Estudio hidrológico)

Tabla. 2.2: Datos Pluviométricos

ESTACIÓN	CHOCLOCA
N° DE DATOS	27
MEDIA (hd)	45,38
DESV. (Sd)	13
MODA (Ed)	39,53
CARÁCTERÍSTICA(kd)	0,59

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.2.2.-Determinacion de intensidades.

2.3.2.2.1.- Determinación de la altura de lluvia máxima

Para la determinación de intensidades primero calculamos la **altura de lluvia máxima diaria para un determinado periodo de retorno** para ello se calcula con la siguiente expresión

Gumbell Modificado.

$$h_{dT} = E_D \cdot (1 + K_D \cdot \text{Log}T) \quad (\text{Ec.2.1})$$

Donde:

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

ED = Moda (mm).

KD = Característica de la distribución.

T = Periodo de retorno (años).

$$ED = 39,53$$

$$KD = 0,59$$

La altura de lluvia máxima diaria para diferentes periodos de retorno se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla. 2.3: Altura de Lluvias Máximas

T (años)	hdT (mm)
10	62.869
25	72.157
50	79.183
100	86.209
500	102.522
1000	109.548

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.2.2.2.-Altura de lluvias máximas inferiores a las 24 hrs. y mayores a 2 hrs.

Para el cálculo de la altura de lluvias máximas se la realizo con la siguiente expresión.

$$h_{IT} = E_D \cdot \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \cdot (1 + K_D \cdot \text{Log}T) \quad (\text{Ec.2.2})$$

Adoptando: $\alpha = 2$ $\beta = 0,2$

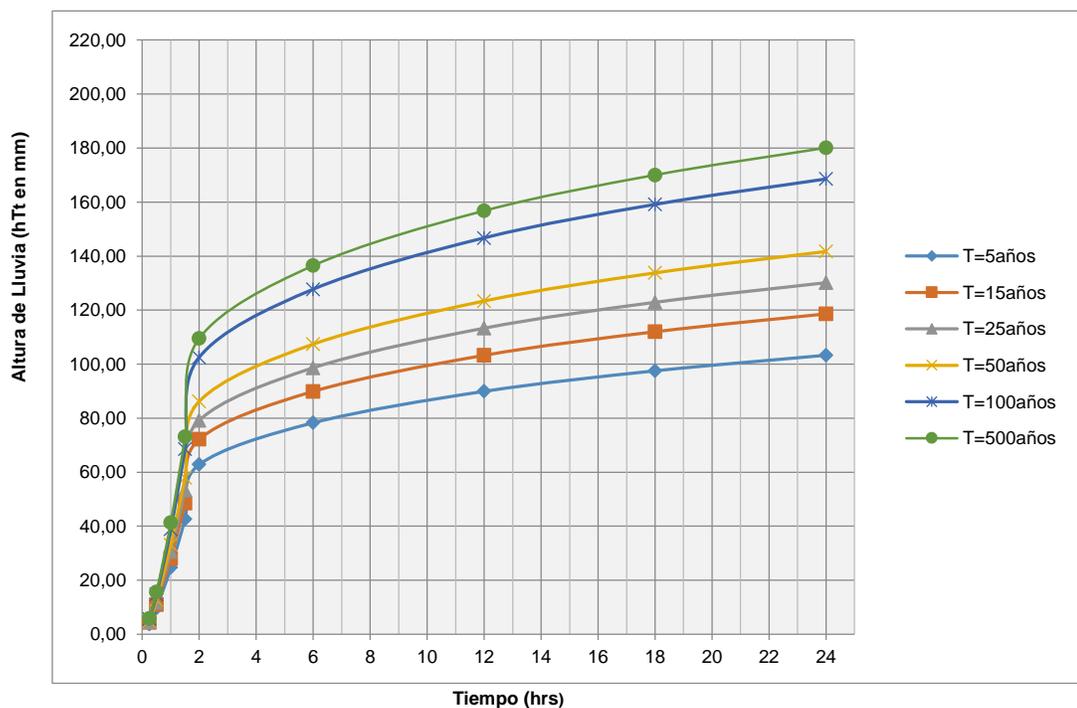
Datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla (Tabla #2.3). Para posteriormente graficar lo que son las curvas precipitación- intensidad frecuencia.

Tabla. 2.4: Periodos de Duración de Lluvias en Horas (t)

Periodo de retorno (años)	Periodos de duración de lluvias en horas (t)								
	10	30	60	90	120	360	720	1080	1440
	min	min	min	min	min	min	min	min	min
	0,16	0,5	1	1,5	2	6	12	18	24
10	2,09	9,70	24,69	42,65	62,87	78,32	89,96	97,56	103,34
25	2,36	11,00	28,07	48,56	72,16	89,89	103,25	111,98	118,61
50	2,48	11,83	30,60	53,35	79,18	98,64	113,31	122,88	130,16
100	2,64	12,73	33,12	57,96	86,21	107,39	123,36	133,78	141,71
500	3,01	14,77	38,91	68,56	102,52	127,71	146,71	159,10	168,52
1000	3,16	15,64	41,39	73,14	109,55	136,47	156,76	170,00	180,07

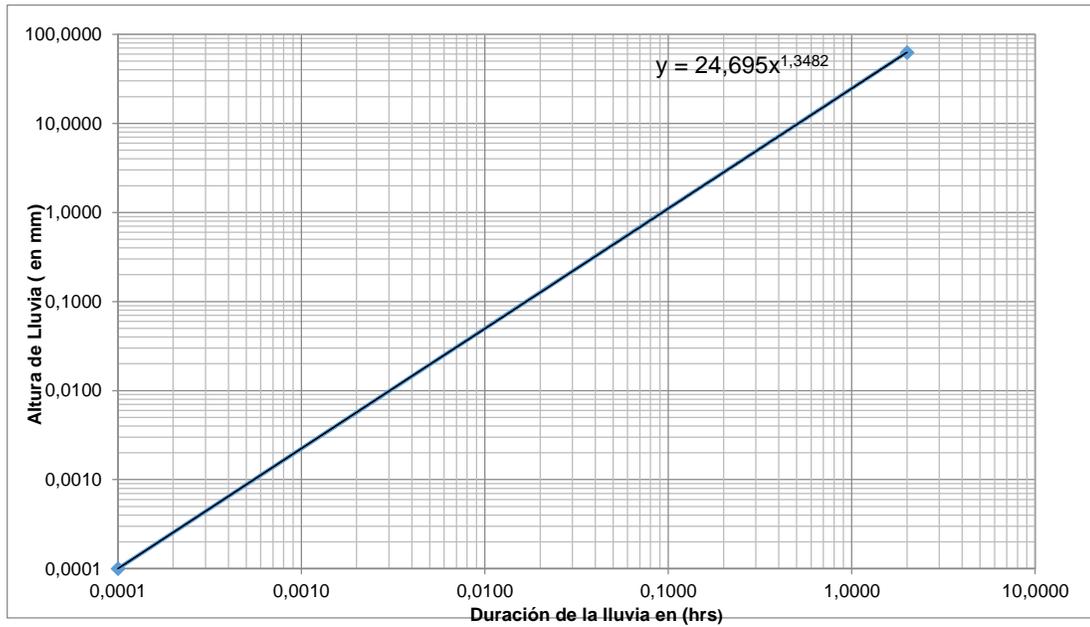
Fuente:(Elaboración propia)

CURVAS PRECIPITACIÓN - INTENSIDAD - FRECUENCIA

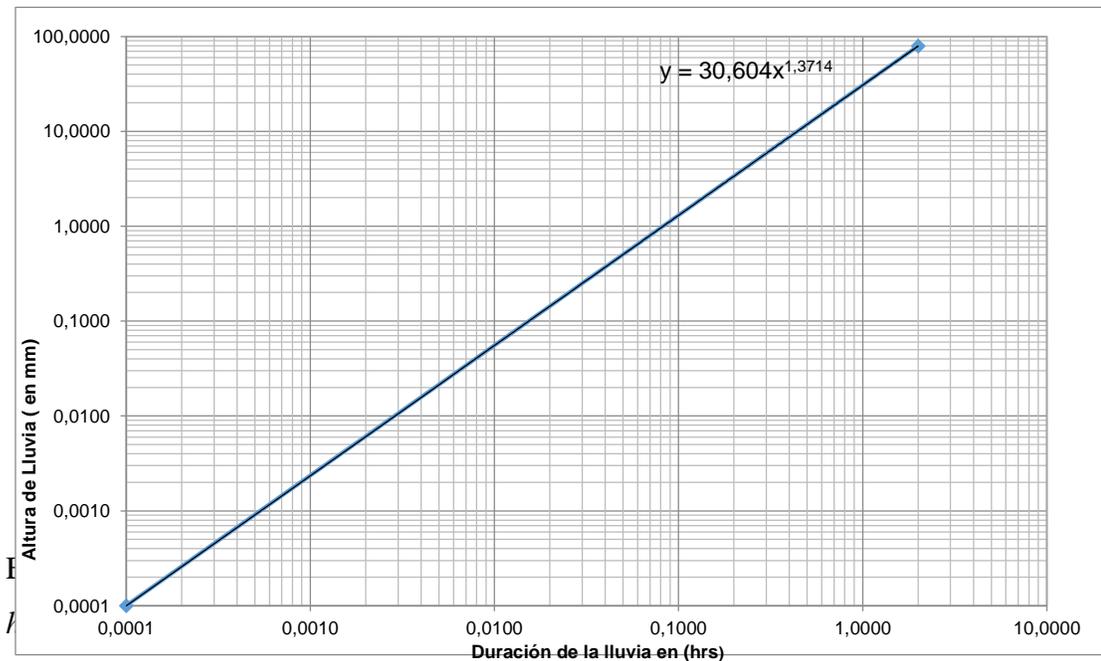


2.3.2.2.3.-Para lluvia menores a 2 horas se empleó el método gráfico.

**MÉTODO GRÁFICO DE LLUVIA MENORES A 2 HORAS
PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS**



**MÉTODO GRÁFICO DE LLUVIA MENORES A 2 HORAS
PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS**



2.3.2.2.4.- Intensidades máximas para periodos de duración menores a 24 horas.

De las curvas anteriormente mencionadas calculamos las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno.

Tabla. 2.5: Intensidades de lluvias

<i>Periodo de retorno (años)</i>	<i>Intensidades de Lluvias</i>								
	<i>0,16</i>	<i>0,5</i>	<i>1</i>	<i>1,5</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>18</i>	<i>24</i>
10	13,05	19,40	24,69	28,43	31,43	13,05	7,50	5,42	4,31
25	14,73	21,99	28,07	32,38	36,08	14,98	8,60	6,22	4,94
50	15,50	23,66	30,60	35,57	39,59	16,44	9,44	6,83	5,42
100	16,51	25,45	33,12	38,64	43,10	17,90	10,28	7,43	5,90
500	18,80	29,55	38,91	45,71	51,26	21,29	12,23	8,84	7,02
1000	19,74	31,28	41,39	48,76	54,77	22,74	13,06	9,44	7,50

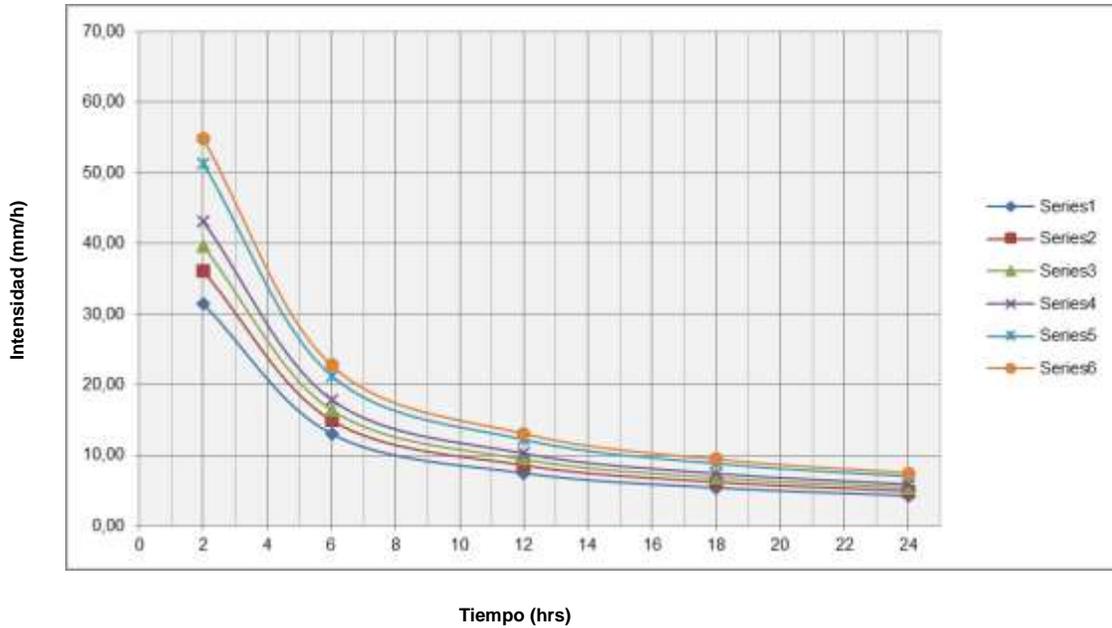
Fuente: (Elaboración propia)

2.3.2.2.5.- Curvas intensidad, duración y frecuencia.

Las curvas intensidad duración no son más que la intensidad en (mm/h) vs tiempo de duración en (hr).

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

CURVAS PRECIPITACIÓN - INTENSIDAD - FRECUENCIA



2.3.2.2.6.-Calculo del tiempo de concentración de la cuenca.

Para el tiempo de concentración se lo realizaron por diferentes métodos los cuales mostramos a continuación.

Kirpich: $tc = 0.06626 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.385}$ $tc = 1,1610$ hrs

Temez: $tc = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.35}}\right)^{0.76}$ $tc = 3,5535$ hrs

Chereque: $tc = \left[0.871 * \frac{L^3}{H} \right]^{0.385}$ tc= 1,1628 hrs

California: $tc = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$ tc= 1,1565 hrs

Ventura y Heras: $tc = 0.05 \sqrt{\frac{A}{S}}$ tc= 1,1646 hrs

Se adoptó como el tiempo de concentración de la cuenca el promedio de los distintos métodos, descartando aquel que se dispara mucho que es Temez y Giandotti:

tc = 1.161 hrs

3.2.2.7.-Calculo de la intensidad máxima.

$$i = \frac{h_{iT}}{t}$$

Tabla 2.6: Intensidad de Precipitación en los 10 min. De Máxima Concentración:

Periodo de Retorno T (años)	htT Altura de Lluvia en (mm)	"imax" Intensidad Maxima (mm/hr)
10	2,21	13,24
25	2,49	14,94
50	2,62	15,74
100	2,79	16,76
500	3,18	19,10
1000	3,34	20,07

Fuente: (Elaboración propia)

El periodo de retorno fue seleccionado de la tabla 1.2-2 PERIODO DE RETORNO PARA DISEÑO de la Administradora Boliviana de Carreteras (Pag-1-3)

Según esta tabla nos dice para diseño del drenaje de plataforma (cunetas) debemos tomar un periodo de retorno de 10 años para el diseño de alcantarillas debemos tomar un periodo de retorno de 50 años. Para el presente proyecto se utilizo un periodo de retorno de 50 años para las cunetas y para las alcantarillas como podemos observar en la tabla 2.6 no hay una diferencia considerable en la intensidad maxima esto para tener una mayor seguridad para el posterior calculo de las obras de drenaje.

2.3.3.-Estudio Geotécnico.-

El estudio geotécnico se basa en conocer las características y la calidad de los suelos que constituyen el perfil de la subrasante natural, basándose en el conocimiento del tipo de suelos a lo largo del trazado, su caracterización, su clasificación, y la determinación de las propiedades físicas y mecánicas, para determinar las condiciones geotécnicas de los materiales que constituyen la mencionada subrasante, aptitud resumida en el conocimiento de la relación entre la variación de la resistencia a la penetración de un suelo (CBR), y su capacidad de soporte como base de sustentación para la implementación de pavimentos flexibles o tratamiento superficiales.

2.3.3.1.-Muestreo.

2.3.3.1.1.-Procedimiento.-

Se realizaron los apiques de donde las muestras han sido tomadas de la carretera cada **500 m, de la carretera, hasta el final del tramo donde se obtuvieron 16 muestras.**

Todas las muestras obtenidas en campo han sido llevadas al laboratorio para los ensayos correspondientes: Granulometría, Límites de Atterberg, Compactación T-180, CBR.

Tabla. 2.7: Muestreo

NUMERO DE MUESTRA	PROGRESIVA
Muestra #1	0+000,
Muestra #2	0+500,
Muestra #3	1+000,
Muestra #4	1+500,
Muestra #5	2+000,
Muestra #6	2+500,
Muestra #7	3+000,
Muestra #8	3+500,
Muestra #9	4+000,
Muestra #10	4+500,
Muestra #11	5+000,
Muestra #12	5+500,
Muestra #13	6+000,
Muestra #14	6+500,
Muestra #15	7+000,
Muestra #16	7+914,

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.3.2.-Trabajo de laboratorio.

La relación de ensayos de laboratorio es la siguiente:

- Determinación de humedad natural según ASTM D-2216-71
- Distribución granulométrica de los materiales constitutivos del suelo, mediante la vía del tamizado según ASTM D-422-63
- Establecimiento de los límites de consistencia o los límites de Atterberg:
- Límite líquido según ASTM D-423-66

- Límite plástico según ASTM D-424-59
- Índice de plasticidad
- Clasificación de los suelos, adoptando el sistema internacional AASHTO y el Sistema de Clasificación Unificado. SUCS
- Determinación del grado de compactación mediante el ensayo Proctor T 180, para conocer las relaciones de:
 - Densidad máxima
 - Humedad óptima
- Determinación de la capacidad de soporte (California Bearing Ratio) CBR. Programada, tomando como nivel de referencia una agrupación de los resultados de clasificación de los suelos investigados, en la etapa de laboratorio. (Ver anexo#3)

2.3.3.2.1.- Determinación de humedad natural del suelo.

2.3.3.2.1.1.-Procedimiento.-

Para determinar el contenido de humedad de las diferentes muestras obtenidas en campo primero se pesó una muestra de suelo+ capsula para luego llevar la muestra al horno pasada las 24 horas se pesó la muestra obteniendo un peso seco, la diferencia entre el peso del suelo húmedo y el suelo seco es el peso del agua, después de obtener estos datos se utiliza la siguiente formula.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de agua contenida en la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

2.3.3.2.2.-Granulometria.

2.3.3.2.2.1.-Procedimiento.-

La granulometría es obtener la distribución porcentual de los tamaños de partículas que conforman un suelo. Para ello se utilizó un juego de tamices que tienen un tamaño de abertura graduado establecidos por las normas ASTM y AASHTO, en donde se obtuvo los pesos retenidos en cada tamiz para luego realizar posteriores cálculos en gabinete como la curva granulométrica. Para la distribución de los pesos retenidos en la siguiente tabla se muestra el cálculo que se realizó para una muestra de suelo obtenida en la zona de estudio.

Para la granulometría primeramente sacamos la humedad higroscópica de la muestra para posteriormente realizar la granulometría.

Primero se pesa una muestra de 5000gr luego de le resta el peso del agua para posteriormente hacer pasar por los diferentes tamices y pesar lo retenido en cada tamiz para luego sacar el peso retenido acumulado, para posteriormente sacar el porcentaje que pasa de cada tamiz para luego graficar la curva granulométrica.

A continuación mostramos una tabla que se utilizó para la granulométrica correspondiente a un suelo A-4-2(0) que es uno de los tipo de suelos del tramo en estudio (ver anexo 3)

Tabla. 2.8: Granulometría

Tamiz ASTM	Tamaño (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado		% Que Pasa del Total
			(gr)	(%)	
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	59,90	59,90	1,21	98,79
1"	25,4	80,00	139,90	2,82	97,18
3/4"	19,05	29,00	168,90	3,41	96,59
1/2"	12,7	70,60	239,50	4,83	95,17
3/8"	9,53	10,50	250,00	5,04	94,96
N° 4	4,75	130,00	380,00	7,66	92,34
N° 10	2,00	291,50	671,50	13,54	86,46

Fuente: (Elaboración propia)

Pasa Tamiz N°10

Pasa Tamiz N°10 Seco

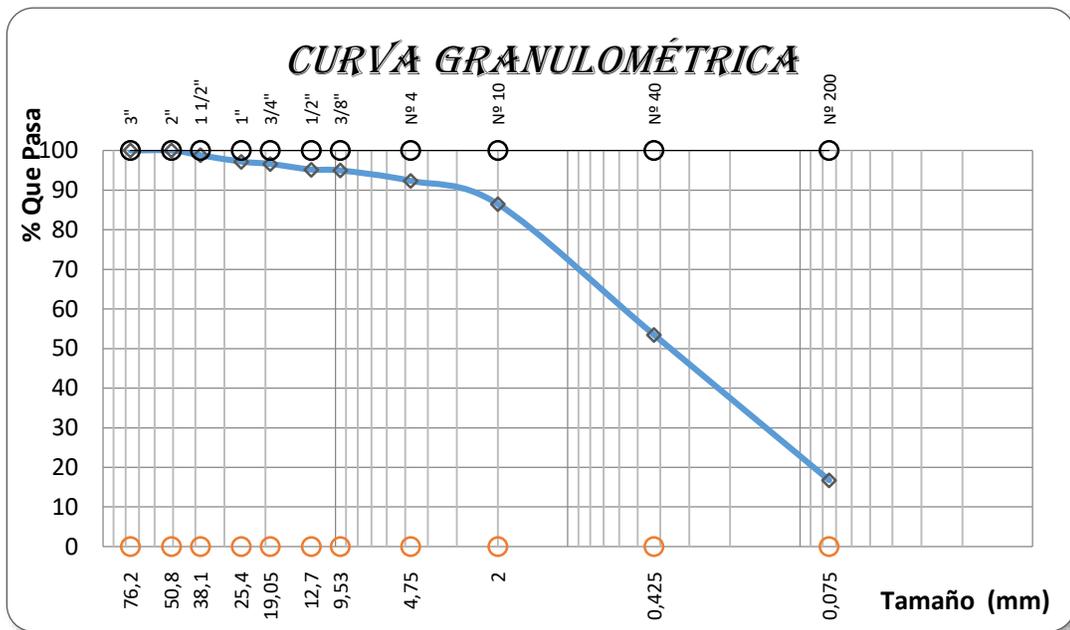
Humedo (gr.) = 300

(gr.) =

Tamiz ASTM	Tamaño (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso retenido acum.	% Que pasa del Total
			(gr)	
N° 40	0,43	113,50	113,50	38,20
N° 200	0,075	126,10	239,60	80,64

A continuación mostramos una curva granulométrica correspondiente a un suelo A-4-2(0) que es uno de los tipo de suelos del tramo en estudio (ver anexo 3)

Curva granulométrica del suelo A-2-4(0)



D 60 = 0,58 mm. D 30 = 0,15 mm. D 10 = 0 mm.

2.3.3.2.3.-Límites de Atterberg.

Para el cálculo de los límites debemos tomar en cuenta donde se presenta la plasticidad

-Plásticos (suelos finos, arcillas)

-No plásticos (suelos gruesos, gravas y arenas)

- **Límite líquido.-** Es el contenido de humedad(%) que presenta un suelo cuando a los 25 golpes del aparato Casagrande, se cierra la abertura hecha por el ranulador que se encuentra normalizado.
- **Límite plástico.-** Es el contenido de humedad (%), que tiene el suelo cuando el mismo empieza a producir grietas y desmoronamientos, al construir con la mano pequeños cilindros de 3mm de diámetro.

2.3.3.2.3.1.-Procedimiento Limite Líquido.-

Para el cálculo del límite líquido primero se tamizó una muestra en el tamiz N° 40 que posteriormente se procedió a humedecer hasta que esta tenga una contextura de mantequilla que posteriormente se coloca al aparato casa grande y se hace una ranulacion y se procedió con los 25 golpes hasta que la ranura se cerró luego se saca se procede a pesar y posteriormente se deja en el horno las 24 horas. Para luego volver a pesar para obtener el peso seco.

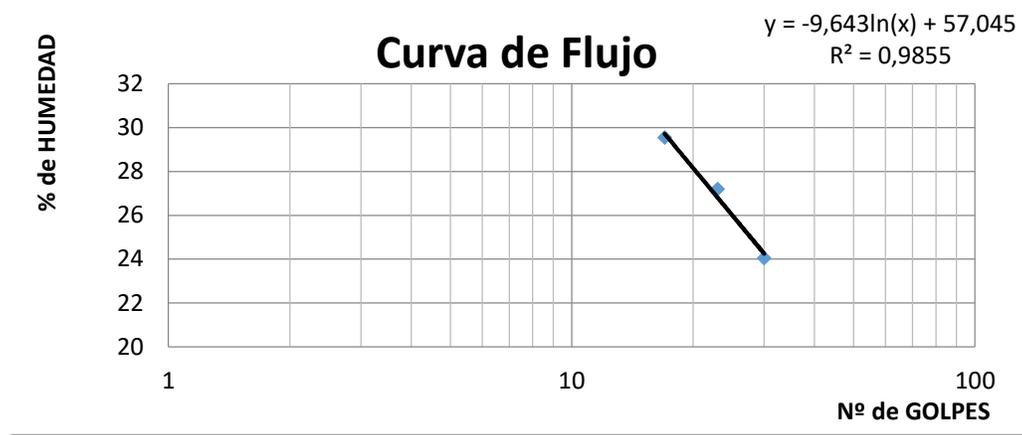
A continuación se muestra un cuadro del cálculo del Limite Líquido de una muestra de suelo del tramo en estudio. (Muestra #4)

Tabla. 2.9: Limite Líquido

Capsula	Z 1	Z 2	Z 3
N° de Golpes	17	23	30
Suelo Hum+Cap.	45,5	46,2	39,9
Suelo Seco+Cap.	39	40	35,5
Peso Cap.	17	17,2	17,2
Peso Suelo Seco	22	22,8	18,3
Peso del Agua	6,5	6,2	4,4
% de Humedad	29,55	27,19	24,04

Fuente: (Elaboración propia)

Luego, graficamos **% Humedad vs Número de golpes**, para después sacar el límite líquido reemplazando los 25 golpes en la ecuación.



L. L. = 26,01

2.3.3.2.3.2.-Procedimiento Limite Plástico.-

Para el límite plástico se utilizó una base de vidrio para hacer los rollos de 3mm donde esta empiece a agrietarse se corta se pesa y colocamos al horno para su secado para posteriormente pesar y obtener el peso seco.

A continuación se muestra un cuadro del cálculo del Limite Liquido de una muestra de suelo del tramo en estudio. (Muestra #4)

Tabla. 2.10: Limite Plástico

Capsula	ZP 2	ZP 3	ZP 1
Suelo Hum+Cap.	19,9	19,5	19,2
Suelo Seco+Cap.	19,46	19,2	18,9
Peso Cap.	17	17,6	17
Peso Suelo Seco	2,46	1,6	1,9
Peso del Agua	0,44	0,3	0,3
% de Humedad	17,89	18,75	15,79

Fuente: (Elaboración propia)

LP = 18,32

Ya calculado el límite plástico se procede a calcular el índice de plasticidad que es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

IP =	7,69	%	
-------------	------	---	--

2.3.3.2.4.-Clasificación de suelos.

2.3.3.2.4.1.- Procedimiento.-

Ya obtenido el índice de plasticidad y la granulometría se procede a clasificar el suelo según AASHTO y SUCS.

Tabla. 2.11: Clasificación de Suelos.

NUMERO DE MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACION	
		AASHTO	S.U.C.S.
Muestra #1	0+000,	A-2-4(0)	SM
Muestra #2	0+500,	A-2-4(0)	SM
Muestra #3	1+000,	A-1-a(0)	GW
Muestra #4	1+500,	A-4(6)	ML
Muestra #5	2+000,	A-4(6)	ML
Muestra #6	2+500,	A-2-4(0)	SM
Muestra #7	3+000,	A-4(6)	ML
Muestra #8	3+500,	A-2-4(0)	SM
Muestra #9	4+000,	A-2-4(0)	SM
Muestra #10	4+500,	A-1-a(0)	GW
Muestra #11	5+000,	A-4(6)	ML
Muestra #12	5+500,	A-4(6)	ML
Muestra #13	6+000,	A-2-4(0)	SM
Muestra #14	6+500,	A-1-a(0)	GW
Muestra #15	7+000,	A-2-4(0)	SM
Muestra #16	7+914,	A-2-4(0)	SM

Fuente: (Elaboración propia)

En el tramo en estudio Huayco Grande – Puesto Tunal se encontraron 3 tipos de suelos.

A-1-a(0) Suelos bien graduados predomina la piedra y la grava

A-2-4(0) Son grabas y arenas que contienen limo y arcilla en cantidades reducidas cuya plasticidad es baja

A-4(6) Suelos limosos poco o nada plásticos

Para el cálculo detallado de cada una de las muestras ver Anexo # 3 (Estudio de suelos)

2.3.3.2.4.2.-Resumen de resultados.

Tabla. 2.12: Resumen de Suelos.

Nº	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	LP	IP	AASHTO
1	98,8	97,2	96,6	95,2	95,0	92,3	86,5	53,4	16,7		(N P)		A-2-4(0)
2	100	100,0	100,0	100,0	100,0	95,9	89,1	59,5	20,7		(N P)		A-2-4(0)
3	100	95,0	89,9	81,4	70,8	54,0	37,8	18,5	4,7		(N P)		A-1-a(0)
4	100	100	100	100	100	100	100	86,1	64,6	26,0	18,3	7,7	A-4(6)
5	100	100	100	100,0	100	100	100	87,6	65,46	26,1	18,8	7,3	A-4(6)
6	98,7	97,18	96,59	95,17	94,96	92,34	86,46	54,52	16,75		(NP)		A-2-4(0)
7	100	100	100	100,0	100	100,0	100	86,90	64,35	25,9	17,5	8,4	A-4(6)
8	100	99,9	98,4	95,6	93,2	86,7	72,4	46,4	27,5	13,7	11,7	2,1	A-2-4(0)
9	100	100	100	100	100	95,42	78,74	54,53	23,47	13,97	12,2	1,75	A-2-4(0)
10	100	95,0	89,9	81,4	70,8	54,0	37,8	18,4	4,8				A-1-a(0)
11	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	85,63	65,22	26,6	17,8	8,8	A-4(6)
12	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	85,9	63,9	25,9	18,8	7,2	A-4(6)
13	100	100	100	100	100	96,97	93,26	53,01	12,93		(N P)		A-2-4(0)
14	100	95,0	89,9	81,4	70,8	54,0	37,8	18,4	4,7		(N P)		A-1-a(0)
15	100	100	100	100	100	97,66	79,72	47,59	19,04	13,87	11,2	2,64	A-2-4(0)
16	97,9	98,2	96,6	95,1	94,0	93,3	85,9	52,6	16,8		(N P)		A-2-4(0)

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.3.2.5.- Compactación.-

2.3.3.2.5.1.-Procedimiento.-

Para la compactación se utilizó el proctor T-180 para el cual se tomaron 3 muestras de 35kg y se hizo pasar por los tamices $\frac{3}{4}$ y N° 4 para luego compensar con el retenido en el N° 4 primeramente se calculó el contenido de humedad de las muestras esto para saber cuánto de agua se agregara al suelo, luego se fue incrementando un pequeño porcentaje de agua a cada muestra para ir cambiando su densidad de acuerdo a sus cambios de humedad.

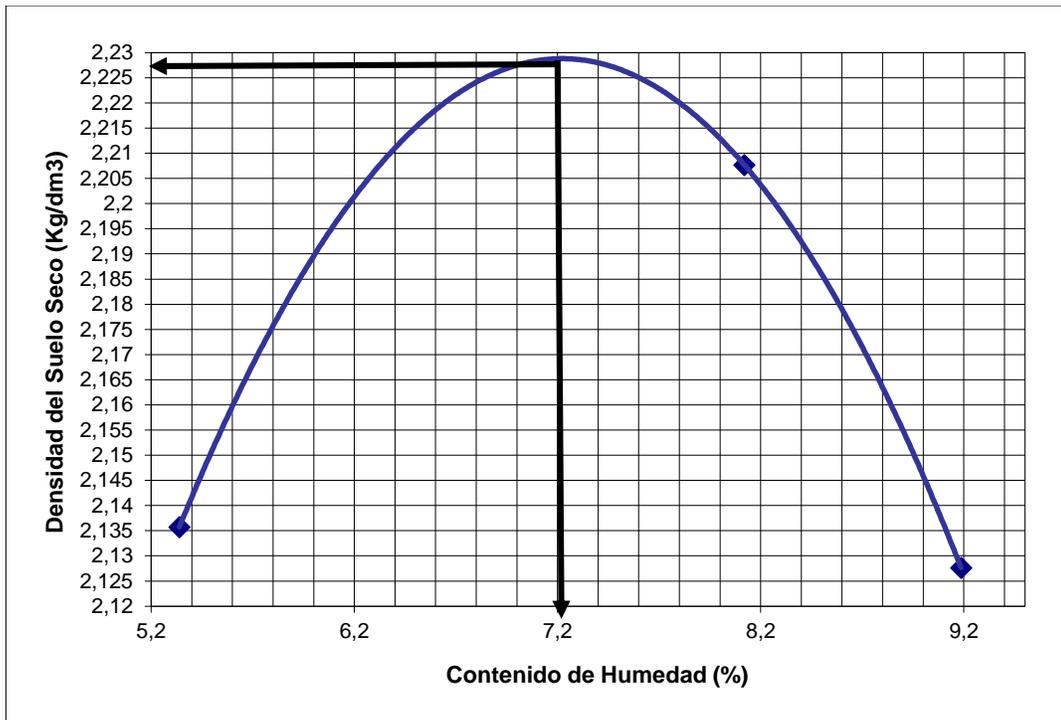
A continuación se mostrara una tabla de compactación de un tipo de suelo A-1a encontrado en el tramo donde se detalla los pasos que se sigue para obtener la densidad del suelo seco y el contenido de humedad optimo que posteriormente nos servirá para calcular los CBR para los diferentes tipos de suelos dispuestos en el tramo.

Tabla 2.13: Compactación.

Molde N° 1	Volumen:	939	cm3	Peso: 2403 gr
N° de Capas	5	5	5	
N° de Golpes por capa	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	7525	7815	7680	
Peso del molde	2769	2769	2769	
Peso suelo húmedo	4756	5046	4911	
Volumen de la muestra	2114	2114	2114	
Densidad suelo húmedo (Kg/dm3)	2,250	2,387	2,323	
Cápsula N°	178	160	159	
Peso suelo húmedo + cápsula	303,0	259,5	256,0	
Peso suelo seco + cápsula	290,0	244,5	238,5	
Peso del agua	13,0	15,0	17,5	
Peso de la cápsula	46,50	59,76	48,00	
Peso suelo seco	243,5	184,7	190,5	
Contenido de humedad (%h)	5,3	8,1	9,2	
Densidad suelo seco (Kg/dm3)	2,136	2,208	2,128	

Fuente: (Elaboración propia)

Con la densidad del suelo seco y el contenido de humedad obtenemos la siguiente grafica donde se obtiene la humedad óptima del suelo y la densidad máxima del suelo seco.



Densidad Máxima	2,229	Kg/dm³
Humedad Optima	7,20	%

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la densidad y humedad óptima de los 3 tipos de suelos encontrados en el tramo.

Tabla. 2.14: Resumen de Compactación.

Resumen de los datos de compactación camino		
Huayco Grande – Puesto Tunal		
A-1-a(0)	Densidad Max.	2,23gr/cm ³
	Humedad Opt.	7,20%
A-2-4(0)	Densidad Max.	2,1gr/cm ³
	Humedad Opt.	8,90%
A-4(6)	Densidad Max.	1,97gr/cm ³
	Humedad Opt.	12,25%

Fuente (Elaboración propia)

El cálculo de compactación de los 3 tipos de suelo encontrados en el tramo se mostrara en el anexo 3 (Estudio de suelos).

2.3.3.2.6.- Calculo de la capacidad soporte CBR.-

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado.

2.3.3.2.6.1.- Procedimiento.

Para el cálculo del CBR se confeccionaron 3 probetas, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es con 56, 25 y 12 golpes). El suelo al cual se aplica el ensayo, debe contener una pequeña cantidad de material que pase por el tamiz de 50 mm. y quede retenido en el tamiz de 20 mm. .

Antes de determinar la resistencia a la penetración, se saturaron las probetas durante 96 horas para simular las condiciones de trabajo más desfavorables y para determinar su posible expansión.

A continuación se mostrara una tabla de CBR de un tipo de suelo A-2-4 encontrado en el tramo donde se detalla los pasos que se sigue para obtener el CBR del suelo

Tabla 2.15: Capacidad Soporte CBR

CARACTERISTICAS DEL SUELO

Muestra N°	L.L.	I.P.	Clasificación	Hum. Optima	D. Máxima
# 2			A-2-4	8,90	2,102

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	15	14	13
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes por Capa	56	25	12

Condición de la Muestra	Antes de Mojarse		Después de Mojarse		Antes de Mojarse		Después de Mojarse		Antes de Mojarse		Después de Mojarse	
	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.
Peso Muestra Hum + Molde	11155		11305	10795		11030	10705		10975			
Peso del Molde	6565		6565	6460		6460	6580		6580			
Peso Muestra Húmeda	4590		4740	4335		4570	4125		4395			
Volumen de la Muestra	2041		2041	2051		2051	2057		2057			
Peso Unit. De la Muestra Húmeda	2,249		2,322	2,114		2,228	2,005		2,137			
Muestra de Humedad del	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.	Fondo	Superf.	2" Sup.
Lata Nº	105	135	120	118	133	119	136	138	116			
Peso Muestra Húm. + Lata	71,0	76,5	84,5	70,0	92,0	86,0	92,5	85,0	82,0			
Peso Muestra Seca + Lata	67,5	72,0	78,7	66,0	87,5	80,0	87,0	80,5	77,6			
Peso del Agua	3,5	4,5	5,8	4,0	4,5	6,0	5,5	4,5	4,4			
Peso de la Lata	28,24	27,32	33,47	27,38	27,78	36,07	27,08	29,07	34,12			
Peso de la Muestra Seca	39,3	44,7	45,2	38,6	59,7	44,0	59,9	51,4	43,5			
Contenido de Humedad %	8,9	10,1	12,8	10,4	7,5	13,6	9,2	8,7	10,1			
Promedio de Cont. de Humedad	9,5			8,9			9,0					
Peso Unit. de la Muestra Seca	2,054			1,940			1,840					

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº1			MOLDE Nº2			MOLDE Nº3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSIÓN		LECTURA EXTENS.	EXPANSIÓN		LECTURA EXTENS.	EXPANSIÓN	
				cm.	%		cm.	%		cm.	%
		0	0			0			0		
		1	101			135			137		
		2	146			190			198		
		3	159			199			205		
		4	176		1,5	200		1,7	210		1,8

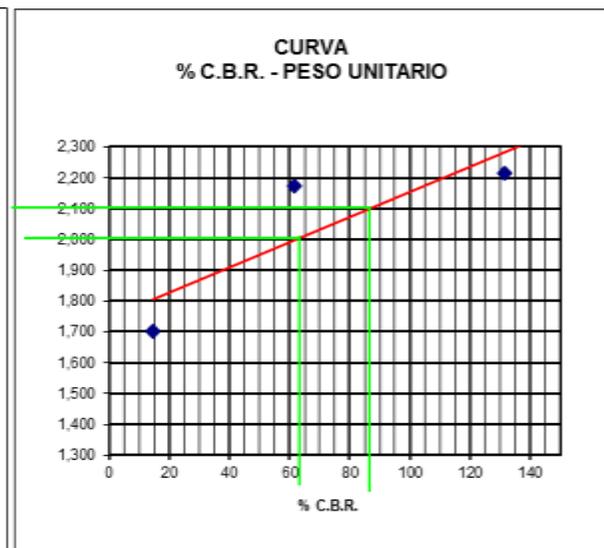
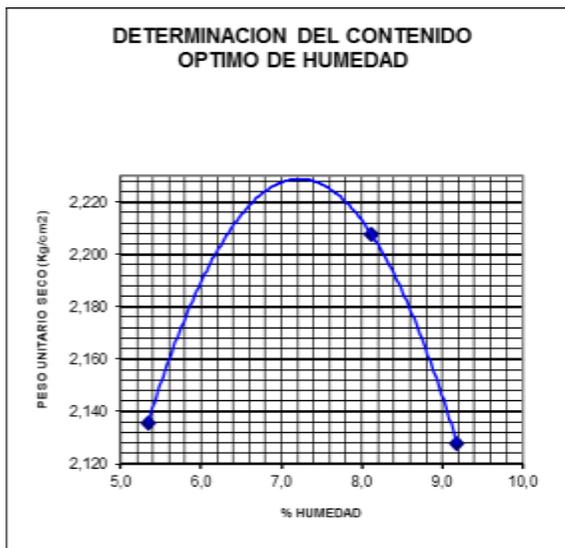
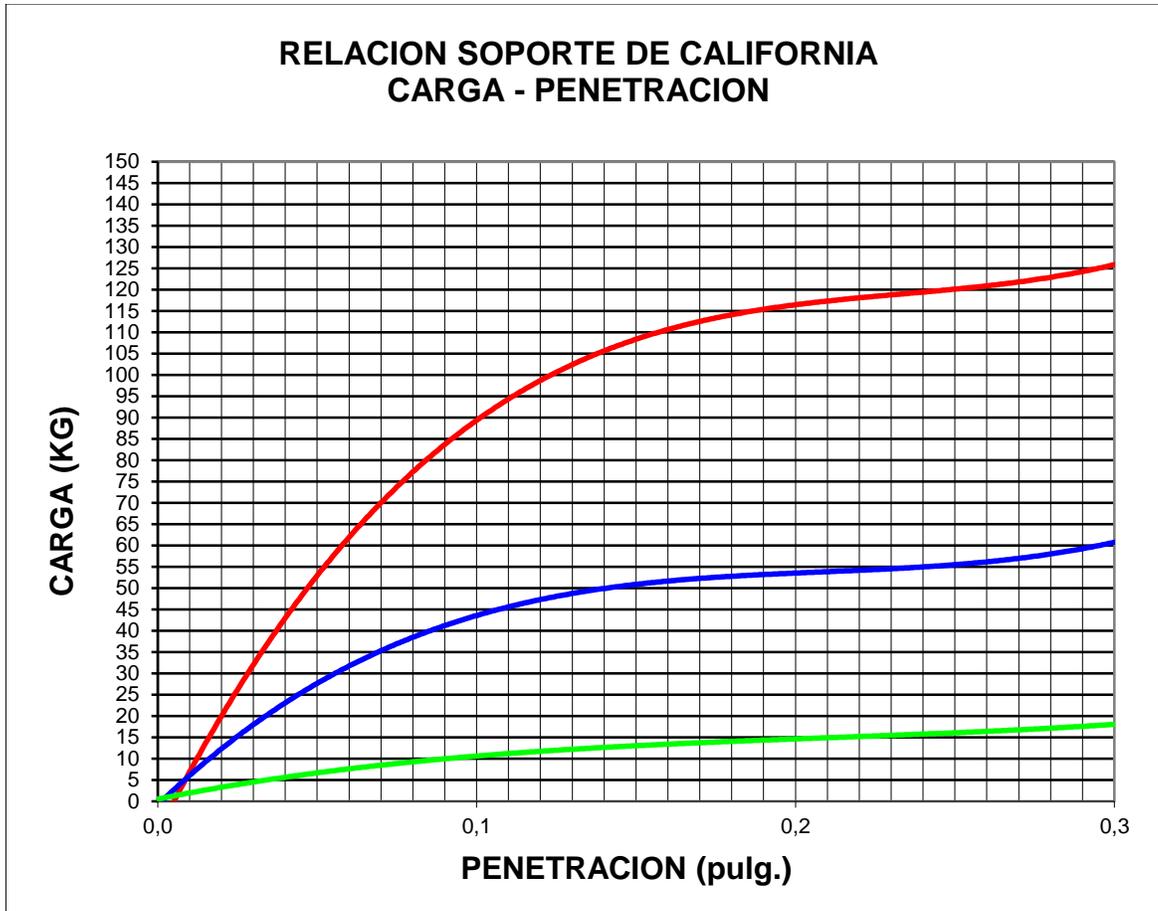
C.B.R.

PENETRACION		Carga Normal Kg/cm2	MOLDE Nº1				MOLDE Nº2				MOLDE Nº3			
Pulg.	cm.		Carga Ensayo			C.B.R.	Carga Ensayo			C.B.R.	Carga Ensayo			C.B.R.
			Lectura	Kg	Kg/cm2		%	Lectura	Kg		Kg/cm2	%	Lectura	
0,025	0,64		11	143,48	7,41		1	13,04	0,67		1	13,04	0,67	
0,050	1,27		21	273,91	14,16		3	39,13	2,02		2	26,09	1,35	
0,075	1,91		30	384,00	19,84		5	65,22	3,37		3	39,13	2,02	
0,1"	2,54		39	492,00	25,43	36,2	6	78,26	4,04	5,8	5	65,22	3,37	4,8
0,2"	5,10		61	756,00	39,07	37,0	10	130,43	6,74	6,4	8	104,35	5,39	5,1
0,3"	7,60		71	876,00	45,27		13	169,57	8,76		11	143,48	7,41	
0,4"	10,20		82	1008,00	52,09		15	195,65	10,11		13	169,57	8,76	
0,5"	12,70				0,00				0,00				0,00	

Fuente (Elaboración propia)

El cálculo del CBR de los 3 tipos de suelo encontrados en el tramo se mostrara en el anexo 3 (Estudio de suelos).

Luego hacemos la relación carga vs penetración que se hace a los 56 a los 25 y a los 13 golpes.



De donde sacamos los siguientes resultados.

Al 100% C.B.R.----88%

Al 95% C.B.R.----65%

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos de CBR para cada tipo de suelo.

Tabla. 2.16: Resumen de CBR.

Resumen de los CBR del camino Huayco Grande - Puesto Tunal		
A-1-a(0)	CBR al 95%	65%
	CBR al 100%	88,00%
A-2-4(0)	CBR al 95%	43%
	CBR al 100%	64,21%
A-4(6)	CBR al 95%	12%
	CBR al 100%	13,70%

Fuente:(Elaboración propia)

2.3.3.2.7.-Yacimientos o bancos de préstamo.-

Los trabajos realizados para la determinación y caracterización de los distintos yacimientos, tienen como motivo fundamental determinar aquellos materiales naturales que cumplan con las especificaciones técnicas, para una explotación racional y su posterior utilización en la construcción del paquete estructural del pavimento (subrasante, sub base y capa base) y agregados para las obras de arte.

Por otra parte, durante la prospección geotécnica se consideró la ubicación de los yacimientos, tratando en lo posible de determinar aquellos bancos de préstamo que se encuentren lo más próximos al eje de diseño, con el propósito de minimizar los costos de movimientos de tierra y transporte en este caso como se puede ver en el estudio de suelo se cuenta con suelo A-1a que tiene un CBR de 65% al 95% y 88% al 100% que se encuentra en la progresiva 1+00 y en la progresiva 6+500 en mayores cantidades ya que son lechos de quebrada se considera tomar material de estos bancos puesto que se cuenta con un suelo bueno y este está sobre el tramo lo que reduciría el tema de transporte, para la capa de rodadura se tomara material de la chancadora que se encuentra en la localidad de Charaja en el puente de Armaus a 6 Km del tramo de la cual se nos proporcionó la granulometría del agregado grueso.

Tabla 2.17: Abrasión por el Ensayo de Desgaste de los Angeles.

Peso Total (gr.)		5000					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret.	Retenido		% Que pasa del total	% Que pasa Especif. ASTM "refuerzo"	
			Acumulado (gr)	(%)			
1 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
1	25,40	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
3/4	19,05	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
1/2	12,50	49,00	49,00	0,98	99,0	90	100
3/8	9,50	1277,20	1326,20	26,52	73,5	40	70
4	4,80	2943,90	4270,10	85,40	14,6	0	15
8	2,36	721,50	4991,60	99,83	0,2	0	5
BASE	0	7,80	4999,40	99,99	0,0		

Fuente: Chancadora Charaja- Puente Armaus

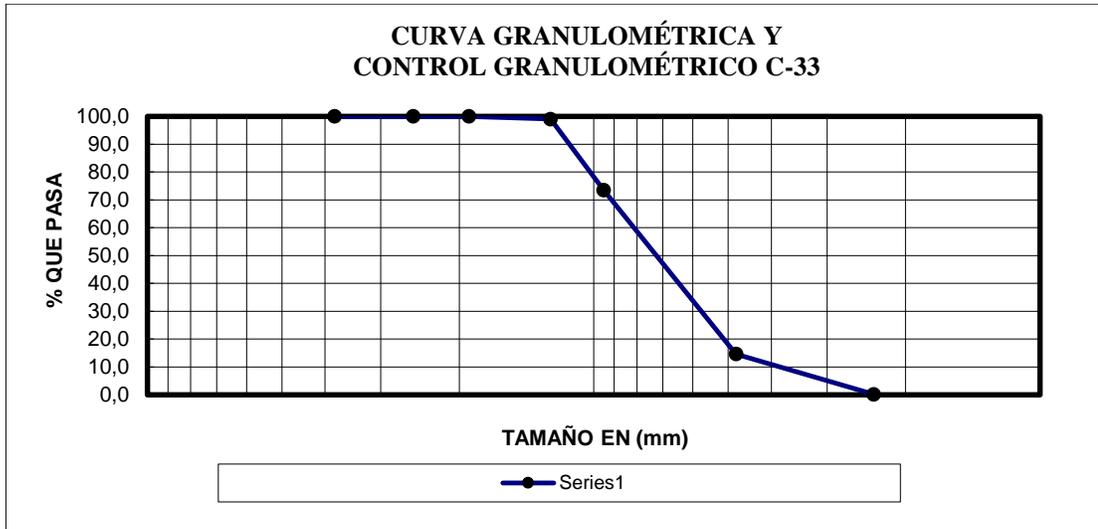


Tabla: 2.18

TAMAÑO NOMINAL		1/2"
PESO ESPECIFICO		2,49 gr/cm ³
PESO ESPECIFICO S.S.S.		2,51 gr/cm ³
ABSORCIÓN DE AGUA		6,4 %
DENSIDAD	SUELTA	1,39 gr/cm ³
	COMPACTADA	1,51 gr/cm ³
GRADACIÓN N°		c
CARGA ABRASIVA		8 Esferas
ABRASIÓN EN PORCENTAJE		23,62 %

Fuente: Chancadora Charaja- Puente Armaus

Tomando como referencia la tabla de la AASHTO de los requisitos que aconseja para cada capa de suelo de acuerdo a sus CBR.

Tabla 2.19: Clasificación de las Subrazantes Según su CBR

RANGOS DE CBR SEGÚN CLASIFICACIÓN Y USO

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	Muy pobre	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7
3 - 7	Muy pobre a regular	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A-4, A-5, A-6, A-7
7 - 20	Regular	Sub base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A-2, A-4, A-6, A-7
20 - 50	Bueno	Sub base y Base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-b, A-2-5, A-3, A-2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A-1-a, A-2-4, A-3

Fuente Manual de AASHTO-93

2.3.4.- Estudio de Tráfico.-.

La información relativa al Tráfico Vehicular y el Sistema de Transporte fue obtenida sobre el Camino existente que tiene influencia en el área de Proyecto, permitió conocer la actual accesibilidad de la Zona y la demanda de transporte por tipo de flujo que requiere ser satisfecha.

La base para el estudio del tráfico vehicular es naturalmente el conocimiento de las características del tráfico actual. Ese conocimiento se lo puede adquirir basándose en la verificación de conteos vehiculares.

Para la categorización de los tipos de vehículos según su peso por eje y para para el posterior cálculo de ejes equivalentes se tomó como referencia la siguiente tabla (2.20) sacada del CAPITULO IV: Pavimentos de Concreto Asfáltico Método AASHTO-93 Pág. 135 de la UMSS. De la facultad de Ciencias y Tecnología.

Tabla 2.20: Tipo de Vehículo Según su Carga por Eje

TIPO DE VEHÍCULO	Carga por eje (Kips)	Tipo de Eje	Volumen de Tráfico Diario	Nº de ejes	LEFs	Nº de ESALs
Automóviles, vagonetas, otros livianos	4	Simple	850	850	0,003	2,6
Microbuses, camión pequeño	10	Simple	440	440	0,102	45
Bus y camión mediano	16	Simple	260	260	0,645	168
Bus grande	34	Tandem	230	230	1,110	255
Camión Semiremolque	36	Tandem	240	480	1,380	662
Camión Semiremolque	48	Tridem	196	588	1,069	629
TOTALES			2216	2848		1532

Fuente Manual de AASHTO-93

2.3.4.1.- Calculo del T.P.D

Con la finalidad de presentar datos significativos, se realizó aforos vehiculares en distintas partes o intersecciones manualmente por el Tesista, tales resultados servirán posteriormente para hacer la proyección del tráfico futuro.

Tabla 2.21: Planilla de aforos de tráfico fecha 06/04/015

Camino Huayco Grande - Puesto Tunal			
Vehiculos			
Hora	Liviano	Mediano	Pesado
7:00 - 8:00	1	1	1
8:00 - 9:00	1		
9:00 - 10:00	1		
10:00 - 11:00		1	
11:00 - 12:00	1		
12:00 - 13:00		2	
13:00 - 14:00	2	1	2

14:00 - 15:00			
15:00 - 16:00	1		
16:00 - 17:00	2	2	1
17:00 - 18:00	1		
total	10	7	4

Fuente (Elaboración propia)

Para ver los aforos realizados ver (*Anexo 4 Estudio de Trafico*)

Tabla 2.22: Planilla Total de Aforos.

Camino Huayco Grande - Puesto Tunal				
Dias	Liviano	Mediano	Pesado	total
06/04/2015	10	7	4	21
07/04/2015	13	8	4	25
08/04/2015	11	5	4	20
09/04/2015	14	6	3	23
10/04/2015	12	6	5	23
11/04/2015	8	6	4	18
12/04/2015	8	5	3	16
13/04/2015	9	5	3	17
14/04/2015	12	6	4	22
15/04/2015	9	5	3	17
TPD	11	6	4	20

Fuente (Elaboración propia)

2.3.4.1.1.- Proyección del Tráfico Futuro

El proyecto de nuevas carreteras o el mejoramiento de las existentes no deben basarse solamente en las características del volumen del tráfico actual, sino que se debe tomar en cuenta también los probables en años futuros. De esta manera el volumen de proyecto ha de corresponder al del año escogido para proyectar.

Como base para un proyecto, generalmente se usa un periodo de hasta 20 años. Estimar el tráfico más allá de ese periodo no se justifica, debido a que para ese entonces surgirán cambios en la economía regional, en la población, en el desarrollo de los terrenos ubicados a lo largo de la vía en los sistemas de transporte, que no se puede predecir con ningún grado de seguridad.

Para realizar una proyección del tráfico futuro, se partirá de los datos históricos de los T. P. D mostrados en la siguiente tabla 3.21 considerando la clasificación del mismo de acuerdo al tipo de vehículo, para así construir las series históricas mediante ajustes estadísticos.

El valor promedio es conocido como (T.P.D). Tránsito Promedio Diario. El T.P.D se emplea generalmente para estudios económicos por que presenta la utilización o servicio de la vía, y se usa para planear nuevas vías, estudios sobre ingresos viales, etc.

2.3.4.1.1.1.- Calculo del tráfico normal.-

2.3.4.1.1.1.-Índice de Crecimiento

El índice de crecimiento vehicular se tomó según la información del **RUAD** 2014 de la provincia Avilés que es de **3.22** es una de las provincia que no tuvo un crecimiento sustancial en el parque automotor en relación a las demás provincias del departamento de Tarija.

Este parámetro constituye unos importantes datos para obtener el porcentaje anual de crecimiento de los diferentes vehículos que se producen durante el periodo de diseño adoptado. Para su determinación se usa un proceso iterativo con ayuda de la ecuación que se señala a continuación

$$(FC)_i = \left[1 + \frac{(IC)_i}{100} \right]^{(N)}$$

Tabla 2.23; Trafico Normal.

TRAFICO NORMAL				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2016	11	6	4	21
2017	11	6	4	22
2018	12	6	4	22
2019	12	7	4	23
2020	12	7	5	24
2021	13	7	5	25
2022	13	7	5	25
2023	14	7	5	26
2024	14	8	5	27
2025	15	8	5	28
2026	15	8	5	29
2027	16	9	6	30
2028	16	9	6	31
2029	17	9	6	32
2030	17	9	6	33
2031	18	10	6	34
2032	18	10	7	35
2033	19	10	7	36
2034	19	11	7	37
2035	20	11	7	38

Fuente (Elaboración propia)

2.3.4.1.1.2.- Calculo del tráfico inducido.-

Para el cálculo del tráfico inducido se mayor a el tráfico normal 5%

Tabla 2.24; Trafico Inducido.

TRAFICO INDUCIDO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2016	1	0	0	1
2017	1	0	0	1
2018	1	0	0	1
2019	1	0	0	1
2020	1	0	0	1
2021	1	0	0	1
2022	1	0	0	1
2023	1	0	0	1
2024	1	0	0	1
2025	1	0	0	1
2026	1	0	0	1
2027	1	0	0	1
2028	1	0	0	2
2029	1	0	0	2
2030	1	0	0	2
2031	1	0	0	2
2032	1	0	0	2
2033	1	1	0	2
2034	1	1	0	2
2035	1	1	0	2

Fuente (Elaboración propia)

2.3.4.1.1.3.- Calculo del tráfico generado.-

Para el cálculo del tráfico generado se mayor el tráfico normal 10%

Tabla 2.25; Tráfico Generado.

TRAFICO GENERADO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2016	1	1	1	2
2017	1	1	1	2
2018	1	1	1	2
2019	1	1	1	3
2020	1	1	1	3
2021	1	1	1	3
2022	1	1	1	3
2023	1	1	1	3
2024	1	1	1	3
2025	1	1	1	3
2026	2	1	1	3
2027	2	1	1	3
2028	2	1	1	3
2029	2	1	1	3
2030	2	1	1	4
2031	2	1	1	4
2032	2	1	1	4
2033	2	1	1	4
2034	2	1	1	4
2035	2	1	1	4

Fuente (Elaboración propia)

2.3.4.1.1.4.- Volumen de tráfico total.-

Para el cálculo del volumen total se suma el tráfico normal el inducido y el generado.

Se define volumen de tráfico a la relación de número de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera o calle en un periodo de tiempo.

Tabla 2.26; Trafico Total.

TRAFICO FUTURO				
AÑO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	TOTAL
2016	13	7	5	24
2017	13	7	5	25
2018	13	7	5	26
2019	14	8	5	27
2020	14	8	5	28
2021	15	8	6	29
2022	15	8	6	29
2023	16	9	6	30
2024	16	9	6	31
2025	17	9	6	32
2026	17	9	7	33
2027	18	10	7	35
2028	19	10	7	36
2029	19	10	7	37
2030	20	11	7	38
2031	20	11	8	39
2032	21	11	8	40
2033	22	12	8	42
2034	22	12	8	43
2035	23	13	9	44

Fuente (Elaboración propia)

Tabla 2.27; Tabla Resumen de Tráfico.

Tipo de Vehículo	TPD [veh/día]	% TPD
Livianos	23	57,5
Medianos	13	32,5
Pesados	9	10,0
Total =	44	100,0

Fuente (Elaboración propia)

2.3.4.2.-Cálculo del número de ejes equivalentes W18

Tabla 2.28; Datos de Entrada para Calcular W18

Tipo de Vehículo	Tráfico Prom. Diario (TPD)	Porcentaje (%) TPD	Índice de Crecimiento (IC)	Factor de Carga Equiv. (FCE)
Livianos	23	57,5	3,22	0,0020
Medianos	13	32,5	3,22	0,6030
Pesados	9	10,0	3,22	1,0800
Total =	44	100,0		

Fuente (Elaboración propia)

$$W_{18} = \sum (TPD)_i * (FC)_i * (FCE)_i * 365$$

$$(FC)_i = \left[1 + \frac{(IC)_i}{100} \right]^{(N)}$$

Donde:

W18 = Numero de ejes equivalentes

$(TPD)_i$ = Tráfico promedio diario del vehículo tipo i , en el primer año de circulación.

$(FC)_i$ = Factor de crecimiento del vehículo tipo i .

$(IC)_i$ = Índice de crecimiento del vehículo tipo i .

(N) = Número de años hasta el período de diseño: 1, 2, 3, 4, ..., 10, ..., 20 años.

$(FCE)_i$ = Factor de carga equivalente del vehículo tipo i .

2.3.4.2.1.-Factor de carga equivalente (FCE).-

Para el cálculo del factor de carga se tomó como referencia las tablas de **CAPITULO IV: Pavimentos de Concreto Asfáltico Método AASHTO-93 Pág. 153-454 de la UMSS. De la facultad de Ciencias y Tecnología**. Las mismas se adjuntaran en anexo – 4 Estudio de tráfico.

El proceso consiste en dar valores de i de tal forma que la suma de los tráficos promedios diarios hasta el año 20 obtenidos con las ecuaciones de regresión sea igual a la suma de los tráficos promedios diarios iterando la formula señalada.

De ésta manera se obtienen los índices de crecimiento para cada tipo de vehículo, los cuáles nos servirán para determinar el factor de crecimiento de los mismos, factores que serán utilizados para la determinación del número de ejes equivalentes como veremos en la tablas de proyección futura que se verán a continuación.

2.3.4.2.2.-Cálculo del número de ejes equivalentes por tipo de vehículo para concreto asfáltico (n = 20 años)

2.3.4.2.2.1.-Proyección futura vehículos livianos.

Tabla 2.29: Proyección Futura para Vehículos Livianos

AÑO	PERÍODO	FACTOR DE CRECIMIENTO	Nº DE EJES EQUIVALENTES
2016	1	1,0322	16,57713
2017	2	1,0654	17,11092
2018	3	1,0997	17,66189
2019	4	1,1352	18,23060
2020	5	1,1717	18,81763
2021	6	1,2094	19,42355
2022	7	1,2484	20,04899
2023	8	1,2886	20,69457
2024	9	1,3301	21,36093
2025	10	1,3729	22,04876
2026	11	1,4171	22,75873
2027	12	1,4627	23,49156
2017	13	1,5098	24,24798
2028	14	1,5585	25,02877
2029	15	1,6086	25,83470
2030	16	1,6604	26,66657
2031	17	1,7139	27,52524
2031	18	1,7691	28,41155
2032	19	1,8261	29,32640
2033	20	1,8849	30,27071
2034	21	1,9455	31,24543
TOTAL EJES EQUIVALENTES			487

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.4.2.2.2.-Proyección futura vehículos medianos.

Tabla 2.30: Proyección Futura Vehículos Medianos

AÑO	PERÍODO	FACTOR DE CRECIMIENTO	Nº DE EJES EQUIVALENTES
2016	1	1,0322	2953,3668
2017	2	1,0654	3048,4652
2018	3	1,0997	3146,6258
2019	4	1,1352	3247,9471
2020	5	1,1717	3352,5310
2021	6	1,2094	3460,4825
2022	7	1,2484	3571,9100
2023	8	1,2886	3686,9255
2024	9	1,3301	3805,6445
2025	10	1,3729	3928,1863
2026	11	1,4171	4054,6739
2027	12	1,4627	4185,2344
2017	13	1,5098	4319,9989
2028	14	1,5585	4459,1029
2029	15	1,6086	4602,6860
2030	16	1,6604	4750,8925
2031	17	1,7139	4903,8713
2031	18	1,7691	5061,7759
2032	19	1,8261	5224,7651
2033	20	1,8849	5393,0025
2034	21	1,9455	5566,6572
TOTAL EJES EQUIVALENTES			86725

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.4.2.2.3.-Proyección Futura Vehículos Pesados.

Tabla 2.31. Proyección Futura Vehículos Pesados.

AÑO	PERÍODO	FACTOR CRECIMIENTO	DE	Nº DE EJES EQUIVALENTES
2016	1	1,0322		3662,0392
2017	2	1,0654		3779,9568
2018	3	1,0997		3901,6714
2019	4	1,1352		4027,3053
2020	5	1,1717		4156,9845
2021	6	1,2094		4290,8394
2022	7	1,2484		4429,0044
2023	8	1,2886		4571,6183
2024	9	1,3301		4718,8245
2025	10	1,3729		4870,7706
2026	11	1,4171		5027,6094
2027	12	1,4627		5189,4984
2017	13	1,5098		5356,6003
2028	14	1,5585		5529,0828
2029	15	1,6086		5707,1193
2030	16	1,6604		5890,8885
2031	17	1,7139		6080,5751
2031	18	1,7691		6276,3697
2032	19	1,8261		6478,4688
2033	20	1,8849		6687,0755
2034	21	1,9455		6902,3993
TOTAL EJES EQUIVALENTES				107535

Fuente: (Elaboración propia)

2.3.4.2.2.4.-Numero de ejes equivalentes de diseño.

Tabla 2.32: Numero de Ejes Equivalentes de Diseño

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
LIVIANOS	487
MEDIANOS	86725
PESADOS	107535
TOTAL EJES EQUIVALENTES	1,95E+05

Fuente: (Elaboración propia)

NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE DISEÑO W18: 194746,23 ESAL

A continuación se mostrara una tabla resumen de los datos a utilizar en el diseño geométrico en el diseño estructural y las obras complementarias.

Tabla 2.33: Resumen de Parámetros

I ESTUDIO TOPOGRAFICO	PARAMETROS
Numero de Bms	13
Número de puntos	3294
II ESTUDIO HIDROLOGICO	
Periodo de retorno	50 Años
Intensidad máxima	15.74 mm
III ESTUDIO GEOTECNICO	
Numero de muestras	16
Tipos de suelos en el tramo	3
CBR DE DISEÑO	12%
IV. ESTUDIO DE TRAFICO	
Numero de ejes equivalentes	194746,23ESAL

Fuente:(Elaboración propia)

2.4.- DISEÑO GEOMETRICO

2.4.1.- Categorización de la Vía.

Para la categorización de la vía se tomaron en cuenta los factores funcionales, factores físicos (Relieve, hidrología, geología, clima) Factores de costo asociados con la carretera y factores humanos y ambientales.

Para ello se utilizó la tabla de las características típicas de las carreteras y caminos según su clasificación funcional dicha tabla se encuentra en el Manual de la Administradora Boliviana de Carreteras.

Se utilizaron las normas de diseño correspondientes a la categoría **Camino de Desarrollo**. De acuerdo a la cantidad de tráfico proyectado y principalmente a la topografía del tramo, ya que está dada para las condiciones para un alineamiento tanto en lo horizontal como en lo vertical. Esta categorización fue asumida del Manual de las Normas de Diseño Geométrico para la Construcción de Carreteras Administradora Boliviana de Carreteras 2009.

2.4.2.- Parámetros de Diseño Geométrico.-

Los parámetros de diseño geométrico juegan un papel muy importante, ya que se toma en cuenta los diferentes factores como los funcionales, físicos, factores de costo, en consecuencia, permite adopción de diferentes conceptos expresados en valores numéricos, adoptados del manual de diseño geométrico de la ABC.

2.4.2.1.- Velocidad de proyecto (Vp).-

Es la velocidad de proyecto permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado bajo condiciones de seguridad y comodidad, para el siguiente proyecto tomamos 30Km/h esto asumimos de acuerdo al tipo de categoría que corresponde el proyecto en estudio.

Camino de desarrollo.....30Km/h Fuente ABC *Tabla 1.3-3: Clasificación de categorías Pág. 1-27*

2.4.2.2.- Peralte máximo.-

Tabla 2.34 Peralte Según la Velocidad de Proyecto

Vp	e max
Km/h	(%)
30	7
40	7
50	7
60	7
70	7
80	7

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras.

El peralte máximo se tomó de 8 % Fuente ABC **Peralte según la velocidad de proyecto**

2.4.2.3.- Radio mínimo (m).-

Tabla 2.35 Radios Mínimos en Curvas Horizontales

Caminos colectores – locales - desarrollo			
Vp	e max	f	Rmin
Km/h	(%)		(m)
30	7	0.215	25
40	7	0.198	50
50	7	0.182	80
60	7	0.165	120

70	7	0.149	180
80	7	0.132	250
Carreteras – Autopistas Autorrutas - Primarios			
80	8	0.122	250
90	8	0.114	330
100	8	0.105	425
110	8	0.096	540
120	8	0.087	700

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras.

El radio mínimo se tomó de 25m Fuente ABC d **Radios mínimos en curvas horizontales**

2.4.2.4.- Pendiente máxima en rectas (%)

Tabla 2.36: Pendientes Máximas de la Rasante

CATEGORIA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	(-1)	-
Local	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
Colector	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
Primario	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autorutas	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autopistas	-	-	-	-	-	5	-	4,5	-	4

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras.

Para las pendientes máximas se consideró 10 – 12 (%) Fuente ABC **Pendientes máximas de la rasante**

2.4.2.5.- Distancia mínima de visibilidad frenado (m).-

Tabla 2.37: Distancia de Adelantamiento

Vp (km/h)	Distancia mínima de adelantamiento (m)
30	180
40	240
50	300
60	370
70	440
80	500
90	550
100	600

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras

Para la distancia de frenado se tomó 180 m Fuente de la ABC **Distancia de adelantamiento**

2.4.2.6.- Valor de k en curvas convexas (m).-

Tabla 2.38: Parámetros mínimos en curvas verticales por criterios de visibilidad de frenado

Velocidad de proyecto Vp=(km/h)	Curvas convexas Kv	Curvas cóncavas Kc
30	300	400
40	400	500
50	700	1000
60	1200	1400
70	1800	1900
80	3000	2600
90	4700	3400
100	6850	4200
110	9850	5200
120	14000	6300

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras

Para las curvas convexas se tomó de 300m Fuente ABC de **Parámetros mínimos en curvas verticales por criterios de visibilidad de frenado**

2.4.2.7.- Valor de k en curvas cóncavas (m)

Para las curvas cóncavas se tomó de 400 m Fuente ABC de la **tabla 2.12: Parámetros mínimos en curvas verticales por criterios de visibilidad de frenado**

2.4.2.8.- Ensanche en curvas circulares.-

Tabla 2.39 Ensanche de la Calzada E (m)

Calzada en recta 7 m (n=2) $0.5 \text{ m} \leq E \leq 3.0 \text{ m}$ $E = e_{i.nt} + e_{ext}$ $h_1 = 0.60 \text{ m}$ $h_2 = 0.40 \text{ m}$ 					
Tipo de vehículo Lt en m	Parámetro de calculo m	E m	e.int m	e.ext m	Radios de limite m
Camion Unid. Simple Lt=11.0 Bus de turismo Lt= 12.0	Lo=9.5	$(L_o^2/R) - 0.2$	0.65 E	0.35E	$30 \leq R \leq 130$
Bus de turismo Lt= 13.2 Lt= 14.0	Lo=10.5 Lo=10.6	$(L_o^2/R) - 0.2$	0.65E	0.35E	$35 \leq R \leq 160$
Semitrailer Lt= 16.4	L1=5.6 L2=10.0	$(L_1^2 L_2^2)/R - 0.2$	0.70E	0.30E	$45 \leq R \leq 190$
Semitrailer Lt=18.6	L1=5.6 L2=12.2				$60 \leq R \leq 260$
Semitrailer Lt=22.4	L1=5.6 L2=15.5				$85 \leq R \leq 380$

Calzada en recta 6 m (n=2) $0.35 \text{ m} \leq E \leq 2.30 \text{ m}$. $h_1=0.45 \text{ m}$ $h_2= 0.05 \text{ m}$					
Camion Unid. Simple Lt=11.0 Bus corriente Lt= 12.0	Lo=9.5	$(L_o^2/R)+0.15$	0.55E	0.45E	$30 \leq R \leq 450$
Bus de turismo Lt= 13.2 Lt= 14.0	Lo=10.5 Lo=10.6	$(L_o^2/R) -0.15$	0.55E	0.45E	$35 \leq R \leq 95$
Semitrailer Lt= 16.4	L1=5.6 L2=10.0	$(L_1^2 L_2^2)/R$ +0.2	0.55E	0.45E	$35 \leq R \leq 550$
Semitrailer Lt=18.6	L1=5.6 L2=12.2	$(L_1^2 L_2^2)/R$ +0.2	0.55E	0.45E	$50 \leq R \leq 155$
Semitrailer Lt=22.4	L1=5.6 L2=15.5	No corresponde a caminos con calzada 60m			

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras

Para el ensanche se consideró de acuerdo al radio de curvatura tomando en cuenta la tabla 2.3.12 de la ABC también incluida como **Ensanche de la Calzada E (m)**

Tabla 2.40: Resumen de Parámetros

CARACTERÍSTICA	PARAMETRO
Categoría de la carretera	Desarrollo
Calzada	6.0 m
Carril	Simple 3.00 m
Topografía	Terreno montañoso
Velocidad de proyecto (km. /hr.)	30.0
Peralte máximo (%)	7.0
Radio mínimo (m)	25.0
Pendiente máxima en rectas (%)	10-12
Distancia mínima de visibilidad frenado(m)	180.0

Fuente: Capítulo II Diseño geométrico del trazado de la Administradora Boliviana de Carreteras

2.4.3.-Características del Camino de Desarrollo.-

Este tramo comprende una longitud de 7.91km, siendo 7.46km de mejoramiento y 0.45km de apertura, de esta manera se pretende en mejorar el alineamiento horizontal y vertical, aumentando los radios de curvatura mayores o iguales a 25m, pendiente máxima de un 10-12%, ancho de plataforma de 7m con cunetas triangulares de 0.90m de ancho y 0.30 de alto, taludes 1:3 en corte y 1:1 en relleno.

2.4.4.- Curvas circulares.-

Para el tramo en estudio solo se cuenta con curvas circulares por la poca afluencia de vehículos y la velocidad de diseño es pequeña así que no fue necesario hacer otro tipo de curva por que estas se necesita mayor inversión por el mayor movimiento de tierras que esta requiere.

A continuación se muestra el cálculo que se realizó utilizando las formulas empíricas para una curva circular.

Elementos de una curva circular: **Curva P1** $\omega=23^{\circ} 12' 23.5251''$

$$\text{Tangente: } T = R \cdot \tan\left(\frac{\omega}{2}\right) = 70 \cdot \tan\left(\frac{23^{\circ}12'23.52}{2}\right) = 14.373$$

$$\text{Externa: } S = R \cdot \left(\sec\left(\frac{\omega}{2}\right) - 1\right) = 70 \cdot \left(\sec\left(\frac{23^{\circ}12'23.52}{2}\right) - 1\right) = 1.46$$

$$\text{Flecha: } Mc = R \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\omega}{2}\right)\right) = 70 \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{23^{\circ}12'23.52}{2}\right)\right) = 1.431$$

$$\text{Desarrollo: } D = \frac{\pi \cdot R \cdot \omega}{180} = \frac{\pi \cdot 70 \cdot 23^{\circ}12'23.52}{180} = 28.159$$

$$\text{Longitud : } L = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{\omega}{2}\right) = 2 \cdot 70 \cdot \sin\left(\frac{23^{\circ}12'23.52}{2}\right) = 28.352.$$

Tabla 2.41: Elementos de las Curvas Simples

N°	Prog.(m)	Delta (w)	Radio (R)	Tangente (T)	Externa (S)	Flecha (Mc)	Desarrollo (D)	Longitud (L)
P1	0+68.201	23,20653	70	14,373	1,46	1,431	28,159	28,352
P2	1+59.094	31,89662	70	20,004	2,802	2,694	38,468	38,969
P3	2+39.858	18,02648	30	3,966	0,313	0,309	7,833	7,866
P4	3+04.872	31,24222	100	27,96	3,835	3,694	53,855	54,528
P5	3+84.505	42,78219	30	11,751	2,22	2,067	21,884	22,401
P6	4+31.708	8,06009	50	3,523	0,124	0,124	7,028	7,034
P7	4+70.576	25,55701	40	9,44	1,099	1,069	18,375	18,54
P8	5+31.211	69,55673	45	31,25	9,787	8,039	51,336	54,629
P9	6+62.851	46,23559	30	12,807	2,619	2,409	23,557	24,209
P10	6+93.786	57,7385	30	16,54	4,257	3,728	28,969	30,232

P11	7+75.753	66,76257	30	19,768	5,927	4,949	33,013	34,957
P12	8+25.400	30,13615	100	26,922	3,561	3,438	51,993	52,598
P13	9+86.513	24,09779	40	8,538	0,901	0,881	16,7	16,823
P14	10+73.72	11,98925	30	3,15	0,165	0,164	6,266	6,278
P15	11+50.18	5,544464	40	1,937	0,047	0,047	3,869	3,871
P16	12+11.66	56,63643	60	32,331	8,157	7,18	56,924	59,31
P17	13+05.95	34,79435	120	37,599	5,753	5,489	71,759	72,873
P18	14+43.76	26,77045	250	59,49	6,981	6,791	115,749	116,808
P19	15+60.57	44,13523	100	40,54	7,905	7,326	75,14	77,031
P20	16+37.60	53,53802	50	25,223	6,002	5,359	45,039	46,721
P21	17+61.53	28,82263	50	12,848	1,624	1,573	24,888	25,152
P22	18+80.38	55,32591	110	57,661	14,196	12,574	102,139	106,218
P23	20+71.73	120,5529	25	43,789	25,422	12,605	43,422	52,602
P24	21+44.74	115,806	50	79,716	44,099	23,432	84,715	101,059
P25	23+04.10	31,88308	100	28,564	4	3,846	54,931	55,646
P26	23+74.72	19,81164	150	26,195	2,27	2,236	51,609	51,867
P27	24+47.38	23,16259	70	14,345	1,455	1,425	28,106	28,298
P28	25+00.09	55,7843	30	15,879	3,943	3,485	28,069	29,209
P29	25+47.80	39,34676	100	35,753	6,199	5,837	67,332	68,673
P30	26+20.34	36,37293	100	32,852	5,258	4,995	62,422	63,483
P31	27+15.89	17,56602	200	30,901	2,373	2,345	61,077	61,317
P32	28+60.25	19,28619	250	42,478	3,583	3,532	83,755	84,152
P33	30+01.97	24,91622	80	17,674	1,929	1,884	34,516	34,79

P34	30+65.86	7,77044	250	16,979	0,576	0,575	33,879	33,905
P35	31+42.07	12,16678	250	26,644	1,416	1,408	52,988	53,088
P36	32+07.92	20,30988	150	26,868	2,387	2,35	52,893	53,171
P37	33+29.18	17,10579	50	7,52	0,562	0,556	14,872	14,928
P38	33+49.26	75,13558	50	38,46	13,081	10,368	60,969	65,568
P39	34+17.69	72,17523	55	40,088	13,059	10,554	64,792	69,283
P40	35+38.01	33,77596	80	24,288	3,606	3,45	46,48	47,16
P41	38+72.68	56,96119	80	43,401	11,015	9,682	76,298	79,533
P42	40+45.95	34,9497	90	28,333	4,355	4,154	54,052	54,899
P43	41+12.09	40,35714	50	18,375	3,27	3,069	34,495	35,218
P44	41+88.28	1,120978	150	12,096	0,487	0,485	24,114	24,14
P45	42+38.58	59,20566	40	22,726	6,005	5,221	39,519	41,333
P46	43+26.63	38,73975	50	17,578	3	2,83	33,167	33,807
P47	44+10.39	12,60664	70	7,732	0,426	0,423	15,371	15,402
P48	44+35.84	15,43878	71	9,624	0,649	0,643	19,074	19,131
P49	44+70.53	33,07317	40,5	12,025	1,747	1,675	23,055	23,378
P50	45+06.58	31,50131	40	11,282	1,561	1,502	21,716	21,992
P51	45+34.45	54,89659	30	12,985	3,171	2,814	23,047	23,953
P52	45+76.64	20,3422	40	7,176	0,639	0,629	14,127	14,202
P53	46+04.17	15,07984	30	3,971	0,262	0,259	7,873	7,896
P54	46+94.12	20,85962	30	5,522	0,504	0,496	10,862	10,922
P55	47+27.19	22,96766	30	6,095	0,613	0,601	11,945	12,026
P56	47+97.54	97,92063	30	34,463	15,691	10,303	45,255	51,271

P57	48+48.81	80,82901	40	34,06	12,537	9,545	51,865	56,429
P58	49+42.22	46,11296	30	10,643	2,171	1,997	19,585	20,124
P59	49+80.12	46,44465	50	21,453	4,408	4,051	39,43	40,531
P60	50+24.07	34,06673	80	24,509	3,67	3,509	46,869	47,566
P61	51+07.79	10,71078	250	23,436	1,096	1,091	46,667	46,735
P62	51+82.13	115,7285	30	39,798	21,999	11,702	42,34	50,496
P63	52+48.51	56,94973	30	16,272	4,129	3,629	28,606	29,819
P64	53+14.59	83,14288	30	22,174	8,417	6,297	33,178	36,278
P65	53+50.871	41,30815	70	26,387	4,808	4,499	49,381	50,467
P66	54+85.48	126,6185	25	49,727	30,658	13,771	44,672	55,248
P67	55+40.72	77,79408	40	32,272	11,396	8,869	50,234	54,31
P68	56+03.10	34,14334	70	21,497	3,226	3,084	41,099	41,714
P69	56+65.80	86,35057	30	23,456	9,281	6,768	34,212	37,678
P70	57+10.76	84,98083	30	22,9	8,903	6,565	33,773	37,08
P71	58+84.29	8,586123	100	7,507	0,281	0,281	14,972	14,986
P72	59+50.41	35,57957	60	19,252	3,013	2,869	36,663	37,259
P73	60+86.79	24,77855	50	10,983	1,192	1,164	21,455	21,623
P74	62+31.05	28,73633	25	6,404	0,807	0,782	12,408	12,539
P75	62+50.64	84,36122	30	22,653	8,737	6,474	33,573	36,81
P76	63+16.52	106,7361	30	33,624	16,899	10,083	40,125	46,573
P77	63+92.51	8,95199	30	1,957	0,076	0,076	3,902	3,906
P78	64+42.66	74,9143	40	30,646	10,39	8,248	48,653	52,3
P79	65+25.65	47,15826	40	17,458	3,644	3,34	32,001	32,923

P80	66+96.16	108,9513	30	35,017	18,026	10,474	40,694	47,539
P81	67+78.59	65,27458	50	32,022	9,375	7,895	53,932	56,963
P82	68+62.81	84,23356	35	31,644	12,184	9,038	46,945	51,455
P83	69+42.31	11,62041	30	2,544	0,129	0,128	5,062	5,07
P84	69+82.36	83,01461	25	22,124	8,384	6,278	33,136	36,222
P85	70+39.42	43,85473	40	16,102	3,119	2,894	29,874	30,616
P86	70+82.62	55,43344	30	13,135	3,241	2,869	23,256	24,189
P87	71+69.02	81,81997	30	21,664	8,08	6,107	32,744	35,701
P88	72+04.72	94,26468	30	26,934	11,748	7,992	36,646	41,131
P89	72+45.85	86,92029	30	23,691	9,442	6,854	34,392	37,926
P90	73+00.50	56,29109	55	29,424	7,376	6,504	51,889	54,036
P91	73+56.60	31,11829	30	6,961	0,951	0,916	13,412	13,578
P92	74+02.71	90,65765	40	40,462	16,896	11,879	56,892	63,291
P93	75+29.19	17,34998	80	12,206	0,926	0,915	24,133	24,225
P94	75+87.79	52,66792	60	29,698	6,948	6,227	53,233	55,154
P95	76+94.74	63,70964	30	15,534	4,433	3,765	26,388	27,799
P96	77+47.06	29,36916	50	13,103	1,688	1,633	25,35	25,629
P97	78+05.30	119,7473	30	43,082	24,81	12,452	43,246	52,25

Fuente:(Elaboración propia)

En el anexo 5 diseño geométrico se mostrara todas las curvas circulares que nos proporciona el programa civil 3D

2.4.4.1.- Peralte para las curvas circulares.-

El peralte se tomó de 7% para todas las curvas considerando que las mismas son menores a 350m tomando como referencia la **Fig. 2.3-3 VELOCIDAD ESPECIFICA EN CURVAS HORIZONTALES SEGUN SU RADIO – PERALTE Y FRICCIÓN TRANSVERSAL de la Administradora Boliviana de Carreteras.**

En la siguiente tabla se muestra el reporte que nos arroja el programa CIVIL 3D en función al diagrama de peraltes dicho diagrama se muestra en el **Anexo 11 PLANOS.**

Tabla 2.42: Reporte de Peraltes.

Nº de Curva	Progresiva	Descripción	Peralte Carril Izquierdo	Peralte Carril derecho
	0+000.00m	Inicio Alineación	-2.00%	-2.00%
1	0+040.04m	Inicio Transición Peralte	-2.00%	-2.00%
1	0+049.53m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
1	0+059.02m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
1	0+077.53m	Inicio Peralte máximo	5.90%	-5.90%
1	0+087.22m	Final Peralte máximo	5.90%	-5.90%
1	0+105.73m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
1	0+115.22m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
1	0+124.71m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
2	0+130.93m	Inicio transición Peralte	-2.00%	-2.00%
2	0+140.43m	Bombeo Horizontal	-2.00%	0.00%
2	0+149.92m	Bombeo Invertido	-2.00%	2.00%
2	0+168.43m	Inicio Peralte máximo	-5.90%	5.90%
2	0+188.73m	Final Peralte máximo	-5.90%	5.90%
3	0+235.06m	Final Peralte máximo	-7.00%	7.00%
3	0+252.52m	Inicio Peralte máximo	-7.00%	7.00%
4	0+312.87m	Inicio Peralte máximo	5.00%	-5.00%
4	0+351.40m	Final Peralte máximo	5.00%	-5.00%
5	0+394.24m	Final Peralte máximo	-7.00%	7.00%
5	0+397.17m	Inicio Peralte máximo	-7.00%	7.00%
6	0+427.74m	Final Peralte máximo	6.90%	-6.90%
6	0+442.71m	Inicio Peralte máximo	6.90%	-6.90%
7	0+477.12m	Final Peralte máximo	-7,00%	7,00%
7	0+482.57m	Inicio Peralte máximo	-7,00%	7,00%

8	0+543.21m	Inicio Peralte máximo	7,00%	-7,00%
8	0+573.84m	Final Peralte máximo	7,00%	-7,00%
8	0+600.24m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
8	0+609.84m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
8	0+619.44m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
9	0+628.02m	Inicio Transición Peralte	-2.00%	-2.00%
9	0+637.52m	Bombeo Horizontal	-2.00%	0.00%
9	0+647.02m	Bombeo Invertido	-2.00%	2.00%
9	0+674.39m	Inicio Peralte Máximo	-7.00%	7.00%
9	0+675.52m	Final Peralte Máximo	-7.00%	7.00%
10	0+706.45m	Inicio Peralte Máximo	7.00%	-7.00%
10	0+711.35m	Final Peralte Máximo	7.00%	-7.00%
11	0+788.42m	Inicio Peralte Máximo	-7.00%	7.00%
11	0+798.05m	Final Peralte máximo	-7.00%	7.00%
12	0+833.40m	Inicio Peralte máximo	5.00%	-5.00%
12	0+870.00m	Final Peralte máximo	5.00%	-5.00%
12	0+884.40m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
12	0+894.00m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
12	0+903.60m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
13	0+952.91m	Inicio Transición Peralte	-2.00%	-2.00%
13	0+962.51m	Bombeo Horizontal	-2.00%	0.00%
13	0+972.11m	Bombeo Invertido	-2.00%	2.00%
13	0+991.34m	Inicio Peralte máximo	-7,00%	7,00%
13	0+998.51m	Final Peralte máximo	-7,00%	7,00%
13	1+017.74m	Bombeo Invertido	-2.00%	2.00%
13	1+027.34m	Bombeo Horizontal	-2.00%	0.00%
13	1+036.94m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
14	1+038.89m	Inicio transición Peralte	-2.00%	-2.00%
14	1+048.39m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
14	1+057.89m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
14	1+067.33m	Inicio Peralte máximo	7.00%	-7.00%
14	1+086.39m	Final Peralte máximo	7.00%	-7.00%
14	1+095.83m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
14	1+105.33m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
14	1+114.83m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
15	1+116.58m	Inicio Transición Peralte	-2.00%	-2.00%
15	1+126.18m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
15	1+135.78m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
15	1+142.05m	Inicio Peralte máximo	7,00%	-7,00%
15	1+162.18m	Final Peralte máximo	7,00%	-7,00%

16	1+221.99m	Inicio Peralte máximo	6.40%	-6.40%
16	1+260.64m	Final Peralte máximo	6.40%	-6.40%
17	1+312.95m	Inicio Peralte máximo	-4.40%	4.40%
17	1+371.83m	Final Peralte máximo	-4.40%	4.40%
17	1+383.28m	Bombeo Invertido	-2.00%	2.00%
17	1+392.83m	Bombeo Horizontal	-2.00%	0.00%
17	1+402.37m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%
18	1+426.17m	Inicio Transición Peralte	-2.00%	-2.00%
18	1+435.77m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
18	1+445.37m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
18	1+447.77m	Inicio Peralte máximo	2.50%	-2.50%
18	1+556.57m	Final Peralte máximo	2.50%	-2.50%
19	1+568.58m	Inicio Peralte máximo	-5.00%	5.00%
19	1+629.61m	Final Peralte máximo	-5.00%	5.00%
20	1+648.61m	Inicio Peralte máximo	6.90%	-6.90%
20	1+673.33m	Final Peralte máximo	6.90%	-6.90%
20	1+696.76m	Bombeo Invertido	2.00%	-2.00%
20	1+706.33m	Bombeo Horizontal	0.00%	-2.00%
20	1+715.89m	Inicio Bombeo Normal	-2.00%	-2.00%

Fuente:(Elaboración propia)

El reporte completo de las 97 curvas del tramo en estudio se mostrara en el **Anexo 5 DISEÑO GEOMETRICO**.

2.4.4.2.- Ensanche de curvas circulares.-

Para el ensanche de las curvas se tomó en cuenta la tabla 2.3-11 de la Administradora Boliviana de Carreteras.

A continuación se mostrara la tabla de sobre anchos o ensanches para las curvas en el trazo.

Tabla 2.43: Ensanche de Curvas Circulares

Nº	Prog.(m)	Radio (R)	E (m)	e int. (m)	e int. Const	e ext. (m)	e ext. Const
P1	0+68.201	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P2	1+59.094	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P3	2+39.858	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P4	3+04.872	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P5	3+84.505	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P6	4+31.708	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P7	4+70.576	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P8	5+31.211	45	2,156	1,186	1,00	0,970	1
P9	6+62.851	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P10	6+93.786	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P11	7+75.753	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P12	8+25.400	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P13	9+86.513	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P14	10+73.72	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P15	11+50.18	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P16	12+11.66	60	1,654	0,910	1,00	0,744	1
P17	13+05.95	120	0,902	0,496	0,50	0,406	0,5
P18	14+43.76	250	0,511	0,281	0,50	0,230	0,5
P19	15+60.57	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P20	16+37.60	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P21	17+61.53	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P22	18+80.38	110	0,970	0,534	0,50	0,437	0,5
P23	20+71.73	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P24	21+44.74	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P25	23+04.10	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5

P26	23+74.72	150	0,752	0,413	0,50	0,338	0,5
P27	24+47.38	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P28	25+00.09	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P29	25+47.80	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P30	26+20.34	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P31	27+15.89	200	0,601	0,331	0,50	0,271	0,5
P32	28+60.25	250	0,511	0,281	0,50	0,230	0,5
P33	30+01.97	80	1,278	0,703	1,00	0,575	0,5
P34	30+65.86	250	0,511	0,281	0,50	0,230	0,5
P35	31+42.07	250	0,511	0,281	0,50	0,230	0,5
P36	32+07.92	150	0,752	0,413	0,50	0,338	0,5
P37	33+29.18	50	1,955	1,075	1,00	0,880	0,1
P38	33+49.26	50	1,955	1,075	1,00	0,880	0,1
P39	34+17.69	55	1,791	0,985	1,00	0,806	0,1
P40	35+38.01	80	1,278	0,703	1,00	0,575	0,5
P41	38+72.68	80	1,278	0,703	1,00	0,575	0,5
P42	40+45.95	90	1,153	0,634	0,50	0,519	0,5
P43	41+12.09	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P44	41+88.28	150	0,752	0,413	0,50	0,338	0,5
P45	42+38.58	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P46	43+26.63	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P47	44+10.39	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P48	44+35.84	71	1,421	0,782	1,00	0,640	0,5
P49	44+70.53	40,5	2,378	1,308	1,00	1,070	1
P50	45+06.58	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P51	45+34.45	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P52	45+76.64	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P53	46+04.17	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P54	46+94.12	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5

P55	47+27.19	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P56	47+97.54	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P57	48+48.81	40	2,406	1,323	1,50	1,083	1
P58	49+42.22	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P59	49+80.12	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P60	50+24.07	80	1,278	0,703	1,00	0,575	0,5
P61	51+07.79	250	0,511	0,281	0,50	0,230	0,5
P62	51+82.13	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P63	52+48.51	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P64	53+14.59	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P65	53+50.871	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P66	54+85.48	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P67	55+40.72	40	2,406	1,323	1,50	1,083	1
P68	56+03.10	70	1,439	0,792	1,00	0,648	0,5
P69	56+65.80	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P70	57+10.76	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P71	58+84.29	100	1,053	0,579	0,50	0,474	0,5
P72	59+50.41	60	1,654	0,910	1,00	0,744	0,5
P73	60+86.79	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P74	62+31.05	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P75	62+50.64	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P76	63+16.52	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P77	63+92.51	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P78	64+42.66	40	2,406	1,323	1,50	1,083	1
P79	65+25.65	40	2,406	1,323	1,50	1,083	1
P80	66+96.16	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P81	67+78.59	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P82	68+62.81	35	2,729	1,501	1,50	1,228	1
P83	69+42.31	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5

P84	69+82.36	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P85	70+39.42	40	2,406	1,323	1,00	1,083	1
P86	70+82.62	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P87	71+69.02	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P88	72+04.72	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P89	72+45.85	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P90	73+00.50	55	1,791	0,985	1,00	0,806	1
P91	73+56.60	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P92	74+02.71	40	2,406	1,323	1,50	1,083	1
P93	75+29.19	80	1,278	0,703	1,00	0,575	0,5
P94	75+87.79	60	1,654	0,910	1,00	0,744	1
P95	76+94.74	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5
P96	77+47.06	50	1,955	1,075	1,00	0,880	1
P97	78+05.30	30	3,158	1,737	1,50	1,421	1,5

Fuente:(Elaboración propia)

Como se puede observar los sobreechamientos para este tipo de caminos son muy grandes puesto que los radios son pequeños y no justifica porque se tiene una velocidad de 30 km/h.

Según la tabla **3,1-1 Resumen de anchos de plataforma en terraplén y de sus elementos a nivel de rasante Pág. 3-4** los caminos de desarrollo no tiene sobre ancho interno ni externo para fines académicos se calculó los sobre anchos para cada curva y observar su comportamiento en una topografía con radios pequeños estos se calcularon con la tabla 2.3.12 de la ABC también incluida como *Ensanche de la Calzada E (m)*.

Para el tramo en estudio se asumió un sobreechamiento mínimo de 0.5m el mismo se presentara en el *Anexo5 DISEÑO GEOMETRICO* para las 97 curvas que hay en el tramo.

A continuación se presenta la tabla de sobreechamientos para 17 curvas del tramo en estudio.

Tabla 2.44: Detalle de Ensanches para Curvas Circulares

	Descripción	Progresiva	Sobreeancho	Berma	Sobreeancho
CURVA 1	Inicio transición sobreeancho	0+40.04m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	0+68.20m	0,37	0,5	0,87
	Sobreeancho máximo	0+77.53m	0,50	0,5	1

	Descripción	Progresiva	Sobreeancho	Berma	Sobreeancho
CURVA 2	Inicio transición sobreeancho	0+130.93m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	0+159.1m	0,37	0,5	0,87
	Sobreeancho máximo	0+168.43m	0,50	0,5	1

CURVA 3	Sobreeancho máximo	0+239.858	0,50	0,5	1
CURVA 4	Sobreeancho máximo	0+304.872	0,50	0,5	1
CURVA 5	Sobreeancho máximo	0+384.505	0,50	0,5	1
CURVA 6	Sobreeancho máximo	0+431.708	0,50	0,5	1
CURVA 7	Sobreeancho máximo	0+470.576	0,50	0,5	1
CURVA 8	Sobreeancho máximo	0+531.211	0,50	0,5	1

	Descripción	Progresiva	Sobreeancho	Berma	Sobreeancho
CURVA 9	Inicio transición sobreeancho	0+628.02m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	0+662.851	0,38	0,5	0,878
	Sobreeancho máximo	0+674.39m	0,50	0,5	1

CURVA 10	Sobreeancho máximo	0+693.786	0,50	0,5	1
CURVA 11	Sobreeancho máximo	0+775.753	0,50	0,5	1
CURVA 12	Sobreeancho máximo	0+825.400	0,50	0,5	1

	Descripción	Progresiva	Sobreeancho	Berma	Sobreeancho
CURVA 13	Inicio transición sobreeancho	0+952.91m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	0+986.513	0,44	0,5	0,94
	Sobreeancho máximo	0+991.34m	0,50	0,5	1

CURVA 14	Descripción	Progresiva	Sobreebancho	Berma	Sobreebancho
	Inicio transición sobreebancho	1+038.89m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	1+073.72	0,50	0,5	1
	Sobreebancho máximo	1+067.33m	0,50	0,5	1

CURVA 15	Descripción	Progresiva	Sobreebancho	Berma	Sobreebancho
	Inicio transición sobreebancho	1+116.58m	0,00	0,5	0,5
	Principio de curva	1+150.18	0,50	0,5	1
	Sobreebancho máximo	1+142.05m	0,50	0,5	1

Fuente:(Elaboración propia)

2.4.5.-Curvas verticales.-

Para el cálculo de las curvas verticales se tomó en cuenta los diferentes parámetros de la ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS

Tabla 2.45: Resumen de Parámetros

CARACTERÍSTICA	PARAMETRO
Categoría de la carretera	Desarrollo
Calzada	Doble 6.0 m
Carril	Simple 3.00 m
Topografía	Terreno montañoso
Velocidad de proyecto (km. /hr.)	30.0
Pendiente máxima en rectas (%)	10-12
Distancia mínima de visibilidad frenado(m)	180.0
Longitud min 2T (m)	30.00

Fuente:(Elaboración propia)

A continuación se mostrara la tabla resumen de las curvas circulares que nos da el AUTOCAD CIVIL 3D.

Tabla 2.46: Curvas Verticales.

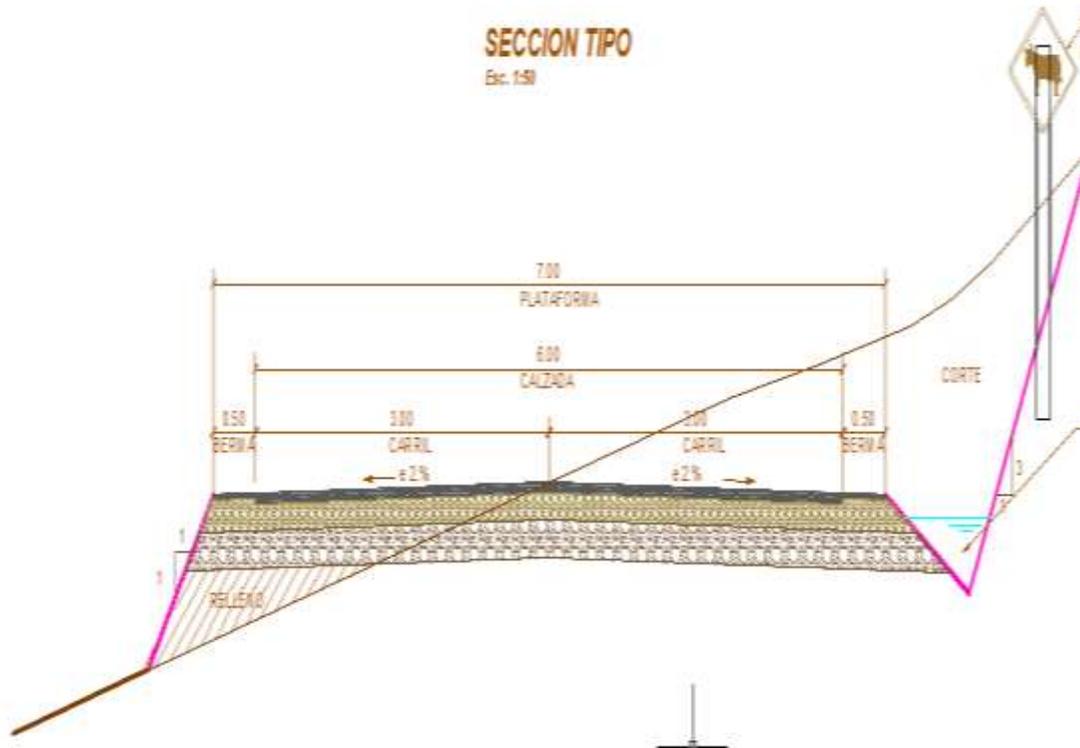
N°	Prog.(m)	Elevación (m)	Grado (%)	Tipo de curva	Valor de K	Longitud (m)
P1	0+58.629	1.907.141	-1.19	CONCAVA	4.539	40
P2	0+262.694	1.904.718	-8.19	CONVEXA	8.562	60
P3	0+407.942	1.892.815	8.80	CONCAVA	2.354	40
P4	0+571.708	1.907.223	-3.89	CONVEXA	6.303	80
P5	0+794.000	1.898.564	10.00	CONCAVA	3.239	45
P6	0+931.427	1.912.307	4.80	CONVEXA	11.547	60
P7	1+132.722	1.921.977	7.55	CONCAVA	21.868	60
P8	1+302.242	1.934.772	0.50	CONVEXA	8.513	60
P9	1+445.143	1.935.487	4.38	CONCAVA	15.482	60
P10	1+662.564	1.945.000	2.56	CONVEXA	32.994	60
P11	1+790.274	1.948.266	7.24	CONCAVA	17.089	80
P12	1+909.568	1.956.900	3.59	CONVEXA	21.928	80
P13	2+012.816	1.960.607	-7.07	CONVEXA	5.627	60
P14	2+095.531	1.954.756	6.18	CONCAVA	5.280	70
P15	2+220.775	1.962.501	1.62	CONVEXA	13.158	60
P16	2+354.723	1.964.676	-10.00	CONVEXA	8.603	100
P17	2+440.250	1.956.123	-7.77	CONCAVA	26.902	60
P18	2+600.136	1.943.701	-1.55	CONCAVA	9.649	60
P19	2+800.000	1.940.600	0.50	CONCAVA	48.747	100
P20	2+934.226	1.941.271	-8.48	CONVEXA	11.141	100
P21	3+131.539	1.924.546	-10.00	CONVEXA	39.376	60
P22	3+250.000	1.912.700	-9.12	CONCAVA	68.360	60
P23	3+354.099	1.903.204	-3.60	CONCAVA	10.865	60
P24	3+443.091	1.900.000	-2.07	CONCAVA	39.151	60
P25	3+574.000	1.897.293	0.93	CONCAVA	20.016	60
P26	3+707.933	1.898.539	-0.55	CONVEXA	40.478	60
P27	3+929.874	1.897.313	3.60	CONCAVA	14.440	60
P28	4+017.402	1.900.467	12.00	CONCAVA	7.145	60

P29	4+110.104	1.911.591	5.77	CONVEXA	9.627	60
P30	4+248.771	1.919.589	-2.43	CONVEXA	7.323	60
P31	4+476.837	1.914.056	7.68	CONCAVA	3.958	40
P32	4+581.346	1.922.083	10.00	CONCAVA	17.244	40
P33	4+749.009	1.938.849	-2.63	CONVEXA	8.712	110
P34	4+873.338	1.935.584	-7.48	CONVEXA	12.366	60
P35	4+950.000	1.929.850	3.14	CONCAVA	5.652	60
P36	5+041.172	1.932.711	-5.02	CONVEXA	7.356	60
P37	5+157.649	1.926.865	6.74	CONCAVA	6.805	80
P38	5+300.326	1.936.477	10.00	CONCAVA	18.387	60
P39	5+422.960	1.948.740	6.51	CONVEXA	28.652	100
P40	5+562.511	1.957.825	4.32	CONVEXA	27.394	60
P41	5+634.994	1.960.956	-10.00	CONVEXA	4.190	30
P42	5+831.849	1.941.270	0.96	CONCAVA	4.425	40
P43	6+005.133	1.939.607	3.91	CONCAVA	8.210	40
P44	6+104.780	1.943.505	7.74	CONCAVA	10.462	40
P45	6+229.464	1.953.150	10.00	CONCAVA	44.156	100
P46	6+510.055	1.981.209	0.86	CONVEXA	6.565	60
P47	6+810.000	1.983.790	-4.79	CONVEXA	17.705	100
P48	6+885.802	1.980.160	-8.85	CONVEXA	14.773	60
P49	6+961.739	1.973.440	-1.01	CONCAVA	7.652	60
P50	7+161.125	1.971.430	-10.00	CONVEXA	12.232	110
P51	7+264.165	1.961.125	1.11	CONCAVA	3.600	40
P52	7+386.714	1.962.485	-8.05	CONVEXA	4.367	40
P53	7+447.541	1.957.588	4.86	CONCAVA	3.098	40
P54	7+502.314	1.960.251	1.6	CONVEXA	12.307	40
P55	7+610.472	1.961.993	10.00	CONCAVA	7.153	60
P56	7+775.643	1.978.511	8,36	CONVEXA	60.798	100

Fuente:(Elaboración propia

2.4.5.1.--Sección transversal.

frame]



2.4.6.-Movimiento de tierras.-

Cálculo de volumen de Excedentes

$$E_c = \sum \text{Excedente de corte}$$

$$E_R = \sum \text{Excedente de relleno}$$

$$V_c = \text{Volumen de excedente} = E_c + E_R$$

A continuación se mostrará el movimiento de tierras del primer kilómetro la tabla completa se la mostrará en el anexo 6 (Movimiento de tierras).

Tabla 2.47: Movimiento de Tierras.

<u>Progresiva</u>	<u>Area corte</u>	<u>Volume n corte</u>	<u>Relleno area</u>	<u>Volumen relleno</u>	<u>Corte Acumulado</u>	<u>Relleno Acumulado</u>	<u>Volumen neto</u>
0+000.000	1,51	0	0	0	0	0	0
0+020.000	5,87	73,8	0,6	6,02	73,8	6,02	67,78
0+040.000	13,88	197,49	8,78	93,77	271,28	99,79	171,49
0+060.000	9,13	230,05	12,88	216,55	501,34	316,34	185
0+070.000	12,44	105,63	0,93	69,22	606,97	385,56	221,41
0+080.000	4,15	74,89	0,23	5,81	681,86	391,37	290,49
0+090.000	7,65	56,08	0	1,06	737,94	392,43	345,51
0+100.000	16,2	113,6	0,03	0,14	851,54	392,57	458,98
0+120.000	0	161,98	9,08	91,09	1013,52	483,65	529,87
0+140.000	0	0	12,85	219,32	1013,52	702,97	310,55
0+160.000	0,66	6,57	7,71	205,57	1020,1	908,53	111,56
0+170.000	1,84	12,83	2,32	54,78	1032,93	963,32	69,61
0+180.000	1,43	16,86	0,14	13,23	1049,79	976,55	73,24
0+190.000	0,96	12,28	0,22	1,66	1062,07	978,21	83,86
0+200.000	0,67	8,3	0,73	4,43	1070,37	982,64	87,73
0+220.000	2,58	32,49	0,51	12,35	1102,86	994,98	107,88
0+240.000	1,77	43,5	0,61	11,15	1146,36	1006,13	140,23
0+260.000	6,92	88,09	0,31	8,04	1234,45	1014,17	220,28
0+280.000	14,35	212,76	0,54	8,51	1447,21	1022,68	424,53
0+300.000	19,79	341,41	3,16	37,04	1788,62	1059,72	728,89
0+310.000	13,16	165,85	8,22	54,5	1954,47	1114,22	840,25
0+320.000	3,48	84,9	5,65	63,77	2039,37	1177,99	861,38
0+330.000	2,54	30,66	4,5	46,68	2070,03	1224,68	845,36
0+340.000	2,66	26,07	5,19	46,16	2096,1	1270,83	825,27
0+350.000	0,2	14,32	6,62	58,06	2110,42	1328,89	781,52
0+360.000	3,41	18	3,88	51,5	2128,41	1380,39	748,02

0+380.000	7,11	105,15	3,05	69,35	2233,56	1449,74	783,82
0+390.000	12,98	102,64	1,35	20,15	2336,2	1469,88	866,31
0+400.000	2,82	82,02	4,78	25,16	2418,22	1495,04	923,18
0+420.000	0,09	29,09	20,32	247,7	2447,31	1742,74	704,57
0+450.000	4,29	65,52	15,32	541,89	2512,83	2284,63	228,2
0+460.000	2,2	32,47	16,72	160,21	2545,3	2444,83	100,47
0+480.000	2,15	45,47	6,63	217,44	2590,77	2662,28	-71,51
0+500.000	10,47	129,01	0	60,15	2719,77	2722,43	-2,65
0+520.000	6,56	170,34	8,92	89,18	2890,11	2811,6	78,51
0+540.000	10,22	161,21	0	95,89	3051,31	2907,49	143,82
0+550.000	9,33	89,61	0	0	3140,93	2907,49	233,44
0+560.000	5,74	69,54	0	0	3210,47	2907,49	302,98
0+570.000	6,5	57,15	0	0	3267,61	2907,49	360,12
0+580.000	3,99	49,52	0,11	0,43	3317,13	2907,92	409,21
0+600.000	8,18	120,74	0	1	3437,87	2908,91	528,95
0+620.000	13,07	212,53	9,43	94,32	3650,39	3003,24	647,15
0+640.000	17,68	307,52	2,84	122,7	3957,91	3125,94	831,97
0+660.000	10,8	284,8	0	28,37	4242,71	3154,31	1088,4
0+670.000	7,77	93,84	1,76	8,66	4336,55	3162,98	1173,57
0+680.000	6,17	70,68	4,62	28,19	4407,23	3191,17	1216,06
0+700.000	26,55	328,53	0,53	51,22	4735,76	3242,39	1493,37
0+710.000	25,9	229,3	0,05	3,62	4965,06	3246,01	1719,05
0+720.000	22,92	207,29	7,88	48,79	5172,35	3294,79	1877,55
0+740.000	27,02	483,13	15,6	246,63	5655,47	3541,42	2114,05
0+760.000	21,61	486,31	10,86	264,56	6141,79	3805,98	2335,81
0+780.000	15,61	386,21	7,84	176,72	6527,99	3982,7	2545,3
0+790.000	2,73	108	8,14	69,82	6635,99	4052,52	2583,47
0+800.000	2,59	25,52	14,85	132,45	6661,51	4184,97	2476,54
0+810.000	19,46	91,7	9,58	151,95	6753,2	4336,91	2416,29

0+820.000	37,78	283,01	1,31	55,48	7036,22	4392,39	2643,83
0+830.000	39,26	392,2	0	6,33	7428,42	4398,73	3029,7
0+840.000	36,35	390,13	0,38	1,78	7818,55	4400,51	3418,04
0+850.000	33,29	357,18	0,06	2,07	8175,73	4402,58	3773,15
0+860.000	25,88	301,37	0,04	0,49	8477,1	4403,07	4074,03
0+870.000	14,16	202,03	0,6	3,47	8679,12	4406,54	4272,59
0+880.000	8,23	111,83	2,2	14,63	8790,95	4421,17	4369,78
0+900.000	12,98	212,1	1,25	34,49	9003,05	4455,66	4547,39
0+920.000	11,43	244,07	1,98	32,25	9247,12	4487,91	4759,21
0+940.000	6	174,3	7,11	90,9	9421,42	4578,82	4842,6
0+960.000	10,02	160,28	2,19	92,96	9581,7	4671,78	4909,92
0+980.000	4,67	146,9	4,8	69,82	9728,6	4741,6	4987
0+990.000	4,83	47,46	6,56	58,35	9776,06	4799,94	4976,12
1+000.000	6,33	57,23	1,83	39,98	9833,29	4839,92	4993,37

Fuente:(Elaboración propia)

Volumen de excedencia 119204.08-41984.86 = 77219.22 m³

Volumen de excedencia 77219.22 m³

La tabla completa se mostrara en el *Anexo 6 (Movimiento de Tierras.)*

2.4.7.- DISEÑO ESTRUCTURAL.

2.4.7.1.- Diseño de Pavimento Flexible por el método AASHTO – 93.

El modelo básico del método AASHTO, se resume en la siguiente ecuación:

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Donde:

$W_{18} = 128333,59$ ESAL Número de eje equivalentes expresados en ESAL

$R = 75$ Nivel de confiabilidad

$Z_r = 0.674$ Desviación normal standard para el grado de confiabilidad R elegido.

$S_o = 0.49$ Error standard combinado de las predicciones de tránsito y de comportamiento.

$P_i = 4.2$ Serviciabilidad inicial

$P_t = 2.0$ Serviciabilidad final

$\Delta PSI = 2.2$ Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final.

$M_r = 18000$ [PSI] Modulo Resilente de la Subrasante.

$CBR_{s-r} = 12\%$ Valor de Soporte California (Subrasante).

$M_R = 1500 * CBR$ [PSI] Fórmula Empírica Según AASTHO.

Para el cálculo de los espesores se introducen estos datos al programa **GUIA AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS (1993)**.

POR: Luis Ricardo Vásquez Varela Ingeniero Civil. Manizales. Colombia. 2006.

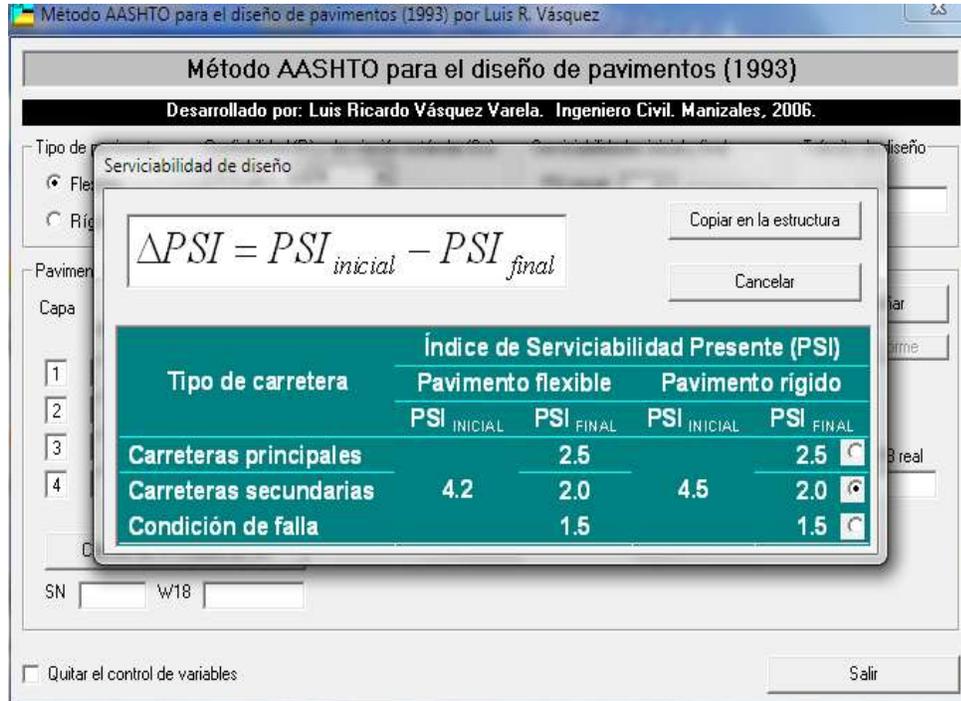
2.4.7.1.1.-Procedimiento del programa.-

- ❖ Primero elegimos el nivel de confiabilidad tomando en cuenta la siguiente tabla AASHTO incluida en el programa.

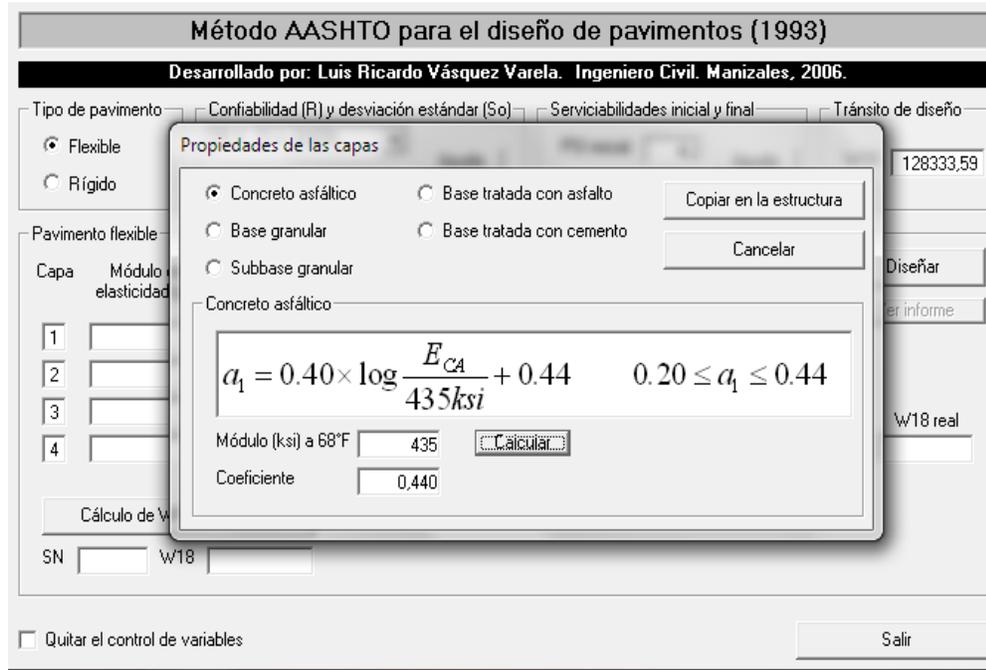
Clasificación funcional	Confiabilidad sugerida (R %)	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 – 80

Caso de análisis	Desviación estándar total (So)	
	Pavimento flexible	Pavimento rígido
Rango	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Considerando la varianza del tránsito futuro	0.49 <input checked="" type="radio"/>	0.39 <input checked="" type="radio"/>
Sin considerar la varianza del tránsito futuro	0.44 <input type="radio"/>	0.34 <input type="radio"/>

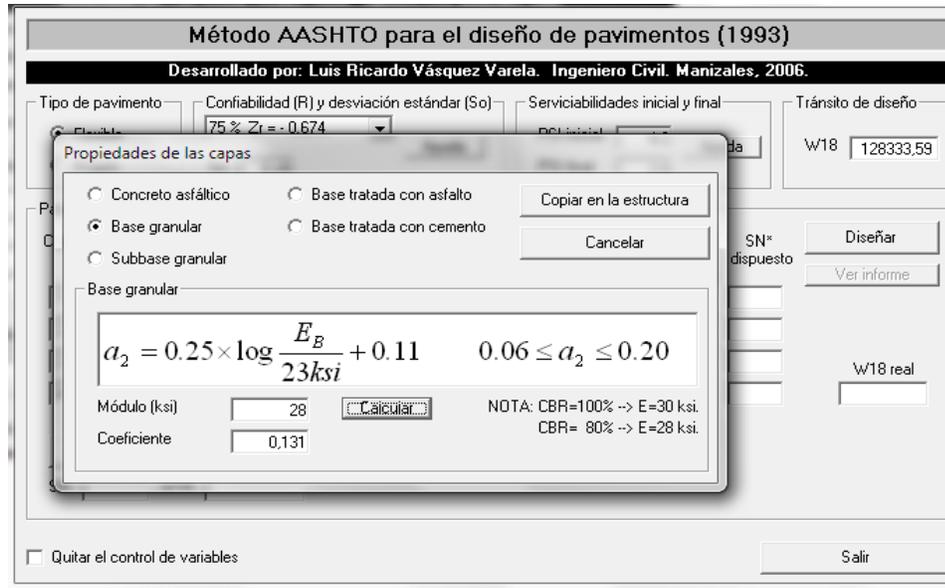
- ❖ Luego elegimos el índice de servicialidad inicial y el índice de servicialidad final de acuerdo a la siguiente tabla.



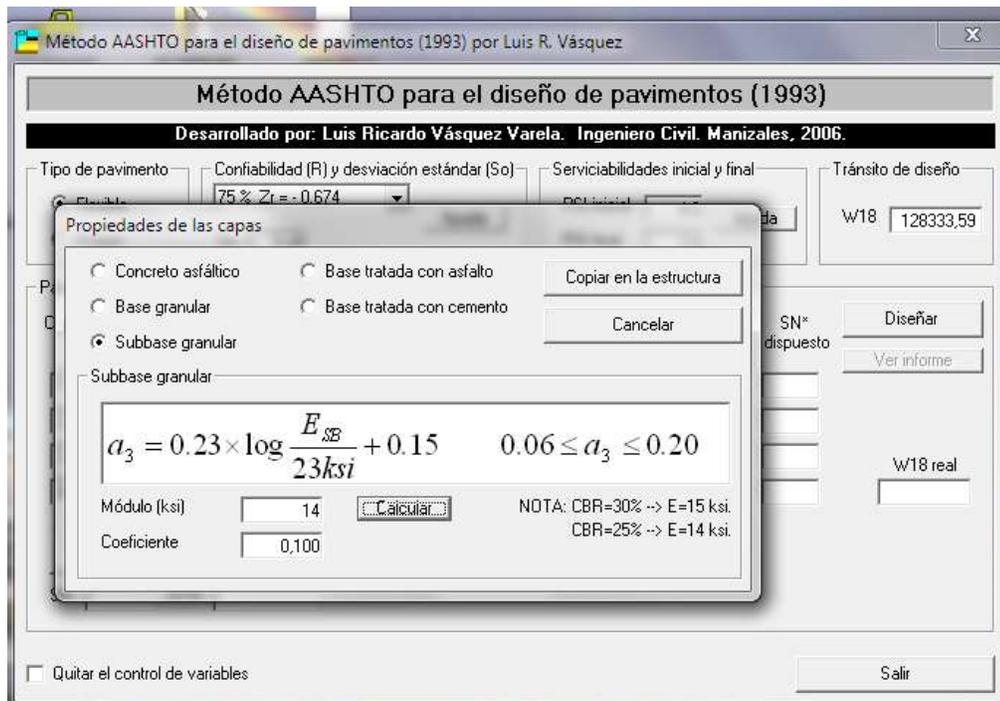
- ❖ Luego se pasa a elegir las propiedades de las capas en este caso del concreto asfáltico. (Carpeta Asfáltica – $a_1 = 0.44$ Obtenido de la Fig 2.5 pag II-18 Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO – 93)



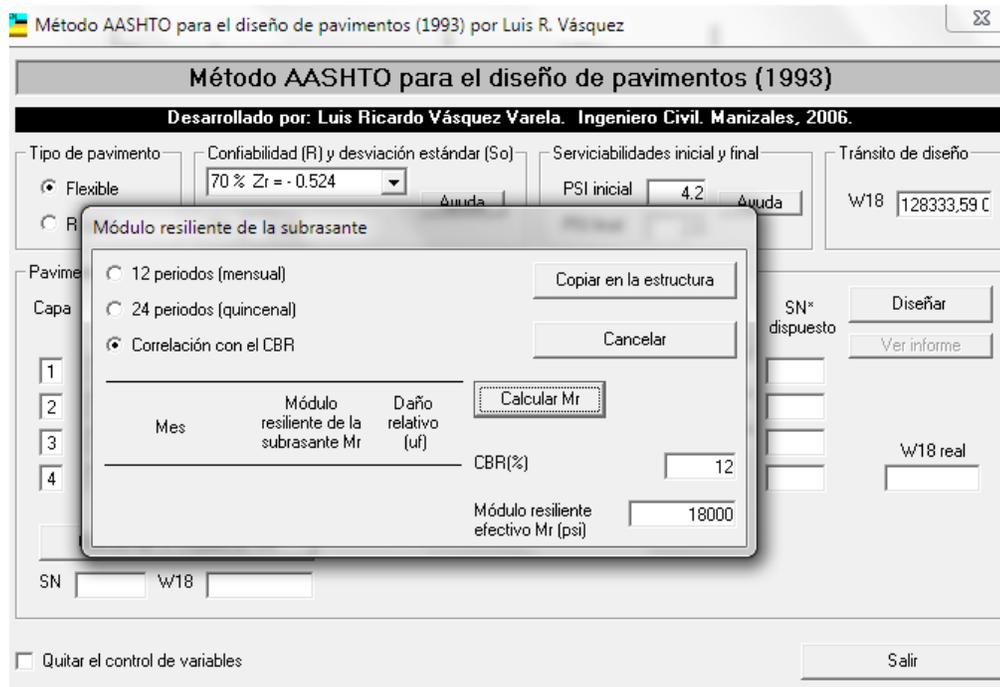
- ❖ Propiedades de la capa base. **Bases Granulares – $a_2 = 0.131$** (Obtenido de la Fig 2.6 pag II-19 Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO - 93)



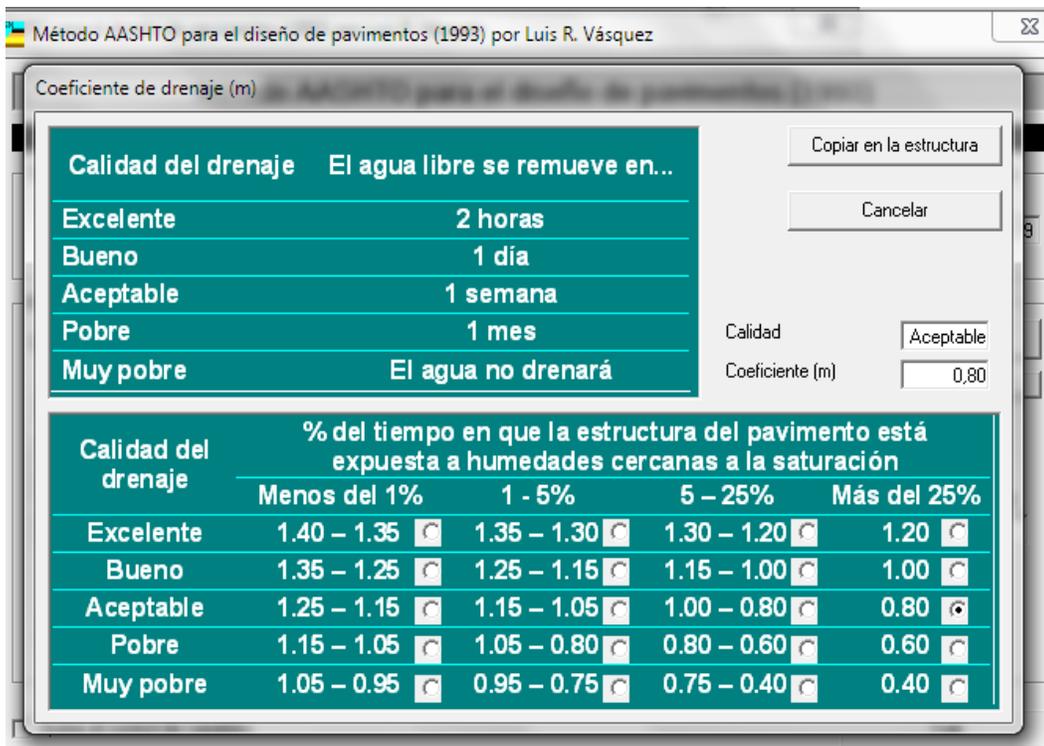
- ❖ Propiedades de la capa sub base. (**Sub Bases Granulares – $a_3 = 0.10$** (Obtenido de la Fig 2.7 pag II-21 Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO - 93)



- ❖ Cálculo del módulo resiliente de la subrasante.



- ❖ Coeficiente de drenaje se adoptó de acuerdo al tipo de drenaje de la carretera.



Resultados del paquete arrojados por el programa.

```

Copiar en el portapapeles Cancelar
GUÍA AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS (1993)
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, Colombia. 2005.

PAVIMENTO FLEXIBLE
Confiabilidad : 75 % Zr = - 0.674
Desviación estándar (So) : 0,49
PSI inicial : 4,20
PSI final : 2,00
Tránsito de diseño (W18) : 1,947E+005
Módulo resiliente de la subrasante (Mr)-psi- : 1,800E+004
=====
Capa Módulo (psi) a() m()
=====
1 4,350e+005 0,44 1,00
2 2,800e+004 0,13 1,00
3 1,400e+004 0,10 0,80
=====
SN necesario: 1,70. SN dispuesto: 2,06
=====
SN D (plg) D redon(plg) D*(plg) SN*
=====
1,00 3,00E+00 3,00E+00 3,00E+00 1,00
1,00 2,00E+00 3,00E+00 4,00E+00 0,00
1,00 -4,00E+00 0,00E+00 0,00E+00 0,00
=====
Tránsito real para la estructura dispuesta : 6,301E+005

```

Entonces con el SN necesario calculamos los espesores:

$$SN = a1 * e1 + a2 * e2 * m1 + a3 * e3 * m2$$

Donde:

SN = 1.58 Numero estructural necesario

$a1 = 0.44$ Propiedad de la carpeta asfáltica

$a2 = 0.13$ Propiedad de la capa base granular

$a3 = 0.10$ Propiedad de la capa sub base

$e1 =$ Espesor de la capa de rodadura

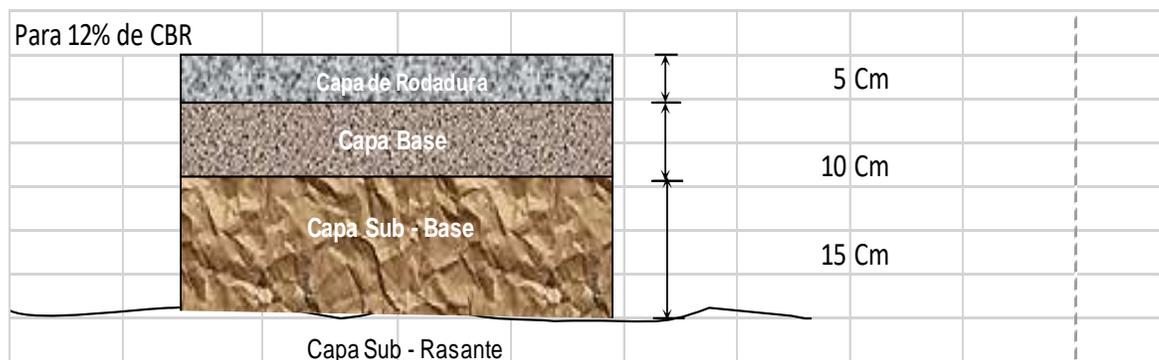
$e_2 =$ Espesor de la capa base.

$e_3 =$ Espesor de la capa sub base

m_1 y $m_2 =$ Coeficientes de drenaje de la capa base y la capa sub base

$$m_1 = 1 \quad m_2 = 0.8$$

Asumimos los valores mínimos constructivos para la capa de rodadura **5cm** y para la capa base de **10cm** y calculamos el valor de la capa sub base introduciendo los datos a la formula donde nos sale un valor de 10.125cm lo que adoptamos el valor mínimo constructivo de 15cm para la capa sub base.



2.4.7.2.- Diseño de Tratamiento Superficial doble por el Método AASHTO – 93.

Para el diseño de espesores de las capas del tratamiento superficial doble se tomó como referencia la siguiente tabla (3.36) sacada del CAPITULO IV: Pavimentos de Concreto Asfáltico Método AASHTO-93 Pág. 144 de la UMSS. De la facultad de Ciencias y Tecnología.

Tabla 2.48. Espesores Mínimos, en Pulgadas, en Función de los Ejes Equivalentes

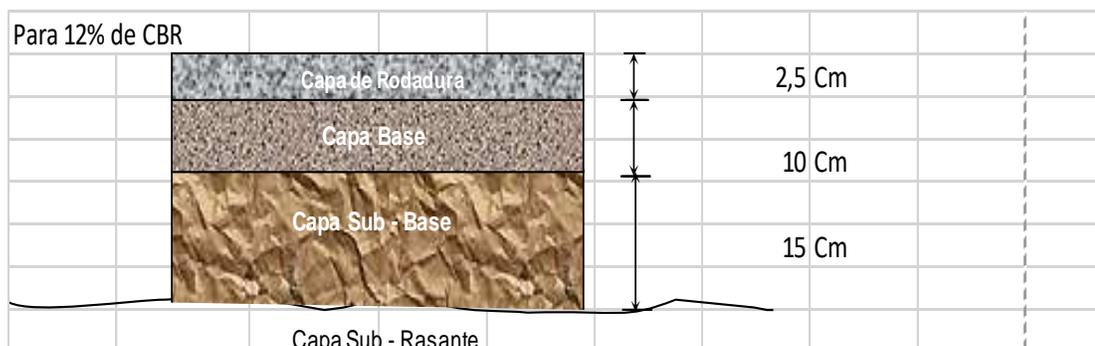
Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpetas De Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,001 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

Fuente Manual AASHTO 93.

Al igual que el pavimento flexible se introducen los valores a la fórmula del SN con la única diferencia que se cambia la propiedad de la carpeta asfáltica por la del tratamiento superficial doble en este caso $a_1 = 0.23$

$$SN = a_1 * e_1 + a_2 * e_2 * m_1 + a_3 * e_3 * m_2$$

Para el tratamiento superficial las capa sub base y la capa base se mantienen lo único que cambia es el espesor de la capa de rodadura en este caso el tratamiento superficial doble.



2.4.8.-DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE.

2.4.8.1.- Diseño de Cunetas.-

El diseño de cunetas se realizó utilizando la fórmula racional.

Ecuación Racional:

$$Q_d = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/seg)

I = Intensidad de precipitación en los 10 minutos de máxima concentración (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía (0.55 zona con vegetación media)

A = Área de aporte (Ha).

A continuación se muestra el procedimiento efectuado para el cálculo de una cuneta en el tramo en estudio Prog. 0+000 - 0+056 lado izquierdo.

Datos:

i = 15.74 mm/h

C = 0.55

A = 0.12 Ha

n = 0.014 Coeficiente de rugosidad (n=0.014 canales revestidos con concreto)

S = 10 Pendiente del tramo.

Reemplazamos en la formula racional y calculamos el caudal.

$Q = 0.0029 \text{ (m}^3\text{/seg.)}$.

Calculando el tirante normal aplicando el programa de "HCANALES" de (Máximo Villón Béjar) se tiene los siguientes resultados:

Datos :			
Caudal (Q)	<input type="text" value="0.0029"/>	m ³ /s	
Ancho de solera (b)	<input type="text" value="0.00"/>	m	
Talud (Z)	<input type="text" value="2.00"/>		
Rugosidad (n)	<input type="text" value="0.025"/>		
Pendiente (S)	<input type="text" value="0.10"/>	m/m	

Resultados :					
Tirante normal (y)	<input type="text" value="0.0407"/>	m	Perímetro (p)	<input type="text" value="0.1820"/>	m
Area hidráulica (A)	<input type="text" value="0.0033"/>	m ²	Radio hidráulico (R)	<input type="text" value="0.0182"/>	m
Espejo de agua (T)	<input type="text" value="0.1628"/>	m	Velocidad (v)	<input type="text" value="0.8753"/>	m/s
Número de Froude (F)	<input type="text" value="1.9589"/>		Energía específica (E)	<input type="text" value="0.0797"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

Se tiene como resultado un tirante normal de: $y = 0,0407 \text{ m}$ $y + \text{borde libre} = 0.17\text{m}$

Se asume una sesión de la cuneta triangular de: $a = 0.40 \text{ m}$ $h = 0.30\text{m}$ como todas las cunetas no exceden esta dimensión se asume para todas la misma sección.

El cálculo de cada una de las cunetas se mostrara en el *Anexo 8 (DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE)*.

A continuación se mostrara un resumen de cunetas del tramo en estudio.

Tabla 2.49: Resumen de Cunetas.

Progresiva	Longitud "m"	Seccion adoptada	Lado	
		"m"	Izquierda	Derecha
0+ 000 - 0+ 056	56,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
0+ 056 - 0+ 183	127,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 183 - 0+ 263	80,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
0+ 263 - 0+ 300	37,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 300 - 0+ 410	110,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
0+ 410 - 0+ 470	60,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
0+ 470 - 0+ 585	115,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 585 - 0+ 687	102,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 687 - 0+ 794	107,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 794 - 0+ 870	76,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
0+ 870 - 0+ 960	90,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
0+ 960 - 1+ 030	70,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
1+ 030 - 1+ 100	70,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
1+ 100 - 1+ 250	150,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
1+ 250 - 1+ 318	68,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
1+ 318 - 1+ 425	107,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
1+ 425 - 1+ 600	175,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
1+ 600 - 1+ 750	150,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
1+ 750 - 1+ 900	150,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
1+ 900 - 2+ 003	103,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 003 - 2+ 072	69,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 072 - 2+ 120	48,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 120 - 2+ 250	130,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 250 - 2+ 320	70,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
2+ 320 - 2+ 395	75,00	h=0,30 a=0,40		Derecha

2+ 395 - 2+ 480	85,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
2+ 480 - 2+ 520	40,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
2+ 520 - 2+ 600	80,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
2+ 600 - 2+ 635	35,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 635 - 2+ 800	165,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 800 - 2+ 906	106,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
2+ 906 - 2+ 952	46,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
2+ 952 - 3+ 065	113,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 065 - 3+ 134	69,00	h=0,30 a=0,40	izquierda	Derecha
3+ 134 - 3+ 180	46,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 180 - 3+ 250	70,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 250 - 3+ 370	120,00	h=0,30 a=0,40	izquierda	
3+ 380 - 3+ 410	30,00	h=0,30 a=0,40	izquierda	
3+ 415 - 3+ 573	158,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 573 - 3+ 630	57,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 670 - 3+ 800	130,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 800 - 3+ 939	139,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
3+ 939 - 4+ 028	89,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 028 - 4+ 092	64,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
4+ 092 - 4+ 200	108,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 200 - 4+ 260	60,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 260 - 4+ 327	67,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 327 - 4+ 480	153,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
4+ 480 - 4+ 590	110,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
4+ 590 - 4+ 690	100,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
4+ 690 - 4+ 779	89,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 779 - 4+ 846	67,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 846 - 4+ 951	105,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
4+ 951 - 5+ 020	69,00	h=0,30 a=0,40		Derecha

5+ 020 - 5+ 152	132,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
5+ 152 - 5+ 171	19,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
5+ 179 - 5+ 254	75,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
5+ 254 - 5+ 325	71,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
5+ 325 - 5+ 400	75,00	h=0,30 a=0,45		Derecha
5+ 400 - 5+ 495	95,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
5+ 495 - 5+ 520	25,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
5+ 520 - 5+ 625	105,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
5+ 625 - 5+ 726	101,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
5+ 726 - 5+ 851	125,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
5+ 861 - 5+ 988	127,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
5+ 988 - 6+ 120	132,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
6+ 120 - 6+ 145	25,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
6+ 145 - 6+ 210	65,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
6+ 210 - 6+ 275	65,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 275 - 6+ 357	82,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 357 - 6+ 435	78,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 435 - 6+ 520	85,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 520 - 6+ 579	59,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 579 - 6+ 684	105,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 684 - 6+ 726	42,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	Derecha
6+ 726 - 6+ 773	47,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
6+ 773 - 6+ 875	102,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
6+ 875 - 6+ 928	53,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
6+ 928 - 6+ 985	57,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
6+ 985 - 7+ 004	19,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
7+ 004 - 7+ 124	120,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 124 - 7+ 213	89,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 213 - 7+ 283	70,00	h=0,30 a=0,40		Derecha

7+ 291 - 7+ 371	80,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 371 - 7+ 445	74,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 445 - 7+ 506	61,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 506 - 7+ 616	110,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
7+ 616 - 7+ 676	60,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
7+ 676 - 7+ 772	96,00	h=0,30 a=0,40	Izquierda	
7+ 772 - 7+ 862	90,00	h=0,30 a=0,40		Derecha
7+ 862 - 7+ 914,79	52,79	h=0,30 a=0,40		Derecha

Fuente:(Elaboración propia)

Longitud total de cunetas **8236,79 m**

2.4.8.2.- Diseño de Alcantarillas de Alivio.-

Al igual que en las cunetas para las alcantarillas de alivio también se utilizó la fórmula racional.

Ecuación Racional:

$$Q_d = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/seg)

i = Intensidad de precipitación en los 10 min. de máxima concentración (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía (C=0.55 Zona con vegetación media)

A = Área de aporte (Ha).

A continuación se muestra el procedimiento efectuado para el cálculo de una alcantarilla de alivio del tramo en estudio Prog. 0+300.

Datos:

$$i = 15.74 \text{ mm/h}$$

$$C = 0.55$$

$$A = 12.67 \text{ Ha}$$

$n = 0.025$ Coeficiente de rugosidad ($n=0.025$ Acueductos semicirculares, metálicos corrugados).

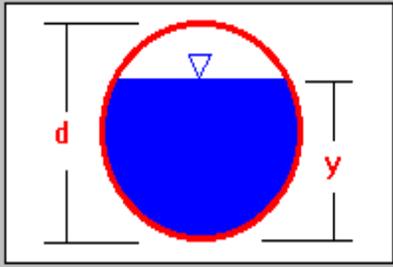
Remplazando tenemos: $Q = 0.064 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Sumando el caudal de las cunetas del tramo: 0+263 - 0+300 $Q=0.0060\text{m}^3/\text{seg}$

$$Q = \mathbf{0,070 \text{ m}^3/\text{seg}}$$

Calculando el tirante normal aplicando el programa de "HCANALES" de (Máximo Villón Béjar) se tiene los siguientes resultados:

Datos :			
Caudal (Q)	<input type="text" value="0.070"/>	m ³ /s	
Diámetro (d)	<input type="text" value="1.00"/>	m	
Rugosidad (n)	<input type="text" value="0.025"/>		
Pendiente (S)	<input type="text" value="0.01"/>	m/m	



Resultados :					
Tirante normal (y)	<input type="text" value="0.1609"/>	m	Perímetro mojado (p)	<input type="text" value="0.8254"/>	m
Area hidráulica (A)	<input type="text" value="0.0818"/>	m ²	Radio hidráulico (R)	<input type="text" value="0.0990"/>	m
Espejo de agua (T)	<input type="text" value="0.7348"/>	m	Velocidad (v)	<input type="text" value="0.8563"/>	m/s
Número de Froude (F)	<input type="text" value="0.8196"/>		Energía específica (E)	<input type="text" value="0.1982"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Se tiene como resultado un tirante normal de: $y = 0,1609$ m

$y + \text{borde libre} = \mathbf{0,26}$ m

Se asume un diámetro mínimo comerciable Tubo de Chapa ARMCO de $D=1.00$ m

El cálculo de cada uno de las alcantarillas se mostrara en el anexo 8 (Diseño de obras de drenaje).

A continuación se mostrara un resumen de alcantarillas de alivio del tramo en estudio.

Tabla 2.50: Resumen de Alcantarillas de Alivio.

Numero	Progresiva	Intensidad	Área	Caudal	Diámetro
	Km+m	mm/h	ha	m ³ /s	m
1	0+300	15,74	2,67 ha	0,064	1
2	0+687	15,74	3,95 ha	0,095	1
3	1+100	15,74	3,20 ha	0,077	1
4	1+250	15,74	2,42 ha	0,058	1
5	1+425	15,74	2,73 ha	0,066	1
6	1+600	15,74	3,57 ha	0,086	1
7	1+750	15,74	3,65 ha	0,088	1
8	1+900	15,74	2,95 ha	0,071	1
9	2+250	15,74	1,53 ha	0,037	1
10	3+800	15,74	2,00 ha	0,048	1
11	6+435	15,74	2,48 ha	0,06	1

Fuente:(Elaboración propia)

2.4.8.3.- Diseño de Alcantarillas tipo cajón.-

Al igual que en las cunetas para las alcantarillas tipo cajón también se utilizó la fórmula racional.

$$Q_d = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/seg)

C = Coeficiente de escorrentía (C=0.55 Zona con vegetación media)

A = Área de aporte (Ha)

A continuación se muestra el procedimiento efectuado para el cálculo de una alcantarilla tipo cajón del tramo en estudio Prog. 0+056.

i = 15.74 mm/h

C = 0.55

A = 4.21 Ha

n = 0.014 Coeficiente de rugosidad (n=0.014 canales revestidos con concreto)

b = 1m

Remplazando: Q = 0.1011 m³/seg

Sumando el caudal de aporte de la cuneta del tramo 0+000-0+056 Q=0.0029m³/seg Q = 0.1040 m³/seg.

Calculando el tirante normal aplicando el programa de "HCANALES" de (Máximo Villón Béjar) se tiene los siguientes resultados:

Datos :			
Caudal (Q)	0.1040	m ³ /s	
Ancho de solera (b)	1.00	m	
Talud (Z)	0.00		
Rugosidad (n)	0.014		
Pendiente (S)	0.01	m/m	

El diagrama muestra un canal rectangular con un ancho de solera etiquetado como 'b' y un tirante normal etiquetado como 'y'. El nivel del agua está etiquetado como 'T'. El agua está representada en azul y el canal en rojo.

Resultados :					
Tirante normal (y)	0.0841	m	Perímetro (p)	1.1682	m
Área hidráulica (A)	0.0841	m ²	Radio hidráulico (R)	0.0720	m
Espejo de agua (T)	1.0000	m	Velocidad (v)	1.2363	m/s
Número de Froude (F)	1.3609		Energía específica (E)	0.1620	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Se tiene como resultado un tirante normal de: $y = 0,0841\text{m}$ $y + \text{borde libre} = 0.18\text{m}$

Se asume una sección de alcantarilla de: $b = 1\text{m}$ $h = 1\text{m}$

El cálculo de cada uno de las alcantarillas se mostrara en el anexo 8 (Diseño de obras de drenaje).

A continuación se mostrara un resumen de alcantarillas de alivio del tramo en estudio.

Tabla 2.51: Resumen de Alcantarillas Tipo Cajón.

Numero	Progresiva	Intensidad	Área	Caudal	Base	Altura
	Km+m	mm/h	ha	m ³ /s	m	m
1	0+056	15,74	4,21 ha	0,1	1	1
2	0+183	15,74	6,38 ha	0,15	1	1
3	0+870	15,74	6,38 ha	0,15	1	1
4	0+960	15,74	5,78 ha	0,14	1	1
5	2+800	15,74	4,09 ha	0,11	1	1
6	3+573	15,74	9,43 ha	0,23	1	1
7	5+152	15,74	3,12 ha	0,082	1	1
8	5+400	15,74	3,72 ha	0,146	1	1
9	5+520	15,74	7,94 ha	0,195	1	1
10	6+275	15,74	7,04 ha	0,18	1	1
11	6+580	15,74	7,64 ha	0,192	1	1

Fuente:(Elaboración propia)

2.5.- ESTRUCTURA DE COSTOS DEL DISEÑO DE INGENIERÍA.

2.5.1.-Computos Métricos.-

La planilla de cálculos métricos del tramo en estudio se mostrara en el anexo 9 (Cálculos y presupuestos).

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los cálculos métricos del tramo en estudio Huayco Grande – Puesto Tunal.

Tabla 2.52: Resumen de cálculos métricos.

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS				
PROYECTO: DISEÑO DE INGENIERIA DEL CAMINO VECINNAL HUAYCO GRANDE - PUESTO TUNAL "				
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL PARCIAL	TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES			
1,1	INSTALACION DE FAENAS	glb		1,00
1,2	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	km		7,92
1,3	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESHIERBE	ha		5,51
1,4	PROVISION Y COLOCADO LETRERO DE OBRAS	pza.		2,00
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
2,1	EXCAVACION CLASIFICADA (SUELO ARCILLOSO)	m3		119.204,08
2,2	CONFORMADO DE TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3		41.984,86
2,3	SOBREACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3/km		77.219,22
3	CONFORMADO DE PAQUETE ESTRUCTURAL			
3,1	CONFORMACION DE CAPA SUB BASE	m3		8.267,70
3,2	CONFORMACION DE CAPA BASE	m3		5.511,80
3,3	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2		55.118,00
3,4	CAPA DE RODADURA (PAVIMENTO FLEXIBLE ESPESOR DE 5cm)	m2		55.118,00
4	SEÑALIZACIÓN			
4,1	Señal preventiva cuadrangular, 0.60 x 0.60 m	Pza.		15,00
4,2	Señal restrictiva, rectangular, 0.60 x 0.90 m	Pza.		5,00
4,3	Líneas de señalización horizontal (simples, etc.)	m		7.914,00
5	OBRAS DE ARTE MENOR			
5,1	REPLANTEO/CONTROL OBRAS DE ARTE MENOR	pza.		42,00
5,2	EXCAVACION NO CLASIFICADA C/MAQ P/OBRAS DE ARTE	m3		582,66
5,3	EXCAVACION MANUAL P/CUNETAS REVESTIDAS	m3		494,21
5,4	H° C° P/ALCANTARILLAS DOSIF. 1:2:3 50% PD	m3		204,56
5,5	HORMIGON ARMADO PARA LOSAS	m3		18,48
5,6	PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO P/ALCANTARILLAS	m3		21,55

5,7	COLOC. CAPA BASE ARENA SELECCIONADA COMPACTADA	m3		19,80
5,8	PROV Y COLOCACION TUBOS DE ARMCO D=1000mm	ml		66,00
5,9	RELLENO COMPACTADO MANUAL - S/MATERIAL RELLENO	m3		165,00
5,10	CUNETA REVESTIDA DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	ml		8.236,79
6	ENTREGA DE OBRA			
6,1	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	Glb		3,00
6,2	PLACA DE ENTREGA DE OBRA	Pza		2,00

Fuente:(Elaboración propia)

2.5.2.-Análisis de Precios Unitarios.-

El Análisis de Precios Unitarios para los diferentes ítems de construcción que se definieron en el presente proyecto, se desarrolla teniendo en cuenta tres componentes específicos: **Mano de Obra, Equipo y Herramienta y Materiales**. Para cada componente se consideraron los **Gastos Generales, Utilidades e Impuestos**, donde cada uno de estos rubros es analizado en forma particular.

Para el Análisis de Precios Unitarios, se utilizó el Programa PRESCOM Las planillas fueron exportadas al Excel de cada ítem del proyecto los cuales se mostraran en el anexo 9 (Cómputos y Presupuestos).

2.5.2.1.-Descripción de los componentes de los precios unitarios

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

2.5.2.1.1.-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.

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 2.53: Categorización del Mercado Local para la Mano de Obra Destinada a la Construcción

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

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

2.5.2.1.2.-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 2.54: 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

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

2.5.2.1.2.1.-Cargas de aplicación directa

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

Tabla 2.55: 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%

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

2.5.2.1.2.2.-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 2.56: 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%	

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

2.5.2.1.2.3.-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 2.57: 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

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

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 2.58: 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

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

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 2.59: 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	4133	Bs.	
Número de obreros	60	Obreros	
Tiempo	12	meses	
$4133*60*12$	2975760	Bs/año	
$127872/2975760$	4.29%	Subsidio	

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

2.5.2.1.2.4.-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 2.60: 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	

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

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

PORCENTAJES TOTALES

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE A APLICAR
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%

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

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

2.5.2.1.3.-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.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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 17.5 % del costo parcial del ítem, y que se desglosa a continuación:

Tabla 2.61: Estimación de Gastos Generales

1. Gastos Administrativos	%
Material de escritorio	0.2
Material de mantenimiento de Oficina	0.1
Vehículos	1.0
Agua, Luz teléfonos, fax, radio	0.8
Seguros	0.3
Alquiler de oficina, depósitos	1.2
Sueldos personal Jerárquico y en General	4
Subtotal	6.1
2. Gastos en Obra	%
Movilización	2
Campamento	2
Laboratorio de suelos y ensayo de materiales	0.3
Replanteos de Obras	0.2
Gastos de representación	0.1
Ejecución de planos AsBuilt	0.3
Viajes de Inspección	0.1
Bibliografía	0.1
Subtotal	5.1
3. Riesgos e Imprevistos	%
Trabajos deteriorados Causas ajenas	0.4
Reposición materiales defectuosos	0.4
Perdidas y Robos	0.2
Accidentes	0.5
Atención médica de urgencia	0.5
Subtotal	2
RESUMEN DE GASTOS GENERALES	%
1. Gastos Administrativos	8.4%
2. Gastos en Obra	5.10%
3. Riesgos e Imprevistos	2.00%
TOTAL	17.00%

Fuente: Elaboración propia en función a Análisis de Costos Cámara Departamental de la Construcción – Tarija 2015

➤ **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

➤ **Impuestos**

El impuesto aplicable es el **Impuesto al Valor Agregado IVA**, el que incide en un 13% del costo de la Mano de Obra que, determinado del subtotal de la Mano de Obra más las Cargas Sociales, corresponde al **14.94%** (resultante de la división $100\%/0.87-100\%=14.94\%$), el **Impuesto a las Transacciones**, por su carácter global, se aplica al total del precio unitario correspondiente al 3% del mismo correspondiendo al **3.09%** (resultante de la división $100\%/0.97-100\%=3.09$) de los subtotales de los costos directos e indirectos, y el **Impuesto a la Utilidad de las Empresas**, que es parte de los gastos generales y administrativos, por lo que no es tomado en cuenta como porcentaje directo de ningún rubro.

SE ASUME IMPUESTO AL VALOR AGREGADO = 14.94 %

SE ASUME IMPUESTA A LAS TRANSACCIONES = 3.09 %

A continuación se mostrara la tabla de un ítem del proyecto.

Tabla 2.62: Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO: DISEÑO DE INGENIERIA DEL CAMINO VECINNAL HUAYCO GRANDE - PUESTO TUNAL"						
Item: INSTALACION DE FAENAS					Unidad: glb	
Proyecto: Diseño de ingeniería					Tipo de cambio: 7.00	
						Parcial (Bs)
Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	
	A	MATERIALES				
1	-	VARIOS.MAT.IMPORTADOS(I.FAENAS)	glb	1,00	18.600	18.600,00
2	-	VARIOS MAT. NACIONAL (I. FAENAS)	glb	1,00	25.000	25.000,00
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	43.600,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	160,00	17,50	2.800,00
2	-	PEON	hr	160,00	12,50	2.000,00
>	E	SUBTOTAL MANO DE OBRA			(B) =	4.800,00
	F	Cargas Sociales		65.00% de	(E) =	3.120,00
	O	Impuesto al Valor Agregado		14.94% de	(E+F) =	1.183,25
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	9.103,25
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	427,58
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	427,58
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	53.130,83
	L	Gastos grales. y administrativ		17.00% de	(J) =	5313,0828
	M	Utilidad		10.00% de	(J+L) =	5844,3911
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	64288,302
	P	Impuesto a las Transacciones		3.09% de	(N) =	1928,6491
>	Q	TOTAL PRECIO UNITARIO			(N+P) =	66216,951
>		PRECIO ADOPTADO:				66216,951

Fuente:(Elaboración propia)

2.5.3.-Presupuesto General Pavimento Flexible.-

El presupuesto general del pavimento flexible del tramo en estudio se mostrara en la siguiente tabla la cual se la realizo con ayuda del PRESCOM.

Tabla 2.63: Presupuesto General Pavimento Flexible.

PRESUPUESTO GENERAL PROYECTO: DISEÑO DE INGENIERIA PARA EL CAMINO VECINNAL HUAYCO GRANDE - PUESTO TUNAL"					
Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
>	M01 - OBRAS PRELIMINARES				135.772,98
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1,00	66216,95	66.216,95
2	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	km	7,92	2.517,73	19.940,42
3	LIMPIEZA TERRENO Y DESHIERBE	ha	5,51	8.067,69	44.452,97
4	PROVISIÓN Y COLOCADO LETRERO DE OBRAS	pza	2,00	2.581,32	5.162,64
>	M02 - MOVIMIENTO DE TIERRAS				6.077.321,99
5	EXCAVACION CLASIFICADA (SUELO ARCILLOSO)	m³	119.204,08	24,10	2.872.818,33
6	CONFORMADO TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m³	41.984,86	30,40	1.276.339,74
7	SOBREACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m³	77.219,22	24,97	1.928.163,92
>	M03 - CONFORMADO PAQUETE ESTRUCTURAL				7.878.098,42
8	CONFORMACION CAPA SUB BASE	m³	8.267,70	169,61	1402284,597
9	CONFORMACION CAPA BASE	m³	5.511,80	190,70	1051100,26
10	IMPRIMACION ASFALTICA	m²	55.118,00	7,54	415589,72
11	CAPA DE RODADURA (PAVIMENTO FLEXIBLE)	m3	55.118,00	90,88	5009123,84
>	M04 - SEÑALIZACIÓN				73.953,76
12	SEÑAL PREVENTIVA CUADRANGULAR 0.60x0.60 m	pza	15,00	1.748,89	26.233,35
13	SEÑALIZACION RESTRICTIVA CUADRANGULAR 0.60x0.90 m	pza	5,00	1.804,19	9.020,95
14	LINEAS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (SIMPLES, ETC.)	m	7.914,00	4,89	38.699,46
>	M05 - OBRAS DE ARTE MENOR				1.759.220,68
15	REPLANTEO/CONTROL OBRAS DE ARTE MENOR	pza	42,00	599,64	25.184,88
16	EXCAVACION NO CLASIFICADA C/MAQ P/OBRAS DE ARTE	m³	582,66	31,21	18.184,82
17	EXCAVACION MANUAL P/CUNETAS REVESTIDAS	m³	494,21	102,09	50.453,90
18	H° C° P/ALCANTARILLAS DOS. 1:2:3 50% PD	m³	204,56	818,13	167.356,67
19	HORMIGON ARMADO PARA LOSAS	m³	18,48	3.865,93	71.442,39

20	PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO P/ALCANTARILLAS	m ³	21,55	145,62	3.138,11
21	COLOC CAPA BASE ARENA SELECCIONADA	m ³	19,80	156,40	3.096,72
22	PROV Y COLOC. TUBOS DE ARMCO D=1000MM	m	66,00	2.580,57	170.317,62
23	RELLENO COMPACTADO MANUAL-S/MATERI RELLE	m ³	165,00	120,99	19.963,35
24	CUNETA REVESTIDA DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m	8.236,79	149,34	1.230.082,22
>	M06 - ENTREGA DE OBRA				28.779,39
25	LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA	glb	1,00	28.345,53	28.345,53
26	PLACA ENTREGA DE OBRAS	pza	2,00	216,93	433,86
	Total presupuesto:				15.953.147,22

Fuente:(Elaboración propia)

2.5.3.-Presupuesto General del Tratamiento Superficial Doble.-

El presupuesto general del tratamiento superficial doble del tramo en estudio se mostrara en la siguiente tabla la cual se la realizo con ayuda del PRESCOM.

Tabla 2.64: Presupuesto General Tratamiento Superficial Doble.

PRESUPUESTO GENERAL (TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE e=2.5cm) PROYECTO: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO VECINNAL HUAYCO GRANDE - PUESTO TUNAL"					
Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
>	M01 - OBRAS PRELIMINARES				135.772,98
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1,00	66216,95	66.216,95
2	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	km	7,92	2.517,73	19.940,42
3	LIMPIEZA TERRENO Y DESHIERBE	ha	5,51	8.067,69	44.452,97
4	PROVISIÓN Y COLOCADO LETRERO DE OBRAS	pza	2,00	2.581,32	5.162,64
>	M02 - MOVIMIENTO DE TIERRAS				6.077.321,99
5	EXCAVACION CLASIFICADA (SUELO ARCILLOSO)	m ³	119.204,08	24,10	2.872.818,33
6	CONFORMADO TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m ³	41.984,86	30,40	1.276.339,74
7	SOBREACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	77.219,22	24,97	1.928.163,92
>	M03 - CONFORMADO PAQUETE ESTRUCTURAL				3.848.256,08
8	CONFORMACION CAPA SUB BASE	m ³	8.267,70	169,61	1.402.284,60

9	CONFORMACION CAPA BASE	m ³	5.511,80	190,07	1.047.627,83
10	IMPRIMACION ASFALTICA	m ²	55.118,00	7,54	415.589,72
11	CAPA DE RODADURA (TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE)	m ²	55.118,00	17,83	982.753,94
>	M04 - SEÑALIZACIÓN				73.953,76
12	SEÑAL PREVENTIVA CUADRANGULAR 0.60x0.60 m	pza	15,00	1.748,89	26.233,35
13	SEÑALIZACION RESTRICTIVA CUADRANGULAR 0.60x0.90 m	pza	5,00	1.804,19	9.020,95
14	LINEAS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (SIMPLES, ETC.)	m	7.914,00	4,89	38.699,46
>	M05 - OBRAS DE ARTE MENOR				1.759.220,68
15	REPLANTEO/CONTROL OBRAS DE ARTE MENOR	pza	42,00	599,64	25.184,88
16	EXCAVACION NO CLASIFICADA C/MAQ P/OBRAS DE ARTE	m ³	582,66	31,21	18.184,82
17	EXCAVACION MANUAL P/CUNETAS REVESTIDAS	m ³	494,21	102,09	50.453,90
18	H° C° P/ALCANTARILLAS DOS. 1:2:3 50% PD	m ³	204,56	818,13	167.356,67
19	HORMIGON ARMADO PARA LOSAS	m ³	18,48	3.865,93	71.442,39
20	PISO DE CEMENTO + EMPEDRADO P/ALCANTARILLAS	m ³	21,55	145,62	3.138,11
21	COLOC CAPA BASE ARENA SELECCIONADA	m ³	19,80	156,40	3.096,72
22	PROV Y COLOC. TUBOS DE ARMCO D=1000MM	m	66,00	2.580,57	170.317,62
23	RELLENO COMPACTADO MANUAL-S/MATERI RELLE	m ³	165,00	120,99	19.963,35
24	CUNETA REVESTIDA DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m	8.236,79	149,34	1.230.082,22
>	M06 - ENTREGA DE OBRA				28.779,39
25	LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA	glb	1,00	28.345,53	28.345,53
26	PLACA ENTREGA DE OBRAS	pza	2,00	216,93	433,86
	Total presupuesto:				11.923.304,89

Fuente:(Elaboración propia)

2.5.4.-Especificaciones Técnicas.-

Las especificaciones técnicas se realizaron en base a un proyecto en ejecución (**ASFALTADO TRAMO TOLOMOSA CAMACHO**) estas se detallaran y en el Anexo 9 (CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS)

3.1.- CONCLUSIONES.-

- Al realizar el Estudio de suelos, se llega a la conclusión que es un suelo A-2-4 A-1a y A-4(6)
- Para llevar adelante estudio hidrológico se trabajó con una sola estación pluviométrica de la zona de Chocloca siendo la más cercana y con mayor número de datos, de esta manera se obtuvo los caudales razonables de diseño de las obras de drenaje tanto longitudinal como así también la de orden transversal.
- Según el estudio de tráfico vehicular realizado se determinó el número de ESALs, siendo el tráfico para este tramo de baja circulación, pero se proyecta un tráfico mucho mayor, dado que al haber un camino pavimentado habrá una expansión en lo que respecta a las comunidades.
- De acuerdo a la norma ABC (Administradora Boliviana de carreteras) se clasifico el tipo de carretera como **Camino de Desarrollo**. Tomando en cuenta la cantidad de tráfico proyectado y principalmente a la topografía del tramo. Esta categorización fue asumida del Manual de las Normas de Diseño Geométrico para la Construcción de Carreteras Administradora Boliviana de Carreteras.
- Según el tipo de carretera se pudo adoptar las siguientes dimensiones 6 mts de calzada, 0,5 mts de berma, utilizando radios de diferente magnitud, el diseño del trazo que se pudo obtener es seguro, confortable, para usuarios y peatones, esto se pudo lograr con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D. .
- De acuerdo a las características y parámetros solo se diseñó curvas circulares simples debido a la velocidad y la topografía del proyecto según a la norma de ABC. En las curvas circulares se tomó en cuenta un radio min 25m, pendientes máximas en rectas (%) 10-12.
- En la curva masa se observó mayor corte por ser un camino de montaña para que este presente estabilidad en su plataforma aunque implique mayor precio en el movimiento de tierras.

- Se diseñó el paquete estructural de pavimento flexible, concluyendo así con una capa de rodadura de 5cm, una base granular de 10cm y una capa sub base de 15 cm.
- Se diseñó el paquete estructural para el tratamiento superficial doble, concluyendo así con una capa de rodadura de 2.5 cm, una base granular de 10cm y una capa sub base de 15 cm.
- En el presupuesto general se observa la diferencia de precios entre el pavimento flexible y el tratamiento superficial doble de 4029842.33 BS. La alternativa se la deja abierta para que la institución pueda elegir de acuerdo a su presupuesto disponible.

3.2.- RECOMENDACIONES.-

- Si bien las alcantarillas de alivio obtenidas presentan diámetros pequeños que no son consideradas por el manual de la ABC, se debe colocar diámetros comerciales.
- En caso de alcantarillas tipo cajón tener en cuenta con el caudal, el ancho del río para no provocar con el diseño inundaciones.
- Para la aplicación de paquetes que nos ayuden es necesario entender interpretar los resultados que estos nos dan, para poder corregirlos manualmente para no cometer errores por la mala interpretación de los resultados.
- Se recomienda a la empresa o entidad financiera contemplar en su Plan de Operaciones Anuales el mantenimiento del Pavimento flexible de acuerdo a las fechas de estiaje (marzo-octubre).

