

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## **CAPITULO I: INTRODUCCION**

### **1.1 Introducción**

Los caminos vecinales son una necesidad básica para proveer a una sociedad de un flujo de mercaderías y servicios a lo largo de un área y permiten el desarrollo de una sociedad, mejorando la calidad de vida y satisfaciendo las necesidades básicas de las comunidades vecinales. Un camino pavimentado o empedrado es necesario para la producción de recursos y constituye el nexo necesario para el desarrollo. En tal sentido, se pretende potenciar la conectividad de la zona de Tablada Grande con la ciudad de Tarija.

El proyecto está localizado al sureste de la ciudad, abarca una longitud aproximada de 5,6 km, iniciando en la rotonda que está ubicada en la carretera a San Jacinto (frente a las oficinas de Ende) y terminando en la carretera a San Andrés km 2 (Zona de Turumayo).

Esta zona cuenta con grandes terrenos con partes planas y poco onduladas lo cual es óptimo para una futura expansión de la ciudad hacia ese lado. El tramo de camino mejorado Tablada Grande-Turumayo, será el nexo de dos grandes carreteras y proporcionara también un rápido acceso a las diferentes familias que viven en la zona.

En el presente estudio se realizara el diseño final de Ingeniería siendo este el mejoramiento de camino a través de un diseño geométrico, haciendo los estudios previos correspondientes, el diseño estructural y el Impacto Ambiental que causará la construcción de dicho tramo.

### **1.2 Antecedentes**

En su compromiso y afán de mejorar la red vial de la provincia Cercado, la subgobernación Cercado del departamento de Tarija, ha emprendido un amplio plan de rehabilitación y mejoramiento de las vías, para servir a la comunidad ya que las vías de comunicación son el mejor indicador y medio del progreso actual y sus proyecciones futuras para que aseguren un desarrollo sustentable. La necesidad de caminos mejorados y aptos para el tránsito en cualquier época del año en Tarija es

indispensable para el desarrollo y la producción de las comunidades, es por lo cual la zona de Tablada Grande deberá contar con un camino transitable en cualquier época del año.

### 1.3 Alcance del Proyecto

Lograr un diseño de Mejoramiento de un tramo de camino vecinal para lo cual se llevarán a cabo diferentes estudios:

ALCANCES	ACTIVIDADES
Estudio Topográfico	Realizar el levantamiento topográfico de todo el tramo.
Trazado Geométrico (Basados en Manual de carreteras A.B.C.)	Localización del eje en planta
	Definir los elementos de trazado en planta
	Determinación de peraltes
	Replanteo de Curvas enlace
	Definir la sección tipo
Estudio Geotécnico	Realizar el estudio de suelos, clasificación, límites de Attemberg, y CBR en cada punto obligado en el tramo.
	Elección de un CBR de diseño
Estudio del Tráfico Vehicular	Analizar el tráfico vehicular actual en la zona, y calcular el tráfico futuro.
Estudios Hidrológicos e Hidráulicos	Determinar: Área de drenaje Índice de escorrentía Tiempo de concentración Caudal máximo en la quebrada.
Diseñar el Sistema de Drenaje	Calculo de Alcantarillas y obras de arte.
Diseño del Paquete Estructural	Realizar el diseño del paquete estructural para pavimento flexible o rígido.
Presupuesto del Pavimento	Realizar Cómputos Métricos
	Realizar Análisis de Precios Unitarios

	Realizar Especificaciones técnicas
Planos y detalles.	Dibujar secciones transversales y perfil longitudinales
	Dibujar plano de detalles para sección tipo y cuneta

#### **1.4 Planteamiento del Problema**

Actualmente en la provincia Cercado existe una creciente expansión de la ciudad siendo necesario vincular la ciudad con todas las comunidades cercanas a ella.

A falta de un camino accesible de rápido tránsito, la zona de Tablada Grande no presenta un crecimiento significativo, estando a pocos kilómetros de la ciudad debería contar con un camino apto que permita el flujo de vehículos para fomentar a un desarrollo y mejora de calidad de vida de las familias que habitan la zona.

El costo de transporte y su viabilidad es el mayor problema que enfrenta la comunidad, al momento de llevar sus productos a la ciudad.

El mayor logro será el progreso que se generara con un camino mejorado, creando así nuevas oportunidades de desarrollo para la comunidad de Tablada Grande

#### **1.5 Justificación**

Con la implementación del presente proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, a través de la accesibilidad en cualquier época del año y lograr un incremento en la producción agrícola lo cual se reflejará en sus ingresos económicos

Se logrará anexar una zona que está ubicada en un área estratégica que podrá ser de gran uso para proyectos de construcción a futuro para la ciudad debido a los terrenos planos que existen, además de encontrarse entre la carretera a San Jacinto y la carretera a Turumayo.

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1 General

Realizar un estudio a Diseño final del Mejoramiento del camino Vecinal Tablada Grande-Turumayo.

### 1.6.2 Específicos

El estudio a diseño final del mejoramiento se lo hará a través de:

- Estudio Topográfico.
- Diseño del Trazado Geométrico.
- Estudio Geotécnico.
- Estudio del Tráfico vehicular
- Estudio Hidrológico.
- Diseño del Sistema de Drenaje Superficial
- Diseño del Paquete Estructural del Pavimento.
- Elaboración Presupuesto del Pavimento.
- Elaboración de planos.

## 1.7 Parámetros de diseño del proyecto (resumen)

PARAMETROS DE DISEÑO	
Velocidad de diseño	30 (km/h)
Tipo de terreno	Plano poco ondulado
Ancho de carril	3,50 m
Derecho de Vía	50 m
Tránsito de diseño (TPDA)	<200
Radio mínimo	25m
Pendiente máxima Long.	5,84%
Bombeo	2,50%
Ancho de berma	0,50m

## 1.8. Presupuesto General del Proyecto

Diseño Final y Mejoramiento Camino Vecinal Tablada Grande-Turumayo  
PRESUPUESTO GENERAL

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
1	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00	64.324,52	64324,525
2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1,00	34.505,52	34505,522
3	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	5,60	2952,01	16531,251
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
4	EXCAVACION CON MAQUINARIA EN TERRENO COMUN	M3	17667.19	23,94	422864,81
5	CONFORMACION Y COMPACTADO DE TERRAPLEN SIN PROVISION DE MATERIAL	M3	16809.79	44,93	755222,61
6	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE PROG. (1+760 hasta 2+760)	M3	3.200,00	64,89	207650,87
<b>EMPEDRADO</b>					
7	EMPEDRADO Y COMPACTADO	M2	40.480,00	61,86	2504121,12
8	CORDON DE PIEDRA	ML	10.120,00	46,09	466415,45
<b>OBRAS DE ARTE MENOR</b>					
9	TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE	PZA	23,00	514,05	11823,23
10	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/OBRAS DE ARTE MENOR	M3	328,01	76,04	24942,75
11	HORMIGÓN CICLÓPEO 50%P. D. P/OBRAS DE DRENAJE MENOR	M3	975,33	838,77	818080,38
12	HORMIGÓN SIMPLE FC´ 210 KG/CM2	M3	108,00	2306,27	249077,53
13	ACERO ESTRUCTURAL	KG	4725,36	10,11	47768,68
14	PROV Y COLOC. ALCANTARILLAS CHAPAS ÁRMCO 24PULG.	ML	136,00	1062,37	144482,09
15	RELLENO Y COMPACTADO DE OBRAS DE DRENAJE MENOR	ML	82,00	62,91	5158,81
<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
16	LIMPIEZA GENERAL	KM	5,60	208,25	1166,19
17	LETRERO DE OBRAS	PZA	2,00	4432,89	8865,79
<b>PRECIO TOTAL Bs (Numeral)</b>				5.783.001,59	

**CAPITULO II**

**DESCRIPCION GENERAL DEL**

**AREA DEL PROYECTO**

## CAPITULO II: DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

### 2.1. ASPECTOS SOCIO DEMOGRÁFICOS

#### 2.1.1. Ubicación Geográfica y Localización del Proyecto:

El proyecto está ubicado en la provincia Cercado del Departamento de Tarija, se encuentra al sur de la Ciudad de Tarija en la zona de Tablada Grande.

Limita al norte con la ciudad de Tarija, al sur con la Comunidad de Tablada Chica, al este con la Comunidad de Tablada Grande y al oeste con la comunidad de Turumayo. Geográficamente se encuentra a:

21°33' Latitud Sur

64°44' Longitud Oeste

#### 1. Mapa de Ubicación



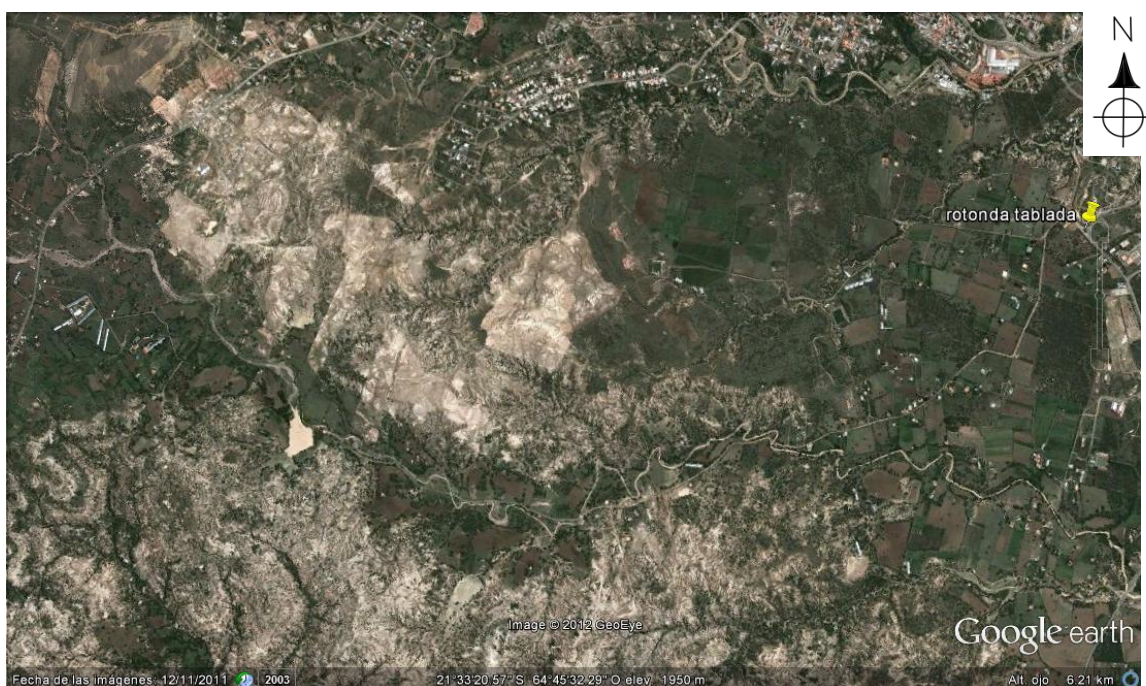
## 2.2. Características Generales del Área del Proyecto

El proyecto de Mejoramiento del Camino Vecinal Tablada Grande Turumayo comprende un tramo de 5.6 km, siendo este un nexo entre la carretera a San Jacinto (Comunidad de Tablada Grande) y la carreta a San Andrés (Turumayo).

La altura al inicio del proyecto es de **1905** m.s.n.m.

La altura al final del proyecto es de **1996** m.s.n.m.

### IMAGEN SATELITAL



- ✚ **Vías de acceso a la comunidad.-** A la comunidad de Tablada Grande se tiene acceso por un camino asfaltado que llega desde la ciudad de Tarija hasta la rotonda de la Carretera a San Jacinto ubicada frente a las oficinas de ENDE. A partir de ahí hasta la comunidad de Turumayo los accesos son precarios.

El otro acceso es a partir de la carretera asfaltada a San Andrés, el acceso se ubica a 2 km de la ciudad de Tarija.

## 2.3. Aspectos Físicos, Biológicos y Ambientales

### *Clima*

#### a) Temperatura Máxima y Mínima

La zona donde se ejecutará el proyecto está ubicada en la parte alta de Tarija en la cual, de acuerdo a la estación meteorología instalada en Turumayo, su clima es templado con una temperatura media de 19°C. La temperatura máxima media fue de 28,4°C; la temperatura mínima media registrada para los meses de junio y julio fue de 2,2 y 2,1°C respectivamente. La temperatura máxima extrema fue de 38,5°C en el mes de octubre y mínima extrema registrada fue de -8°C para el mes de agosto.

### *Vegetación*

#### b) Especies Forestales

De acuerdo al recorrido y análisis las especies predominantes son:

#### PRINCIPALES ESPECIES FORESTALES

Molle
Eucalipto
Churqui
Algarrobo
Pino
Tusca
Sauce
Chañal

Fuente: Diagnóstico Comunidades

### *Suelo*

De acuerdo a estudios elaborados se establece que el Cantón de Cercado cuenta con una zona montañosa conformada por laderas, con suelos cuya variación depende de la topología de las mismas. Presenta pendientes generalmente fuertes, poco profundos, pedregosa, rocosa y con poco desarrollo.

Presentan procesos de erosión geológica o natural aunque en sectores se puede observar erosión hídrica laminar y movimientos en masa.

En la zona de pie de monte los suelos son de origen coluvial, coluvio-aluvial y aluvial con pendientes poco variables. En ciertos sectores presenta relieve con frecuentes cárcavas, generalmente profundos, con pedregocidad y rocosidad variable, grado de desarrollo variable, presenta texturas moderadamente finas a medias, la saturación de bases es también alta.

La zona fluvio-lacustre, ubicada en la parte baja del valle, presenta suelos escasos generalmente superficiales y de desarrollo truncado por la fuerte dirección de los vientos a causa de las frecuentes cárcavas profundas.

La zona aluvial, es la más baja y plana a lo largo de los ríos, con suelos planos pero profundos.

#### **Fauna**

Dadas las características de la zona, esta es considerada de importancia puesto que existe una gran variedad de animales silvestres. Entre ellos tenemos: liebres, palomas, perdices.

#### **2.4. Erosión de suelos (procesos, estado, potencialidad o susceptibilidad a la erosión).**

La erosión de los suelos es provocado por varios factores. Entre los principales podemos citar al excesivo uso de la tierra destinado para la explotación ganadera ya sea mayor o menor, acompañado por las precipitaciones, desmontes y chaqueos para la habilitación de tierras agrícolas, explotación forestal. La susceptibilidad de los suelos a la erosión depende de muchos factores. Entre ellos están la textura, la presencia de horizontes o capas poco permeables (que reducen la infiltración), la pendiente, la cobertura (según el tipo de utilización de la tierra considerado), la intensidad y cantidad de las precipitaciones, etc.

La erosión en las comunidades de influencia del proyecto y comunidades adyacentes se acrecentó en las llanuras fluvio-lacustres donde la degradación se produce por la profundización de los cursos de agua y el constante socavamiento lateral ocasionando por diversos fenómenos de sufusión y desplomes laterales. También se presenta erosión

remontante, en pendientes entre 25 a 55 % donde el drenaje natural es moderado a imperfecto.

En las micro cuencas presenta los siguientes tipos de erosión:

- \_ Erosión laminar
- \_ Lavado, Socavamiento y colapso
- \_ Sofusión y erosión subsuperficial
- \_ Profundización en el fondo del cauce

La erosión laminar es ocasionado por la acción dispersiva de las gotas de lluvia y por el escurrimiento difuso que afecta particularmente a las superficies desnudas y planas.

El lavado, socavamiento y colapso consiste en el humedecimiento y desgaste del escarpe en época de lluvia, seguido de un socavamiento de la base hasta que un volumen de suelo queda fuera de su centro de gravedad, lo que origina la formación de una fisura y posterior colapsamiento o desplome en forma de pequeños movimientos en masa rápidos. El agente dinámico que origina este proceso es el escurrimiento difuso intenso que se forma a lo largo de la pendiente. El resultado es un escarpe de altura variable que avanza constantemente en forma retrograda afectando a los interfluvios en todo su perímetro.

La sofusión y erosión superficial es de movimiento en más lento muy común en este tipo de paisajes, consiste en la reducción de las capas inferiores por la formación de grietas o sumideros, luego un laberinto de túneles subsuperficiales y puentes con el posterior desplomo o hundimiento del material de las capas superiores formando un particular relieve pseudocarstico en la unidad.

La formación de grietas y túneles, al parecer, comienza por la acumulación del agua en pequeñas depresiones que satura, dilata y agrieta las arcillas dispersivas, disuelve las sales solubles desprendiendo las partículas de arena muy fina y limo, lo que favorece el ensanchamiento de las grietas más aún si la corriente subsuperficial encuentra bolsones y capas de arena suelta muy frecuentes en los depósitos fluviolacustres, finalmente la corriente subsuperficial desemboca en el nivel inferior o algún frente libre. Este proceso también puede iniciarse a partir de huecos que dejan las raíces después de su pudrición u otra actividad biológica.

Simultáneamente se tiene otro proceso muy común en esta clase de superficies con relieve totalmente irregular, consiste en un desgaste del relieve a partir de una sucesión cíclica de

humedecimiento-hinchamiento-secamiento (contracción)-agrietamiento y desprendimiento de pequeños bloques y el lavado del material suelto y partículas de arena muy fina, limo y arcillas dispersivas, por la acción de la lluvia y por el pequeño escurrimiento.

La profundización en el fondo del cauce que afecta a la parte baja y media del cauce principal, este proceso provoca el socavamiento y colapso afectando las pequeñas terrazas formadas en ambos lados del cauce.

## **2.5. Degradación de tierras (procesos, estado, potencialidad a la degradación).**

En las comunidades del área del proyecto la cobertura vegetal dominante se compone de pajonales bajos, caracterizada por la no presencia de matorrales. Generalmente se observa una degradación acelerada de la cobertura vegetal debido al sobre pastoreo permanente.

El uso actual dominante es el ganadero extensivo con ovinos, caprinos, cerdos entre otros. Las condiciones de estas tierras indican que se debe priorizar la protección de los recursos naturales para evitar la erosión de los suelos, la degradación de la vegetación y de los recursos hídricos. Sin embargo, la presencia de pequeños ganaderos y agricultores determina que se deba permitir el uso ganadero extensivo limitado que tendrá carácter de subsistencia.

En la mayoría de las áreas donde existe la actividad de ganadería extensiva o uso silvopastoril, la carga animal actual es más alta que la recomendada, dando lugar a la degradación de la vegetación y de los suelos.

La erosión es una de las principales evidencias de la degradación de los recursos suelo y vegetación como resultado de la disminución de la cobertura vegetal y la pérdida de los suelos; que tiene consecuencias económicas y sociales muy fuertes, tanto en el lugar donde se pierde el suelo y sus características de productividad como en los sitios donde se deposita el material, deterioro de infraestructura vial, férrea, habitacional entre otras, incremento en costos de los servicios de agua potable, desequilibrio hidrológico como ejemplos de las consecuencias múltiples que puede presentar este fenómeno cuando alcanza intensidades que se las puede calificar de aceleradas para las condiciones naturales que se analizan.

## 2.6. Población

La importancia que tiene de analizar la población, es con el propósito de identificar la cantidad de habitantes que serán beneficiados con el proyecto, y de medir su impacto sobre sus condiciones de vida y bienestar de las mismas.

Las comunidades que se beneficiaran directamente con el proyecto son 2: La comunidad de Tablada Grande, Turumayo y otras. La población total de estas comunidades alcanza a 1974 habitantes.

Cuadro 2. Población

<i>COMUNIDAD</i>	<i>HAB.</i>	<i>DISTRITO</i>
Turumayo	748	15
Tablada Grande	1226	16

Fuente: Diagnostico Distritales Área Rural Cercado 2009

### 2.6.1. Idioma y nivel de instrucción de la población

En estas comunidades se habla en un 100%, el español.

Cuadro 3. Lenguajes que hablan los habitantes

<i>DESCRIPCION</i>	<i>%</i>
Español	100
Quechua/aymará	10
Guaraní	0
Otros idiomas	0
Bilingües	10

Fuente: Diagnostico Distritales Área Rural Cercado 2009

La población de estas comunidades ha iniciado un proceso de cambio desde varios años atrás por intermedio de instituciones que han venido apoyando constantemente como ser ONGs, instituciones públicas, privadas y otras. Han tenido que pasar varios procesos de cambio hacia una cultura más civilizada. Si bien hoy se puede decir que tienen una mentalidad más razonable, sin embargo existe un gran porcentaje de población que tiene

nivel bajo de instrucción, es decir que por lo menos intenta leer o escribir. Aunque la población joven o infantil tienen un nivel de instrucción más avanzado.

## **2.7. Servicios Básicos Existentes**

### **2.7.1. Servicios de Agua Potable**

Puesto que el servicio de agua potable es de vital importancia para la humanidad, la cobertura a nivel municipal es muy baja, esto tal vez tenga como causa a la falta de recursos financieros para inversión, en otros casos se debe a que no existe fuentes confiables como para poder captar una obra de toma para luego su posterior distribución por red. En las comunidades de influencia del proyecto, debido a la proximidad a la ciudad de Tarija, cuentan en un 90% con agua potable a nivel de red domiciliaria.

### **2.7.2. Servicios de Alcantarillado**

Los servicios de alcantarillado, al igual que los servicios de agua potable se tiene una baja cobertura a nivel de municipio. En las comunidades que se estudia, solo algunas familias cuentan con letrinas o pozos.

No existe un Servicio de Alcantarillado en la Comunidad de Tablada Grande y tampoco en la Comunidad de Turumayo.

## **2.8. Fuentes de Financiamiento.**

Las posibles fuentes de financiamiento para la implementación del proyecto, se puede citar a las siguientes instituciones y/o fondos:

- Sub-Prefectura de la Provincia Cercado a través de la prefectura del Departamento de Tarija.
- Comunidad Beneficiaria (Aporte comunal)

## **2.9. Análisis de Alternativas**

### **2.9.1. Antecedentes**

En la actualidad, en el tramo de Tablada Grande- Turumayo, existe un camino de tierra, por lo que es necesario mejorar la capa de rodadura, como así también en el trayecto existen

quebradas que en periodo de lluvia impiden el flujo normal de vehículos, por lo que es necesaria la ejecución de obras de arte menor.

El camino, objeto del presente estudio, tiene una longitud de 5.6 Km.

## **2.9.2. Alternativas técnicas del proyecto**

### **2.9.2.1. Alternativas del Diseño Estructural del Pavimento**

ALTERNATIVA A - Pavimento Flexible (Concreto Asfáltico  $e=7.5\text{cm}$ )

Recubrimiento de la superficie con una capa de Concreto Asfáltico de 7.5 cm la cual es colocada sobre una capa base y una capa subbase. Su periodo de vida es de 10 a 15 años. El costo en el proyecto es de **Bs. 8.748.903,48**

ALTERNATIVA B – Empedrado ( $e=15\text{ cm}$ )

Recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o de piedra seleccionada para formar una superficie de rodadura resistente, estable y económica. El recubrimiento se efectuará sobre la capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo a los requerimientos técnicos. Se lo considera como un pavimento flexible y no existe un método de diseño científico. El costo en el proyecto es **de Bs. 5.783.001,59**

### **2.9.3. Selección de alternativa de Pavimento**

De acuerdo a un análisis comparativo se ha elegido a la alternativa “B”, el Empedrado, como la más óptima debido a que:

El costo del proyecto es menor respecto a la otra alternativa, y su realización será factible de acuerdo a los recursos de la Subgobernación de Cercado.

La construcción del empedrado es viable de acuerdo a las características del diseño geométrico del proyecto, considerada la topografía de la zona.

**CAPITULO III**  
**INGENIERIA DEL PROYECTO**

## **CAPITULO III: INGENIERIA DEL PROYECTO**

### **3.1. DISEÑO GEOMETRICO**

#### **3.1.1. Selección de Carreteras**

De acuerdo con la norma de la ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. Una carretera es una vía de transporte destinada fundamentalmente a servir al tránsito de paso, a dar acceso a la propiedades colindantes o bien a dar un servicio que sea combinación de ambas posibilidades.

##### **3.1.1.1. Criterios para definir una Carretera**

Los criterios para definir la característica de una carretera o camino son los siguientes:

1. Funciones de las carreteras o caminos
2. Demanda horaria de tránsito
3. Conceptos relativos a velocidad en el diseño vial
4. Controles de acceso
5. Característica de los vehículos
6. Facilidades para los peatones
7. Capacidad y nivel de servicio

##### **3.1.1.2. Funciones de las Carreteras o Caminos**

###### **Carreteras**

En este caso se requieren demandas de tránsito elevados, del orden de varios miles o decenas de miles de vehículo como promedio diario anual. Resulta indispensable restringir el acceso hacía o desde las propiedades colindantes y dar un tratamiento especial al cruce de la carretera con otras vías de tránsito, normalmente este tipo de carretera está destinada a viaje largo y su importancia es de orden nacional o al menos interregional, el porcentaje de Kilómetros respecto del total de la red es bajo. Estas corresponden a la categoría que se incluye en el sistema de clasificación funcional para diseño bajo la denominación de Autopista, Autorrutas y Carreteras primarias.

## Caminos

En este caso su función es dar acceso a las propiedades colindantes, su zona de influencia es limitada y por ende los volúmenes de tránsito que los solicitan no pasan de algunos cientos como promedio anual. La longitud de los viajes en este tipo de caminos suelen ser cortos, ya que normalmente empalman con otras vías de categoría superior.

### **3.1.2. Demanda y Características del Tránsito**

Para seleccionar la categoría que se debe dar a una determinada vía, es indispensable tener una acertada predicción de los volúmenes de demanda, su composición y la evolución que esta variable pueda experimentar a lo largo de la vida de diseño.

### **3.1.3. Conceptos relativos a la Velocidad en el Diseño Final.**

#### *3.1.3.1. VELOCIDAD DE PROYECTO (VP)*

Es la velocidad que permite describir característica geométrica mínima del trazado bajo condiciones de seguridad.

#### *3.1.3.2. VELOCIDAD ESPECÍFICA (VE)*

Es la máxima velocidad a la cual se puede circular por un elemento del trazado, considerando individualmente, en condiciones de seguridad y comodidad, esta velocidad se aplica a los elementos curvos de la planta.

#### *3.1.3.3. VELOCIDAD DE OPERACIÓN (VO)*

Es la velocidad de desplazamiento que pueden lograr los usuarios de un tramo carretera de una velocidad de proyecto dada, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, del estado del pavimento, meteorología y grado de relación de esta con otras vías y con la propiedad adyacente.

#### *3.1.3.3. VELOCIDAD PERCENTIL (V85)*

Es aquella velocidad que no es superada por el 85% de los usuarios en un tramo de características homogéneas, bajo las condiciones de tránsito prevalecientes, estados del

pavimento, meteorológica y grado de relación de este con otra vías y con la propiedad adyacente.

### **3.1.4. Características de los Vehículos**

Los vehículos que circulan por las carreteras influyen el diseño fundamentalmente desde dos puntos de vista:

1. Velocidad que son capaces de desarrollar.
2. Dimensiones propias de los vehículos.

### **3.1.5. Capacidad y Nivel de Servicio**

#### **3.1.5.1. Capacidad de una Carretera o Camino**

Se define como la intensidad máxima de vehículo que puede pasar por una sección de un camino, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y del camino. Normalmente, se expresa como un volumen horario, cuyo valor no se puede sobrepasar a no ser que las condiciones prevalecientes cambien.

#### **3.1.5.2. Nivel de Servicio**

Es necesario por lo tanto, que el volumen de demanda sea menor que la capacidad de la carretera, para que esta proporcione al usuario un nivel de servicio aceptable. La demanda máxima que permite un cierto nivel o calidad de servicio es lo que se define como volumen de servicio.

#### **3.1.5.3. Sistema de Clasificación de Vías**

Las carreteras o caminos se clasifican en seis categorías que se dividen en dos grupos:

- Carreteras: **Autopista, Autorutas y Primarias**
- Caminos: **Colectores, Locales y de Desarrollo**

**Cuadro 3.1. Clasificación funcional para Diseño de Carreteras y Caminos Rurales**

CATEGORIA		SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
		Nº CARRILES	Nº CALZADAS		
AUTOPISTA	(O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA	(I.A)	4 ó + UD	2	100 - 90 - 80	AR (n) - xx
PRIMARIO	(I.B)	4 ó + UD	2 (1)	100 - 90 - 80	P (n) - xx
		2 BD	1	100 - 90 - 80	P (2) - xx
COLECTOR	(II)	4 ó + UD	2 (1)	80 - 70 - 60	C (n) - xx
		2 BD	1	80 - 70 - 60	C (2) - xx
LOCAL	(III)	2 BD	1	70 - 60 - 50 - 40	L (2) - xx
DESARROLLO		2 BD	1	50 - 40 - 30*	D - xx

Fuente: Manual de Carreteras vol.1. Administradora Boliviana de Carreteras

Cada categoría se subdivide según las velocidades de Proyecto consideradas al interior de la categoría. Las Vp más altas corresponden a trazados en terrenos llanos, las intermedias en terrenos ondulados y las más bajas a terreno montañoso o cuyo entorno presenta limitaciones severas para el trazado.

*El proyecto de Diseño Final y Mejoramiento Tablada Grande y Turumayo se contempla entre los caminos de Desarrollo.*

#### ❖ Caminos de Desarrollo

Están destinados a conectar zonas aisladas y por ellas transitaran vehículos motorizados y vehículo a tracción animal. Su función principal la de posibilitar tránsito permanente aún cuando las velocidades sean reducida, de hecho las velocidades de proyecto podrán ser disminuidas en sectores conflictivos.

Las velocidades referenciales de proyecto son:

**Cuadro 3.2. Velocidad de proyecto según el terreno**

Tipo de Terreno	Velocidad de Proyecto
Terreno Llano Ondulado Medio	50 Y 40 km/h
<b>Terreno Ondulado Fuerte</b>	<b>30 km/h</b>

Fuente: Manual de Carreteras vol.1. Administradora Boliviana de Carreteras

*El proyecto de Diseño Final y Mejoramiento de camino Tablada Grande-Turumayo se clasifica como Camino de Desarrollo ya que conecta zonas aisladas y posibilitará el acceso a partir de carreteras adyacentes al proyecto. La velocidad de proyecto elegida es de 30 km/h de acuerdo a la topografía que presenta la zona.*

### **3.1.6. Diseño Geométrico del Trazado**

El diseño geométrico del trazado de una carretera es el proceso de relacionar los elementos físicos del camino con las características operacionales de la vía que se requiere implementar.

El elemento básico para tal definición es el eje de la vía, cuyas proyecciones en planta y elevación definen la planta y el alineamiento vertical respectivamente.

Los criterios para el diseño geométrico de las carreteras se basan en principios de la geometría y de la física, así como también las expresiones matemáticas según los requerimientos de diseño del proyecto y del Vehículo Tipo. Incluyen no solamente cálculo teórico, sino también resultados empíricos deducidos de observaciones y análisis del comportamiento de conductores, reacciones humanas y capacidad de las carreteras.

*El diseño geométrico se hizo a través del programa AUTOCAD LAND 2009, de acuerdo a la norma de la A.B.C.*

### **3.1.7. Velocidad Directriz**

La velocidad directriz es conocida también como la velocidad de diseño de la carretera, es la máxima velocidad segura a la que se puede transitar, sobre un camino bajo condiciones de tránsito previsto, con buen tiempo, con una buena habilidad de un conductor y con un vehículo en buenas condiciones.

La velocidad directriz es un factor de mucha importancia para el diseño geométrico de una carretera, ya que su valor determinado índice en el alineamiento horizontal y vertical de la misma. La elección de la velocidad directriz se la realiza en función de la categoría de la vía, del tráfico esperado en la vía y de las características topográficas predominantes en la carretera y en la región.

La velocidad directriz varia a lo largo del tramo del camino de acuerdo al diseño geométrico siendo la máxima de 50 km/h.

### 3.1.8. Distancias de Visibilidad para el Frenado

En todo punto del Camino, el conductor debe disponer la visibilidad equivalente a la distancia requerida para detenerse ante un obstáculo inmóvil, situado al centro del carril.

Los valores mínimos de la distancia de visibilidad de frenado se aplican en las intersecciones, curvas horizontales y curvas verticales. El cálculo de la distancia de visibilidad para el frenado, se la realiza mediante la siguiente expresión:

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

Df = Distancia de Frenado (m)

V = V<sub>p</sub> o V\* (km/h)

t = Tiempo de Percepción y Reacción (2s)

f = Coeficiente de Roce Rodante (0.24)

I = PENDIENTE LONGITUDINAL (M/M)

**Cuadro 3.3. Distancia Mínima de Frenado**

V	t	f <sub>i</sub>	dt	Df	Df (m)		V
km/h	s	-	m	m	dt+df	Adopt.	km/h
30	2	0,420	16,7	8,4	25,1	25	30

Fuente: Manual de Carreteras (ABC) Vol.1

*La distancia de frenado calculada es de 25 m.*

### 3.1.9. Parámetros del Diseño del Alineamiento Horizontal

A continuación se describen los parámetros que se consideraron para el diseño de curvas horizontales.

#### 3.1.9.1. Curvas Circulares

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Los elementos que la componen se describen a continuación:



La sección del peralte está en función de la velocidad directriz, categoría de la vía, condiciones climáticas de la zona y de la topografía local. Los valores recomendados para el peralte se indican en la siguiente tabla:

**Cuadro 3.4. Peralte Máximo (eMax %)**

Caminos Colectores – Locales – Desarrollo			
Vp	e <sub>máx</sub>	f	R <sub>mín</sub>
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

Fuente: Manual de Carreteras (ABC) Vol.1

*El peralte presentado en las curvas varía siendo el máximo de 7%.*

### 3.1.9.3. Coeficiente de Fricción Transversal

Los valores del coeficiente de fricción transversal, que actúa entre los neumáticos y el pavimento, no es constante, sino que varía según la velocidad del vehículo y depende de varios factores, como por ejemplo si el pavimento está húmedo; la presión del inflado de los vehículos, la carga que transporta, la temperatura, etc.

Si estos coeficientes no son superados, proporcionan la seguridad de que no se producirá un desplazamiento del vehículo y de que el conductor como los pasajeros, no tendrán sensaciones de incomodidad, cuando el vehículo circule por la curva.

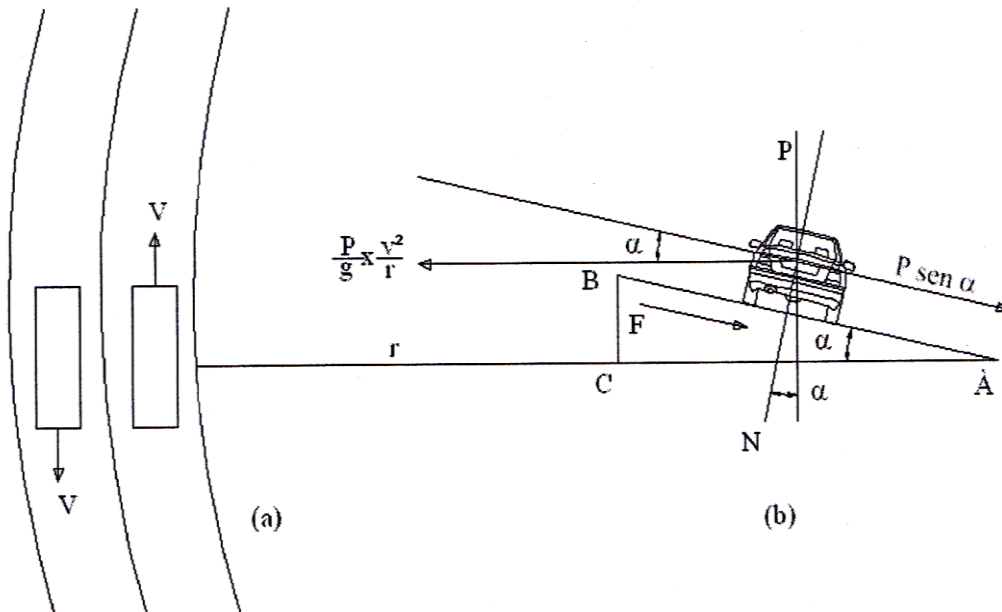
Para determinar el valor del coeficiente de fricción transversal, la norma AASHTO lo determina mediante las siguientes formulas:

f = Coeficiente de fricción transversal

$$f = 0.265 - \frac{V}{602.4}$$



*El coeficiente de fricción calculado es de 0.215 , el cual se usó para el cálculo del peralte.*

**Figura 3.1. Fricción Transversal**

Fuente: Manual de Carretera A.B.C. Vol 1.

**3.1.9.4. Radios Mínimos de Curvas Circulares Horizontales**

Una vez fijados el peralte y el coeficiente de fricción transversal, el radio mínimo de la curva circular horizontal se calcula con el criterio de seguridad al deslizamiento, según la norma AASHTO responde a la siguiente expresión:

$$R_{min} = \frac{v_D^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$R_{min}$  = Radio mínimo de la curva circular (m)

$e_{max}$  = Peralte Transversal máximo (m/m)

$f_{max}$  = Coeficiente fricción transversal (adimensional)

El uso de radios menores que los mínimos exigirá el empleo de peraltes mayores que los considerados prácticos o la estimación de coeficientes de rozamientos tan altos que comprometan los límites de seguridad.

*El radio mínimo calculado en el Proyecto es de 25 m.*

### 3.1.9. 5. Sobreechanco en Curvas Circulares

En curvas de radio pequeño según sea el tipo de vehículos comerciales que circula habitualmente por el camino, se deberá ensanchar la calzada con el objeto de asegurar los espacios libres adecuados, entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales.

Se da a partir de la siguiente ecuación:

$$x = \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) * N + \frac{0,10 * V}{\sqrt{R}}$$

### 3.1.10. Parámetros del Diseño del Alineamiento Vertical

A continuación se describen los parámetros que se consideraron para el diseño de curvas verticales.

#### 3.1.10.1. Pendiente Longitudinal Máxima

La selección de las pendientes longitudinales máximas está relacionada con la categoría de la vía, que se refleja directamente con el volumen y composición del tráfico previsto, la importancia de la carretera. La topografía de la franja de trazado y la altura del terreno con respecto al nivel medio del mar.

Por convención se indicará que las pendientes longitudinales ascendentes serán de signo positivo y las pendientes descendentes serán de signo negativo.

**Cuadro 3.5. Pendientes Máximas Admisibles**

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

Fuente: Manual de Carreteras (A.B.C.) Vol.1

*La pendiente máxima longitudinal es de 6%.*

### 3.1.10.2. Pendiente Longitudinal Mínima

La elección de pendientes mínimas se realiza con el objeto de asegurar el drenaje de las aguas superficiales sobre la calzada.

Por lo general, es deseable que la carretera tenga una pendiente longitudinal mínima de 0.5% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un eficiente drenaje de las aguas superficiales. Se distinguirán los siguientes casos:

Si la calzada posee un bombeo de 2.5% excepcionalmente se podrán aceptar pendientes longitudinales de hasta 0.20%.

*La pendiente mínima excepcional en el proyecto es de 2.2%, solo se presenta a lo largo de 600 m.*

### 3.1.10.3. Curvas Verticales

Las curvas verticales producen un cambio gradual de la inflexión entre dos rasantes rectilíneas contiguas de distinta pendiente, generalmente la curva vertical obedece a una parábola de segundo grado, debido a que se obtiene una variación uniforme de la pendiente y a que ofrece facilidades al momento de ejecutar el replanteo en el tramo de diseño.

Las curvas verticales se proyectan cuando la diferencia algebraica entre pendientes es mayor a 0.5%, debido a que diferencias menores no son percibidas por los Conductores y además se pierden durante la construcción.

En las curvas verticales se pueden distinguir los siguientes elementos:

m y n pendientes expresadas en porcentajes

PCV y FCV son el principio y final de la curva vertical, respectivamente.

Se llama longitud, L, de la curva a su proyección horizontal.

### 3.1.10.4. Elementos de Las Curvas Verticales

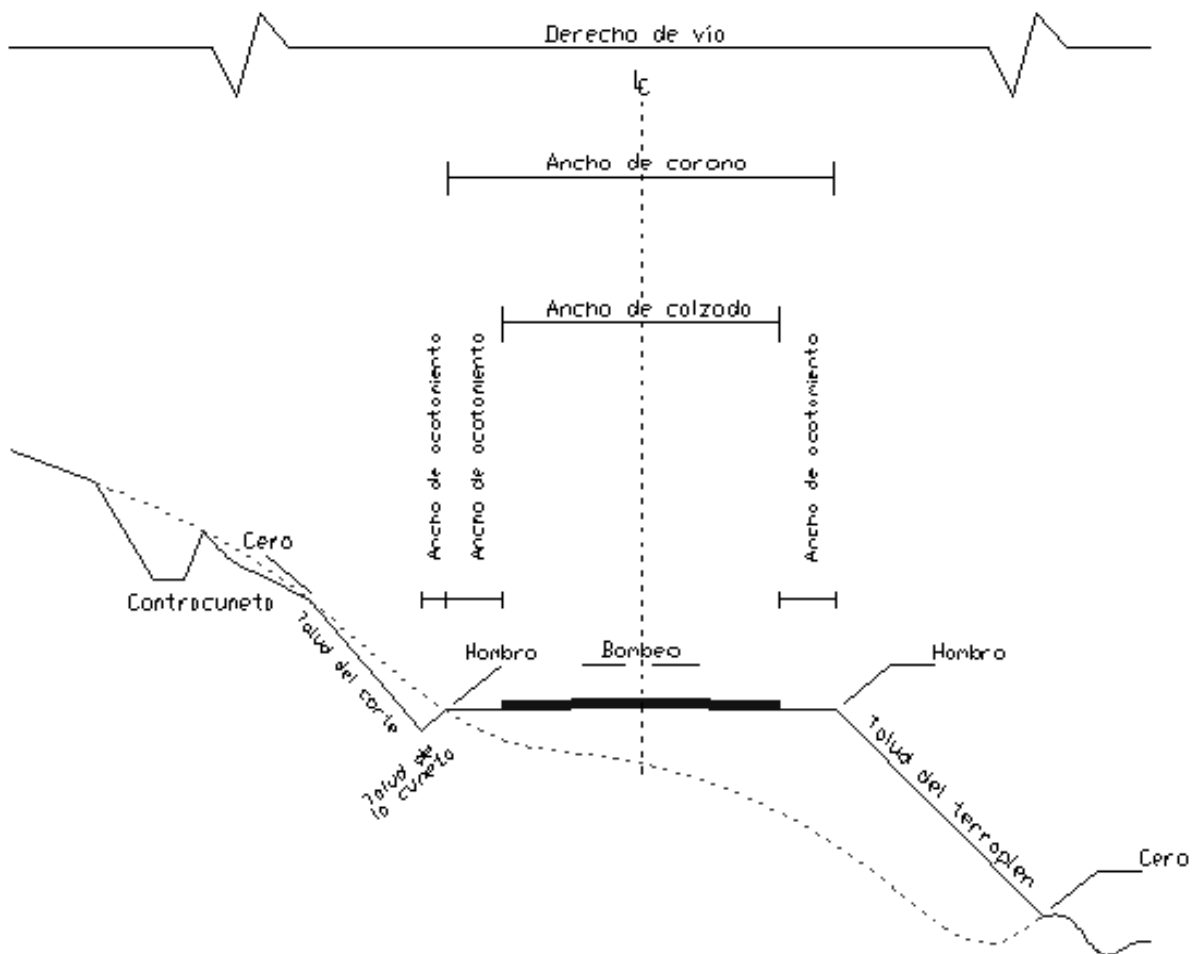
El cálculo de los parámetros mínimos de las curvas verticales, debe realizarse teniendo en cuenta criterios de seguridad, estética y comodidad. Existen tablas para la determinación de

los parámetros mínimos de curvas verticales, en función de la velocidad directriz y la diferencia algebraica de pendientes.

Una vez obtenida la longitud se puede proceder a determinar la ordenada media de la parábola y sus cotas a lo largo de la parábola:

### 3.1.11. Características de la Sección Transversal

Figura 3.2. Características de la Sección



Los parámetros que se determinan para una sección transversal de una carretera dependen del tipo de carretera y del tráfico que circula, estos elementos influyen en características operativas, estéticas y de seguridad que se adopten para la misma.

**Cuadro 3.6. Características del ancho de Plataforma**

NUMERO DE CALZADAS Y CATEGORIA	VELOCIDAD PROYECTO (km/h)	ANCHO PISTAS "a" (m) (1)	ANCHO BERMAS		ANCHO SAP (3)		ANCHO CANTERO CENTRAL - M (m)			ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE RASANTE <sup>(2)</sup> ATP = na + 2(be + Se) + M final			
			"bi" INTERIOR (m)	"be" EXTERIOR (m)	"Si" INTERIOR (m)	"Se" EXTERIOR (m)	INICIAL 4 PISTAS AMPLIABLE a 6	FINAL 6 PISTAS	FINAL + INICIAL 4 PISTAS	6 PISTAS Y 4 AMPLIABLE	4 PISTAS	2 PISTAS	
			<b>CALZADAS UNIDIRECCIONALES</b>										
AUTOPISTA	120	3,5	1,2	2,5	0,5 - 0,8	1,5	13,0	6,0	6,0	35	28	-	
	100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	13,0	6,0	6,0	34	27	-	
	80	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	0,8	11,0	4,0	4,0	31,6	24,6	-	
	PRIMARIO Y AUTORRUTA	100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	13,0	6,0	6,0	34	27	-
		90	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	12,0	5,0	5,0	33	26	-
		80	3,5	1,0	2,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 <sup>(4)</sup>	10,0	3,0	3,0 <sup>(4)</sup>	29	22	-
COLECTOR	80	3,5	1,0	2,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 <sup>(4)</sup>	10,0	3,0	3,0 <sup>(4)</sup>	29	22	-	
	70	3,5	0,6 - 0,70	1,5	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 <sup>(4)</sup>	9,0	2,0	2,0 <sup>(4)</sup>	27	20	-	
	60	3,5	0,6 - 0,70	1,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 <sup>(4)</sup>	9,0	2,0	2,0 <sup>(4)</sup>	26	19	-	
<b>CALZADA BIDIRECCIONAL</b>													
PRIMARIO	COLECTOR	100 - 90	3,5	-	2,5	-	1,0	-	-	-	-	14,0	
		80	3,5	-	2,0	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	12,0	
		80	3,5	-	1,5	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	11,0	
	LOCAL	70	3,5	-	1,0 - 1,5 <sup>(2)</sup>	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	10 - 11,0	
		60	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 <sup>(2)</sup>	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	8,0 - 10,0	
		DESARROLLO	50	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 <sup>(2)</sup>	-	0,5	-	-	-	-	8,0 - 10,0
			40	3,0	-	0,0 - 0,5 <sup>(2)</sup>	-	0,5	-	-	-	-	7,0 - 8,0
30	2,0 - 3,0	-	0,0 - 0,5 <sup>(2)</sup>	-	0,5	-	-	-	-	-	5,0 - 6,0		

Fuente: Manual de Carreteras (A.B.C.) Vol.1

*El ancho de la sección transversal adoptado es de 8.00 m*

**3.1.11.1. Ancho del Carril**

El ancho de carriles de circulación proviene del ancho del vehículo tipo más un sobre ancho de seguridad; este ancho de seguridad está condicionado por la velocidad por la velocidad directriz la categoría de la vía y del sentido de circulación. La Administradora Boliviana de Carreteras establece un ancho mínimo de 3.5 m por carril.

*El ancho de cada Carril de diseño para el proyecto es de 3.50 m.*

**3.1.11.2. Ancho de Berma**

Las bermas son elementos que forman parte de la sección transversal de la vía, ya que cumple con las siguientes funciones fundamentales:

Permite que los conductores que hayan tenido problemas técnicos con sus vehículos, puedan salir de los carriles de circulación y estacionarse sin perjudicar el tráfico, de manera que se puedan evitar los accidentes.

Estimular a los conductores para que utilicen el ancho total de los carriles de circulación, adyacentes a las bermas.

Proteger al pavimento de las erosiones provocadas por las condiciones climáticas.

En el diseño de las bermas se debe tener los siguientes criterios:

Todas las carreteras deben diseñarse con bermas.

Las bermas deben ser visibles y no variar sus dimensiones bruscamente.

Es recomendable la pavimentación de las bermas, en este caso las bermas deben ser claramente diferenciadas de la calzada, una forma de diferenciar es mediante el uso de pinturas reflectantes.

La señalización debe ser colocada de tal manera que dejen libres las bermas.

El ancho de las berma en función de la categoría de la vía, de la topografía, geología Y por supuesto de la precipitación que incida en el área del proyecto.

**Cuadro 3.7. Ancho de Berma para Calzadas Dividida de Circulación**

Número de Carriles	Ancho de las Bermas (m)
<b>2</b>	<b>0-0.50</b>

**Fuentes:** Manual de Carreteras (A.B.C) Vol.1

*El ancho de berma usado en el proyecto es de 0.50 m. (Dos Carriles.)*

### **3.1.11.3. Pendiente Transversal de la Calzada**

El objetivo principal que la calzada tenga una pendiente transversal, es el de asegurar un adecuado escurrimiento de las aguas superficiales, con el propósito de evitar que la infiltración afecte la estructura del pavimento y para disminuir la formación de láminas de agua que pueda ser peligrosos durante la circulación d los vehículos.

Las pendientes transversal de la calzada puede diseñarse en dos forma básica: como una sección compuesta por sentidos de la pendiente con el punto más alto situado en el centro de la calzada (tramo recto) o como una sección con pendiente única en un solo sentido (tramo curvos). La elección de la pendiente transversal (bombeo), está en función a los siguientes parámetros:

**Cuadro 3.8. Pendiente Transversal de la Calzada (%)**

Tipo de Pavimento	Zona Húmeda	Zona Seca
Pavimento de Hormigón	2,5 -1,5	2,0 -1,5
Pavimento Flexible	2,5 – 2,0	2,0
Tratamiento Bituminoso Superficiales	3,0 -2,5	2,5 – 2,0
<b>Calzadas no pavimentadas</b>	<b>4,0 – 2,5</b>	<b>3,5 – 2,0</b>

Fuentes: Manual de Carreteras (A.B.C) Vol.1

*La pendiente transversal determinada en el proyecto es de 2.5 %. (Bombeo)*

#### **3.1.11.4. Taludes en Terraplén**

Cuando un camino se emplaza en terraplén, los materiales deben provenir de las excavaciones hechas en otros puntos del trazado. Por lo general se podrá anticipar la inclinación máxima admisible en función de la altura de los terraplenes.

El diseño de taludes de terraplén, se encuentran en función del tipo de material que constituye el suelo.

Desde el punto de vista de la seguridad vial: Taludes en terraplén comprendidas entre 1:3 y 1:4, son transitables, un vehículo salido de la plataforma puede descender sin volcarse.

*El Talud en Terraplén determinado en el proyecto es de 1.5:1 (H:V) de acuerdo a las características geológicas a lo largo del tramo de camino.*

*La altura máxima de Terraplén es de 3 m.*

#### **3.1.11.5. Taludes en Corte**

La inclinación de los taludes del corte variara a lo largo de la obra según la calidad y estratificación de los suelos.

Las inclinaciones pueden ser únicas o variar a lo largo del camino.

*El Talud en Corte determinado en el proyecto es de 0.25:1 (H:V), de acuerdo a la estratificación que se presenta a lo largo del camino.*

*La altura máxima de Talud en corte es de 3.5 m.*

### 3.1.12. Derecho de Vía

Consiste en la franja de terreno a cada lado de la vía, de 50 metros, medida en horizontal y perpendicularmente a partir del eje de la carretera. Establecido de acuerdo a la A.B.C.

### 3.1.13. Procedimiento de cálculo de curvas horizontales circulares

El proyecto definitivo del trazo se estableció sobre el dibujo del trazo preliminar por medio de tangentes unidas entre sí, a través de sus PIs o puntos de intersección los cuales unirán las tangentes a través de curvas horizontales, estos PIs están representados en planta de acuerdo a las coordenadas obtenidas de cada intersección de tangentes.

#### Angulo de deflexión ( $\Delta$ )

Este ángulo fue obtenido en planta de acuerdo a las tangentes del trazo definitivo.

#### Distancia de visibilidad para frenado

Se calculó a partir de la siguiente ecuación:

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

V= 30 km/h

F= 0.42 (coeficiente de fricción entre el pavimento y los neumáticos A.B.C.)

I= 0 (tomando en cuenta un tramo recto sin pendiente)

La distancia mínima de frenado obtenida es de 25 m.

#### Peralte

El peralte fue calculado a partir de la siguiente formula:

$$e = \frac{V^2}{2.26R}$$

En el caso donde los peraltes calculados eran mayores al valor máximo establecido por la norma, se asignó este de acuerdo a tabla (7%).

**Valor Máximo de Peralte**

Camino Colectores – Locales – Desarrollo			
Vp	e <sub>máx</sub>	f	R <sub>mín</sub>
km/h	(%)		(m)
30	7	0,215	25

Fuente: Manual de Carreteras (A.B.C) Vol.1

**Coefficiente de fricción transversal**

Este fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$f = 0.265 - \frac{V}{602.4}$$

V= 30 km/h

El coeficiente de fricción transversal calculado (f) fue de **0.215**.

**Radio de curvatura**

El radio de curvatura se asignó de acuerdo a las tangentes de la línea definitiva. En las intersecciones donde las tangentes y el Angulo de deflexión ( $\Delta$ ) no permitían la aplicación de un radio mayor al radio mínimo establecido por la norma del A.B.C., se aplicó el radio mínimo de acuerdo a la norma.

**Radio mínimo absoluto**

Los radios mínimos para cada Vp, son calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento está dado por la expresión:

$$R_{mín} = \frac{Vp^2}{127(e_{max} + f)}$$

R<sub>mín</sub>= m

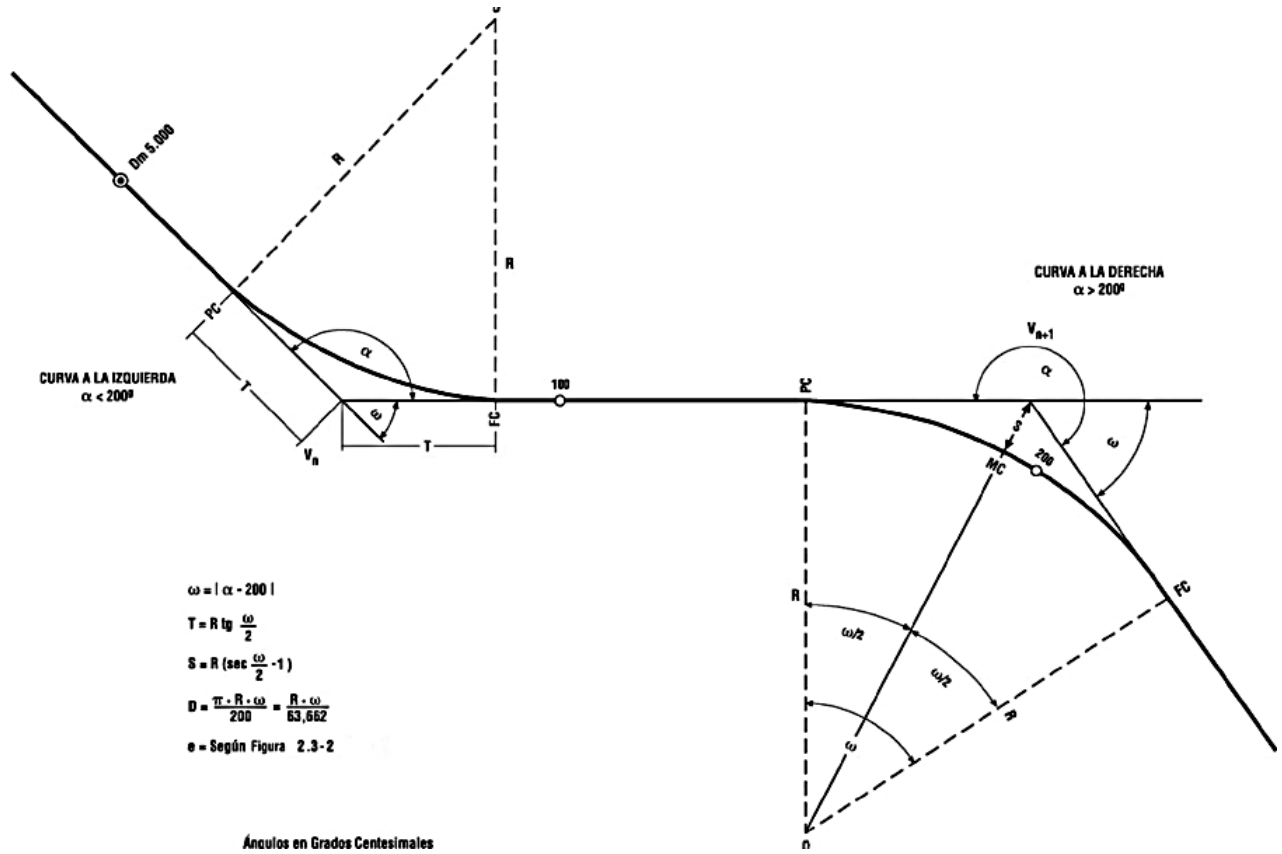
Vp= 30 (km/h)

e<sub>max</sub>= 0.07 (m/m) peralte max

f= 0.215 coeficiente de fricción transversal

El radio mínimo absoluto es de **25 m**.

### Composición de la curva circular



TANGENTE

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

EXTERNA

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

LONGITUD DEL ARCO CIRCULAR

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

CUERDA DEL ARCO

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

FLECHA DEL ARCO

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

Cuadro 3.9. Resumen del cálculo de las curvas circulares

No.	PI	Velocidad de Proyecto	Peralte	Coefficiente de Fricción	Rmin	Angulo de Deflexion	Radio de Curva Circular	Tangente	Externa	Longitud del arco Circular	Cuerda del Arco	Flecha del arco	Principio de Curva	Final de Curva
		Vp (km/h)	e (%)	f	R (m)	$\Delta$ (°)	R (m)	T (m)	E (m)	D (m)	Cl (m)	f (m)	Pc (m)	Fc (m)
1	0+259,60	30	7,0	0,215	25	18,19	80	12,81	1,02	25,40	25,29	1,01	0+246,79	0+272,19
2	0+532,46	30	7,0	0,215	25	79,38	25	20,75	7,49	34,64	31,93	5,76	0+511,71	0+546,35
3	0+662,63	30	7,0	0,215	25	56,81	50	27,04	6,84	49,58	47,57	6,02	0+635,59	0+685,17
4	0+963,82	30	5,0	0,215	25	4,64	80	3,24	0,07	6,47	6,47	0,07	0+959,44	0+968,18
5	1+094,48	30	5,0	0,215	25	21,16	80	14,94	1,38	29,54	29,38	1,36	1+079,52	1+109,1
6	1+216,78	30	5,0	0,215	25	5,32	80	3,72	0,09	7,43	7,43	0,09	1+213,07	1+220,47
7	1+339,56	30	7,0	0,215	25	8,87	50	3,88	0,15	7,74	7,73	0,15	1+335,68	1+343,43
8	1+450,34	30	7,0	0,215	25	17,63	50	7,75	0,60	15,39	15,32	0,59	1+442,58	1+457,97
9	1+588,57	30	7,0	0,215	25	34,38	50	15,47	2,34	30,00	29,55	2,23	1+573,10	1+603,11
10	1+769,45	30	5,0	0,215	25	11,05	80	7,74	0,37	15,43	15,40	0,37	1+761,72	1+777,17
11	1+894,51	30	7,0	0,215	25	51,06	50	23,88	5,41	44,56	43,10	4,88	1+870,63	1+915,19
12	1+958,89	30	5,0	0,215	25	13,67	80	9,59	0,57	19,09	19,04	0,57	1+949,3	1+968,38
13	2+083,46	30	5,0	0,215	25	16,80	80	11,81	0,87	23,46	23,37	0,86	2+071,65	2+095,11
14	2+423,63	30	3,3	0,215	25	27,30	120	29,14	3,49	57,18	56,64	3,39	2+394,49	2+451,67
15	2+535,95	30	3,3	0,215	25	28,98	120	31,01	3,94	60,70	60,05	3,82	2+504,94	2+565,63
16	2+677,25	30	7,0	0,215	25	26,09	50	11,58	1,32	22,77	22,57	1,29	2+665,7	2+688,4
17	2+745,77	30	7,0	0,215	25	23,08	50	10,21	1,03	20,14	20,01	1,01	2+735,56	2+755,71
18	2+934,35	30	5,0	0,215	25	19,69	70	12,15	1,05	24,06	23,94	1,03	2+922,2	2+946,26
19	3+115,80	30	5,0	0,215	25	9,81	70	6,01	0,26	11,99	11,97	0,26	3+109,79	3+121,78
20	3+364,61	30	5,0	0,215	25	31,51	70	19,75	2,73	38,50	38,01	2,63	3+344,86	3+383,36
21	3+505,92	30	7,0	0,215	25	39,00	50	17,71	3,04	34,03	33,38	2,87	3+488,22	3+522,05
22	3+604,24	30	7,0	0,215	25	19,68	50	8,67	0,75	17,17	17,09	0,74	3+595,56	3+612,74
23	3+797,27	30	7,0	0,215	25	43,74	80	32,11	6,20	61,07	59,60	5,76	3+775,18	3+818,33
24	3+866,87	30	7,0	0,215	25	61,28	35	20,73	5,68	37,43	35,67	4,89	3+846,14	3+883,57
25	3+960,76	30	7,0	0,215	25	77,76	25	20,16	7,11	33,93	31,38	5,54	3+940,6	3+974,53
26	4+085,64	30	5,0	0,215	25	10,52	80	7,37	0,34	14,69	14,67	0,34	4+078,28	4+092,97
27	4+179,95	30	5,0	0,215	25	21,27	80	15,02	1,40	29,70	29,53	1,37	4+164,93	4+194,63
28	4+242,94	30	7,0	0,215	25	71,39	25	17,96	5,78	31,15	29,17	4,70	4+242,94	4+274,08
29	4+349,55	30	3,3	0,215	25	38,46	120	41,86	7,09	80,55	79,05	6,70	4+307,68	4+388,24
30	4+462,03	30	7,0	0,215	25	34,98	35	11,03	1,70	21,37	21,04	1,62	4+451	4+472,37
31	4+552,24	30	7,0	0,215	25	10,35	50	4,53	0,20	9,03	9,02	0,20	4+547,70	4+556,74
32	4+631,78	30	7,0	0,215	25	64,68	60	37,99	11,02	67,73	64,19	9,31	4+593,79	4+661,52
33	4+749,11	30	7,0	0,215	25	106,68	30	40,31	20,25	55,86	48,13	12,09	4+708,8	4+764,66
34	4+871,68	30	7,0	0,215	25	25,32	60	13,48	1,50	26,52	26,30	1,46	4+858,20	4+884,71
35	5+246,02	30	7,0	0,215	25	64,89	25	15,89	4,62	28,31	26,82	3,90	5+230,15	5+258,43
36	5+370,38	30	7,0	0,215	25	46,85	25	10,83	2,25	20,44	19,88	2,06	5+370,38	5+390,82

### 3.1.14. Procedimiento de cálculo de Curvas Verticales

Se definió la rasante a partir de las curvas de nivel de manera que cumplan con las pendientes máximas y mínimas de acuerdo a la norma, y de acuerdo al perfil del camino actual.

#### Pendientes longitudinal máxima

La selección de la pendiente longitudinal máxima se estableció de acuerdo a la categoría de la vía.

$$i = \left( \frac{\text{cota A} - \text{cota B}}{100} \right) * L$$

#### Pendientes Máximas Admisibles

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

Fuente: Manual de Carreteras (A.B.C) Vol.1

La pendiente máxima calculada en el proyecto es de 8%.

#### Pendiente longitudinal mínima

La pendiente mínima calculada es de 2.2%, la cual es posible de acuerdo al bombeo del camino.

#### Curvas verticales

Las curvas verticales fueron proyectadas en cada caso siempre y cuando la diferencia entre pendientes sea mayor al 0.5%, proyectando parábolas de segundo grado. Ya que así se obtiene una variación uniforme de la pendiente y ofrece facilidades al momento de hacer el replanteo del diseño del camino.

$$P = |g_1 - g_2| > 5\%$$

### Enlace de rasantes

El ángulo de deflexión entre dos rasantes que se cortan se definió por la siguiente ecuación:

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

$\theta$  se calcula como valor absoluto de la diferencia de pendientes de entrada y salida (m/m)

El desarrollo de la curva de enlace se identifica con la siguiente ecuación:

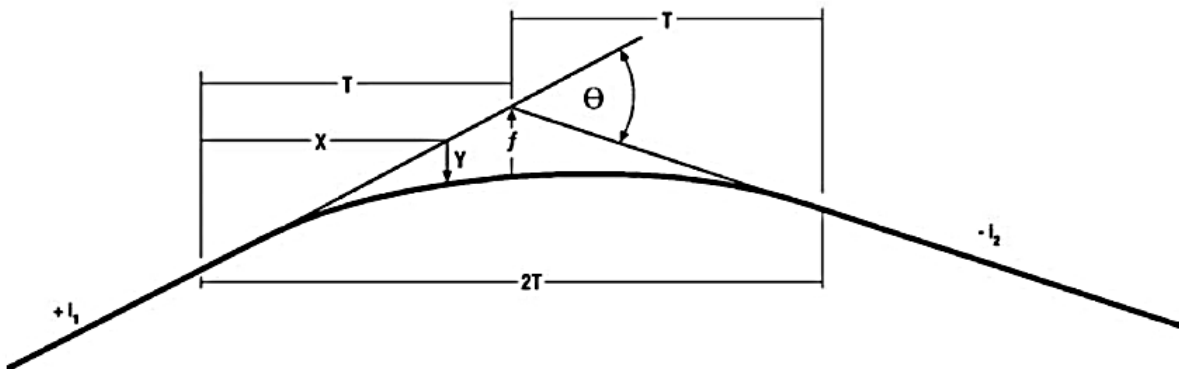
$$Lv = 2 * T$$

2T es la proyección horizontal de las tangentes a la curva de enlace.

La longitud de la curva de enlace queda dada por:

$$2 \cdot T = K \cdot \theta = K \cdot |i_1 - i_2|$$

### Partes de una curva vertical



$$\theta = |i_1 - i_2|$$

$$2T = K \cdot \theta$$

$$f = \frac{T^2}{2K} = \frac{T \cdot \theta}{4}$$

$$y = \frac{x^2}{2K} = \frac{f}{T^2} \cdot x^2$$

$i_1$  e  $i_2$   
Con su signo y  
Expresado en por uno

### Criterios para el Diseño de Curvas

Las curvas verticales se diseñaron de acuerdo, que aseguren en todo punto del camino la visibilidad de frenado.

Se eligió el caso de:  $Dv > 2T$

Ya que representa el caso más corriente, siendo un diseño seguro, se aumenta el enlace de la curva resultante por comodidad y estética.

### Parámetros mínimos por visibilidad de frenado

CONVEXA

$$Kv = \frac{Df^2}{4.48}$$

CONCAVA

$$Kc = \frac{Df^2}{(1.2 + 0.035 * Df)}$$

La norma (A.B.C.) establece una tabla de valores de parámetro mínimos (K).

**Cuadro 3.12 Parámetros mínimos en curvas verticales por criterio de visibilidad de Frenado**

Velocidad de Proyecto	CURVAS CONVEXAS			CURVAS CONCAVAS
	Kv			Kc
Vp (km/h)	V* =Vp km/h	V* =Vp + 5 km/h	V* =Vp + 10 km/h	Vp km/h
30	300	300	300	400

Fuente: Manual de Carreteras (A.B.C) Vol.1

### Longitud mínima de curvas verticales

Por condición de comodidad y estética la norma (A.B.C.) establece la longitud minima de las curvas verticales:

$$2 \cdot T(m) \geq \left| V_p (km/h) \right|$$

2T= desarrollo mínimo de la curva vertical (m)

Vp= velocidad de proyecto (km/h)

**Cuadro 3.10. Resumen del cálculo de las curvas verticales**

Curva	No.	Progresiva			i1	i2	Θ	K	Kmin	2T (L)	2T	Df calculada	Df min	Flecha
		PVC	PVI	PVT	%	%	°	m	m	m	Adoptado	m	m	f
c	1	1+040	1+060	1+080	0,556	1,212	0,656	303,11	400	2,62	40	24,97	25,1	0,03
c	2	1+160	1+180	1+200	1,212	4,919	3,707	303,11	400	14,83	40	24,42	25,1	0,19
v	3	1+235	1+260	1+285	4,919	-0,545	5,464	140,63	300	16,39	50	24,13	25,1	0,34
v	4	1+360	1+380	1+400	-0,545	-4,402	3,857	140,63	300	11,57	40	24,39	25,1	0,19
c	5	1+435	1+460	1+485	4,402	0,788	3,614	303,11	400	14,46	40	24,43	25,1	0,18
c	6	1+760	1+780	1+800	0,788	2,138	1,350	303,11	400	5,40	40	24,84	25,1	0,07
v	7	2+240	2+260	2+280	2,138	0,320	1,818	140,63	300	5,45	40	24,75	25,1	0,09
c	8	2+700	2+720	2+740	0,026	2,159	2,133	303,11	400	8,53	40	24,70	25,1	0,11
v	9	2+950	2+980	3+010	2,159	0,726	1,433	140,63	300	4,30	40	24,82	25,1	0,07
c	10	3+210	3+240	3+270	0,726	2,166	1,440	303,11	400	5,76	40	24,82	25,1	0,07
c	11	3+815	3+845	3+875	2,166	5,040	2,874	303,11	400	11,50	40	24,56	25,1	0,14
v	12	3+950	3+970	3+990	5,04	1,893	3,147	140,63	300	9,44	40	24,52	25,1	0,16
v	13	4+230	4+250	4+280	1,893	-4,011	5,904	140,63	300	17,71	40	24,06	25,1	0,30
c	14	4+310	4+330	4+350	-4,011	2,800	6,811	303,11	400	27,24	40	23,93	25,1	0,34
c	15	4+920	4+940	4+960	2,75	4,000	1,250	303,11	400	5,00	40	24,86	25,1	0,06
c	16	5+250	5+280	5+310	4,135	5,837	1,702	303,11	400	6,81	40	24,77	25,1	0,09
v	17	5+470	5+500	5+530	5,837	3,513	2,324	140,63	300	6,97	40	24,66	25,1	0,12

**3.11. Resumen de las características del Diseño Geométrico**

PARAMETROS DE DISEÑO	
Velocidad de diseño	30 (km/h)
Categoría	Camino de Desarrollo
Carriles	2 (bidireccional)
Tipo de terreno	Plano semi ondulado
Distancia de frenado	25 m
Distancia de adelantamiento	180 m
Radio mínimo en curvas	25 m
Radio máximo	120 m
Peralte máximo	7%
Coef. De fricción transversal	0,215
Pendiente máxima	6%
Pendiente mínima	2,20%
Ancho de carril	3,50 m
Bombeo	2,50%
Ancho de berma	0,50m

Talud en terraplén	1 : 1,5 (V:H)
Talud en corte	4 : 1 (V:H)
Derecho de Vía	50 m

### 3.2. ESTUDIO DEL TRANSITO VEHICULAR

Es la parte de la ingeniería de transporte que tiene como objetivo la circulación de vehículos y mercadería de manera rápida, segura y económica.

Las principales actividades de la ingeniería de tránsito son:

Resolver Problemas cuando se planea o proyectan Redes viales

Resolver Problemas actuales o previsibles a corto plazo

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil.

El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos de cálculo, se las transforma en número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 Kips que se denomina ESAL`s.













#### 3.2.1. Clasificación por tipo de Vehículo

Expresa en porcentaje la participación que le corresponde en el TPDA a las diferentes categorías de vehículos, debiendo diferenciarse por lo menos las siguientes:

- Vehículos livianos: Automóviles, Camionetas hasta 1500 kg.
- Locomoción Colectiva: Buses Rurales e Interurbanos.
- Camiones: Unidad Simple para Transporte de Carga.
- Camión con Semirremolque o Remolque: Unidad Compuesta para Transporte de Carga.

Según sea la función del camino la composición del tránsito varia en forma importante de una a otra vía. (CONTROLES BÁSICOS DE DISEÑO – A.B.C.)

**Cuadro 3.12. Configuración vehicular por ejes (A.B.C.)**

CODIGO	TIPO DE VEHICULO	CAPACIDAD (Tn)	EJES	FIGURA
*1	Automóviles y Vagonetas			
2	Camionetas	2		
3	Minibuses hasta 15 pasajeros			
MB	Microbuses hasta 21 pasajeros		2	
B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros)		2	
B3	Buses Grandes (más de 35 pasajeros)		3	
C2m	Camiones Medianos	2,5-10	2	
C2	Camiones Grandes	>10	2	
C3	Camiones Grandes	>10	3	
CSR	Camiones Semirremolque	>15		
CR	Camiones remolque			
12	Otros vehículos			

**3.2.2. Factor equivalente de acuerdo al vehículo.**

**Cuadro 3.13. Factores de Equivalencia Vehicular (A.B.C.)**

CODIGO	TIPO DE VEHICULO	FACTOR EQUIVALENTE VEHICULAR (Pav. Flexible)
1	Automóviles y Vagonetas	0,00020492
2	Camionetas	0,00020492
3	Minibuses hasta 15 pasajeros	0,00020492
MB	Microbuses hasta 21 pasajeros	0,132146
B2	Buses Medianos hasta 35 pasajeros	1,694616
B3	Buses Grandes más de 35 pasajeros	0,897383
C2m	Camiones Medianos	0,132146
C2	Camiones Grandes	1,046566
C3	Camiones Grandes	1,654853

CSR	Camiones semirremolque	2,496063
CR	Camiones remolque	3,13306

### 3.2.3. Promedio por tipo de Vehículo

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la ruta en la sección considerada.

### 3.2.4. Conversión de Tránsito en ESAL's

Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo, como también los espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga así también las fallas serán distintas.

Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada que producirán el mismo daño que toda la composición de tránsito.

Esta carga tipo según AASHTO es de 80 KN ó 18 Kips. La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga LEF (Load Equivalent Factor) o Factor equivalente de carga.

*Existen dos procedimientos de cálculo: El simple y el riguroso. En el presente proyecto se realizó el procedimiento de Cáculo Riguroso usando un factor de conversión para cada tipo de Vehículo.*

#### Procedimiento De Cálculo Riguroso

El método riguroso requiere el uso de factores de camión para cada clase individual de camiones. Esto puede ser usando los pesos de vehículos y clasificación obtenidos por el método de pesaje en movimiento. Se incluye el tráfico futuro que se llegue a calcular.

### 3.2.5. Análisis del Tránsito actual.

#### 3.2.5.1. Proceso de Aforo

Se realizó un aforo de forma manual, haciendo un análisis del tráfico en el acceso a la comunidad de Tablada Grande en la progresiva 0+100. Durante siete días considerando catorce horas por día desde las 06:00 hasta las 20:00 hrs. En las ocho horas restantes se considera un tráfico casi inexistente por lo cual no formaron parte del análisis.

### 3.2.5.2. Resultados del Aforo del Tránsito Existente

El presente análisis nos muestra un resultado del tráfico actual de vehículos en la zona pese a las condiciones del camino existente, estos resultados se proyectarán más adelante considerando un crecimiento anual, el tipo de pavimento y el periodo de vida de este.

**Cuadro 3.14. Resultados del Aforo**

<b>CODIGO</b>	<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIERCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SABADO</b>	<b>DOMINGO</b>	<b>PROMEDIO</b>
1	Automóviles y Vagonetas	62	71	52	62	72	79	75	<b>68</b>
2	Camionetas	8	9	7	6	7	10	6	<b>8</b>
	Minibuses hasta 15 pasajeros	2	2	2	2	3	1	2	<b>2</b>
MB	Microbuses hasta 21 pasajeros	1	0	1	0	0	1	1	<b>1</b>
B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros)	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
B3	Buses Grandes (más de 35 pasajeros)	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C2m	Camiones Medianos	8	7	9	6	10	8	6	<b>8</b>
C2	Camiones Grandes 2 EJES	9	10	8	8	7	10	6	<b>8</b>
C3	Camiones Grandes 3 EJES	6	3	2	5	4	6	2	<b>4</b>
CSR	Camiones semirremolque	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
CR	Camiones remolque	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
12	Otros vehículos	5	8	6	10	8	9	10	<b>8</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>110</b>	<b>87</b>	<b>99</b>	<b>111</b>	<b>124</b>	<b>108</b>	<b>106</b>

### 3.2.5.3. Tránsito Futuro

El pronóstico del volumen de tránsito futuro, referido al TPDA del proyecto, en el mejoramiento de este camino, deberá basarse en los incrementos de tránsito que se espera que utilicen el nuevo camino. Lo cual incluye el crecimiento normal del tránsito (CNT), el tránsito inducido (TI) y el tránsito generado (TG).

$$Tf = CNT + TI + TG$$

#### Crecimiento Normal del Tránsito (CNT)

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

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

Dónde:

CNT = Tránsito Promedio Diario Futuro debido al Crecimiento Normal

TE = Tránsito existente

i = Tasa de Crecimiento del Tránsito

n = Año (0, 1, 2, 3,....)

**Índice de crecimiento del Parque Automotor en la Ciudad de Tarija de acuerdo al R.U.A.T. (Registro Único para la Administración Tributaria Municipal)**

Índice de crecimiento vehicular en la ciudad de Tarija		
2010	i=	<b>11,74</b>
2011		
2012		

### Tránsito Inducido

Es el tránsito atraído al camino desde las carreteras adyacentes, cambiando su origen o destinos. También es el flujo permanente en cualquier época del año que incrementara el uso del camino, debido al aumento de actividad en la zona de influencia del camino. La elección del porcentaje se debe a que el camino une dos comunidades y crea accesos de manera permanente a las carreteras adyacentes tanto por la comunidad de Tablada Grande como por San Andrés, por lo cual el tráfico inducido será menor. La tasa de incremento de Tránsito inducido es de **10%** con un periodo de 15 años debido a:

- Producción agrícola.
- Producción de materia prima (arcilla)

### Tránsito Generado

Es el tráfico de vehículos distinto al transporte público, que no usaría el camino si es que no se hubiese pavimentado. Este tránsito se adiciona debido a la pavimentación o

mejoramiento del camino, y al decremento de los costos de transporte. La tasa de incremento de tránsito generado es del **20%** con un periodo de **2** años después de que el camino haya sido puesto en servicio.

**Cuadro 3.15. Resultados del Tránsito Futuro**

Año de estudio	Tránsito Generado (20%)	Tránsito inducido (10%)	Tránsito por CNT (i=11,74%)	TPD	TPD*365
TPD 2013 (+11,74%)	<b>111,74</b>	-	-		
2014	22	11	13	158	57809
2015	27	12	15	212	77434
2016		14	16	242	88347
2017		15	18	275	100456
2018		16	20	312	113892
2019		18	23	353	128801
2020		20	26	398	145347
2021		22	29	449	163709
2022		24	32	504	184089
2023		26	36	566	206709
2024		29	40	635	231817
2025		32	44	711	259689
2026		35	50	796	290631
2027		39	55	890	324913
2028		42	62	995	363044
<b>Tránsito total en 15 años</b>					<b>2736686</b>

**Cuadro 3.16. Resultados del análisis y conversión de los Ejes Equivalentes de acuerdo al pavimento (flexible - 15 años)**

Código	Tipo de Vehículo	Número de veh. Diarios	Porcentaje %	Tránsito total de acuerdo al vehículo	ESALs factor	ESALs de diseño
1	Automóviles y Vagonetas	68	68	1860946	0,000205	381
2	Camionetas	8	8	218935	0,000205	45
3	Minibuses hasta 15 pasajeros	2	2	54734	0,000205	11
MB	Microbuses hasta 21 pasajeros	1	1	27367	0,132146	3616
B2	Buses Medianos hasta 35 pasajeros	1	1	27367	1,694616	46376
B3	Buses Grandes más de 35 pasajeros	0	0	0	0,897383	0
C2m	Camiones Medianos	8	8	218935	0,132146	28931
C2	Camiones Grandes 2 EJES	8	8	218935	1,046566	229130
C3	Camiones Grandes 3 EJES	4	4	109467	1,654853	181153
CSR	Camiones Semiremolque	0	0	0	2,496063	0

CR	Camiones remolque	0	0	0	3,133060	0
	TOTAL	100	100	2736686		<b>489644</b>

<b>Número de Ejes Equivalentes Totales</b>	<b>489644</b>
--	---------------

### 3.3. INGENIERIA DE SUELOS

#### 3.3.1. Evaluación de Subrasantes

La Subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la Subrasante, se conoce como Módulo de Resiliencia. Es por lo cual tiene una gran importancia en la realización de este proyecto, más adelante se resumirá los resultados de los ensayos realizados para la evaluación.

Esta evaluación se basa en las propiedades de los suelos tales como:

- Granulometría
- Plasticidad
- Clasificación de Suelos
- Resistencia al Corte
- Ensayo de C.B.R.

Las propiedades físico-mecánicas son las características utilizadas para la selección de los materiales, las especificaciones de construcción y el control de calidad.

##### 3.3.1.1. Propiedades Físico-mecánicas de los suelos para Subrasante

La Subrasante es definida como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura de un sistema pavimento.

Estas propiedades de los suelos, son las variables más importantes que se deben considerar a la hora de diseñar una estructura de pavimento. Las propiedades físicas se mantienen invariables aunque se sometan a tratamientos tales como homogenización, compactación, etc. Sin embargo ambas propiedades cambiarían cuando se realicen en ellos procedimientos de estabilización, a través de procesos de mezclas con otros materiales (cemento, cal, puzolanas, etc.)

Para conocer las propiedades de los suelos en un proyecto, es necesario tomar muestras en todo el desarrollo del mismo.

Los ensayos realizados para la evaluación de Subrasante en este proyecto fueron los siguientes:

- Contenido de Humedad (AASHTO T-265)
- Granulometría (AASHTO T-27)
- Límites de Atterberg (AASHTO T-89, AASHTO T-90)
- Densidad (Proctor) (T-99 T180)
- Valor Soporte (C.B.R.)

### 3.3.1.2. Clasificación de Suelos

La clasificación de suelos es el indicador de las propiedades físico mecánicas que tienen los suelos.

La clasificación que mejor describe es la AASHTO M-145, las primeras variables son la granulometría y la plasticidad.

Según la norma (AASHTO 93) los suelos se clasifican en siete grupos basándose en la composición granulométrica, en el límite líquido y en el índice de plasticidad de un suelo. La evaluación de cada grupo, se la hace por medio de su “Índice de Grupo”, el cual es calculado mediante la siguiente fórmula:

$$IG = (F-35) (0, 2 + 0,005(LL - 40) ) + 0, 01(F - 15) (PI - 10)$$

Donde:

IG = Índice de grupo

F = Porcentaje de partículas que pasa el tamiz N°200

LL = Límite líquido expresado como número entero

PI = Índice plástico expresado como número entero.

La misma norma también clasifica a los suelos en dos grandes grupos Universales y así mismo en Subgrupos, una formada por suelos gruesos o suelos granulares y otro por suelos finos o suelos de granulometría fina, limo-arcillosos.

### Suelos Gruesos o Suelos Granulares

Son suelos que contienen 35% o menos del material fino que pasa por tamiz N° 200 (0,075mm), estos suelos conforman los siguientes grupos:

**Cuadro 3.17. Clasificación de suelos granulares**

Tipo de suelo	Descripción del Suelo
A-1:	Constan de materiales granulares bien graduados, contienen fragmentos principalmente de grava, piedra, arena y material fino liante poco plástico.
A-2:	Constan de materiales granulares y contienen cantidades importantes de arena limo-arcillosas (menos del 35% del material fino).
A-3:	Contienen arenas limpias, incluyen arenas finas con poca cantidad de limo, se hallan principalmente en playas ó en ríos donde exista poca grava.

Fuente: AASHTO

Así mismo estos grupos se dividen en sub-grupos que son:

**Cuadro 3.18. Clasificación de subgrupos de suelos granulares**

Tipo de suelo	Descripción del Suelo
A-1a:	Constan de materiales formados por piedra o grava, con o sin material ligante.
A-1b:	Constan de materiales como arena gruesa con o sin material ligante.
A-2-4 y A-2-5:	Constan con materiales que contienen material fino $\leq 35\%$ y el material pasa por el Tamiz N° 40 (similar a los grupos A-4 y A-5).
A-2-6 y A-2-7:	Constan de materiales similares a los anteriormente mencionados (A-6 y A-7), el material pasa por el tamiz N° 40.

Fuente: AASHTO

### Suelos Finos Limo-Arcillosos

Son suelos que contienen más del 35% de material fino que pasa por tamiz N° 200 (0,075mm), estos suelos conforman los siguientes grupos:

**CUADRO 3.19. CLASIFICACIÓN DE SUELOS FINOS LIMO ARCILLOSO**

Tipo de suelo	Descripción del Suelo

A-4	Constan de materiales que contienen limo, incluyen mezclas de limo con grava y arena (estos suelos deben pasar un 75% o más del material fino).
A-5	Constan de materiales micáceos, contienen limo, son suelos elásticos y tienen una cierta similitud al grupo A-4.
A-6	Contiene arcilla (75% debe pasar por el tamiz N° 200), se incluyen mezclas arcillo-arenosas.
A-7	Suelo Semejante al A-6, son suelos donde sus límites líquidos son elevados y son suelos elásticos

Así mismo estos grupos se dividen en sub-grupos que son:

**CUADRO 3.20. CLASIFICACIÓN DE SUB-GRUPOS DE SUELOS FINOS LIMO ARCILLOSO**

Tipo de suelo	Descripción del Suelo
A-7-5	Contiene materiales donde sus índices de plasticidad no son altos en comparación de sus límites líquidos.
A-7-6:	Contiene suelos que cambian de volumen cuando estos se encuentran en estado seco – húmedo y sus índices de plasticidad son altos en comparación a sus límites líquidos.

Fuente: AASHTO 93

**3.3.1.3. Ubicación de los Pozos**

La ubicación de los Pozos se realizó en los sectores en los que los que está prevista la implementación del eje de la carretera, tomando una distancia aproximada de 500m de un pozo al otro, como se puede observar en la figura 3.1

**Figura 3.4. Ubicación de los Pozos**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1.4. Resultados de los Ensayos de Laboratorio

Todos los resultados de los Análisis se encuentran en anexos, a continuación se muestra una tabla resumen:

**Cuadro 3.21. Resumen de los Resultados del Análisis de Suelos**

ENSAYO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION	COMPACTACION		C.B.R.
# muestra	P40	P200	LL	LP	IP	AASHTO	Dmax.	Hopt.	95%
1	97,02	53,86	38,21	21,15	17,06	A-6 (6)	1,96	12,07	9,98
2	98,49	71,29	32,07	21,05	11,02	A-6 (6)	1,91	12,88	8,58
3	93,91	73,42	26,88	16,15	10,72	A-6 (6)	1,99	10,36	6,06
4	99,48	73,22	34,64	21,34	13,29	A-6 (9)	1,91	14,16	5,13
5	99,64	70,47	47,97	22,78	25,19	A-7-6 (16)	1,85	14,75	2,70
6	91,61	44,35	37,13	27,38	9,75	A-6 (2)	1,92	10,26	4,15
7	90,67	62,67	--	--	NP	A-4 (0)	1,86	10,98	8,25
8	94,35	45,19	18,84	14,41	4,43	A-4 (0)	2,02	11,35	10,94
9	94,34	53,81	--	--	NP	A-4 (0)	1,85	13,55	11,57
10	76,31	43,61	--	--	NP	A-4 (0)	1,95	10,01	12,31

Fuente. Elaboración Propia

De acuerdo al estudio de suelos se observó que existen capas de suelos variables a lo largo del trayecto por lo cual se consideró el tipo de suelo más desfavorable para la realización de los ensayos.

### 3.3.1.5. Estabilización de suelos con Cal

Se considera una estabilización de suelos con cal desde la prog. 1+760 hasta la prog. 2+760. Las cuales incluyen los siguientes tipos de suelos arcillosos.

**Cuadro 3.22. Muestras de Suelos con bajo C.B.R.**

ENSAYO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION	COMPACTACION		C.B.R.
#	P40	P200	LL	LP	IP	AASHTO	Dmax.	Hopt.	95%

<i>muestra</i>									
5	99,64	70,47	47,97	22,78	25,19	A-7-6 (16)	1,85	14,75	2,70
6	91,61	44,35	37,13	27,38	9,75	A-6 (2)	1,92	10,26	4,15

### **Influencia de la cal en las características de suelos arcillosos**

La cal produce una disminución en la densidad de los suelos, modifica la plasticidad y aumenta la capacidad de soporte y resistencia al corte del material y reduce su hinchamiento.

La acción de la cal suele explicarse como efectuada por tres reacciones básicas:

- La primera es la alteración de la película de agua que rodea los minerales de arcilla.
- El segundo proceso es el de coagulación de las partículas del suelo, dado que la cantidad de cal ordinariamente empleada en las construcciones viales, resulta en una concentración del ion de calcio mayor que la necesaria.
- El tercer proceso es través del cual la cal afecta al suelo, es su reacción con los componentes del mismo para formar nuevos productos químicos. Los dos principales componentes que reaccionan con la cal son la alúmina y la sílice. Esta reacción es prolongada en la acción del tiempo y se manifiesta en una mayor resistencia si las mezclas de suelo-cal son curadas durante determinados lapsos de tiempo. Este hecho es conocido como “acción puzolanica”.

La adición de cal produce un aumento de la resistencia del suelo, el inmediato aumento de resistencia del suelo es causado por los cambios en las películas que rodean las partículas de arcilla también como una granulación de estas partículas

El efecto debido a la acción cementante de la cal, no aparece inmediatamente después de la compactación, sino al cabo de cierto tiempo en que tiene lugar la iniciación del fraguado.

Los ensayos de valor de CBR sobre suelos tratados con cal, muestran un pronunciado aumento de la estabilidad en relación con la del suelo, en la generalidad de los casos.

**El porcentaje de cal a adicionar será del 4% de acuerdo a ábaco.**

### **3.4. DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

En este acápite se considera el procedimiento de diseño de las dos alternativas:

- a) Pavimento flexible (concreto asfáltico)
- b) Empedrado

#### **3.4.1. Proceso del Cálculo Diseño de Pavimento Flexible METODO AASHTO 93**

**Camino local  $V_p = 30$  km/h**

**Periodo de diseño camino local= 15 años**

#### **PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

El paquete estructural de la carretera está diseñado de acuerdo a la norma AASHTO 93, donde el espesor del paquete estructural se calculó mediante el programa de diseño de pavimento flexible AASHTO 93, se explica cada dato usado en el programa.

El programa se basa en los gráficos que usa la norma.

Para entrar a los ábacos de diseño es necesario encontrar valores característicos como:

- Número de Carga ESAL's
- Módulo Resiliente de las diferentes capas del pavimento
- Coeficiente de drenaje
- Confiabilidad
- Desviación estándar
- Perdida de Serviciabilidad
- Espesor de Diseño del pavimento

#### **Cálculo del Número de Ejes Equivalentes**

El cálculo se realizó en el acápite de Análisis de Trafico dando como resultado.

<i>ESALs de diseño</i>	<b>489644</b>
------------------------	---------------

### **Módulo Resiliente Efectivo del material de Subrasante, Subbase y Base**

Cuando los materiales que conforman la sección estructural de un pavimento se ven sometidos a un gran número de aplicaciones de carga, es decir son afectados por esfuerzos de fatiga, debido a repetidas sollicitaciones, estos materiales empiezan a fracturarse o bien a acumular deformaciones dependiendo de su rigidez inicial, y esta es la principal causa del deterioro observado en la superficie de los pavimentos. De hecho, podemos mencionar que dichos agrietamientos y deformaciones aparecen por esfuerzos muy por debajo de los que se supone debería resistir el material por sí mismo.

Debido al paso de los vehículos por la superficie de rodamiento de un pavimento, esta empieza a distribuir los esfuerzos hacia las capas inferiores, las cuales, por esta razón se ven sujetas a esfuerzos cíclicos de compresión y luego de tensión los cuales van provocando deformaciones en toda la estructura del pavimento.

### **Ecuaciones para el módulo Resiliente Efectivo de acuerdo a CBR (AASHTO 93)**

$MR(\text{subrasante}) = 1.5 * CBR$
$MR(\text{sub-base}) = 385,08 * CBR + 8.660 \text{ (psi)}$
$MR(\text{base}) = 321.05 * CBR + 13.327 \text{ (psi)}$

### **Resultados de acuerdo a CBR**

<i>MODULO RESILIENTE</i>		
MATERIAL	CBR %	Mr
SUBRASANTE	5	7500 psi

### **Coefficiente de drenaje del pavimento**

El Método AASHTO '93 para el diseño de pavimentos flexibles proporciona un sistema para ajustar los coeficientes estructurales en forma tal que tomen en consideración de los niveles de drenaje sobre el comportamiento del futuro pavimento.

Los niveles de drenaje que han sido definidos en este método son:

TABLA X

Valores recomendados del Coeficiente de Ajuste (m) para los coeficientes estructurales de las capas de base y/o sub-bases no-tratadas				
Calidad de Drenaje de la Base/sub base	Porcentaje del tiempo durante el cual la estructura del pavimento está sometido a condiciones de humedad cercanas a saturación			
	Menos del 1 %	Entre el 1 y 5 %	Entre el 5 y 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

CALIDAD DE DRENAJE	
Cd	1

### Confiabilidad “R”

Se refiere al grado de seguridad de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar en la realidad, el tiempo establecido en el periodo seleccionado.

La Tabla I permite obtener los niveles adecuados de Confiabilidad (R) para diferentes tipos de vías, clasificadas por la AASHTO, según su grado de servicio.

TABLA I  
Niveles Recomendados de Confiabilidad (R)

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Troncales	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramales y Vías Agrícolas	50-80	50-80

CONFIABILIDAD	
R	70
ZR	-0,524

### Desviación estándar del sistema (So)

El valor de la desviación estándar (So) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. La "Tabla II" se recomiendan para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local.

TABLA II  
Valores Recomendados para la Desviación Estándar (So)

Condición de Diseño	Desviación Estandar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 — 0,50 <i>(0.45 valor recomendado)</i>

DESVIACION ESTANDAR	
So	0,45

### Serviciabilidad

La serviciabilidad de una estructura de pavimento, es la capacidad que tiene éste de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado. El índice de serviciabilidad se califica entre 0 (malas condiciones) y 5 (perfecto estado).

Para vías locales, de desarrollo la AASHTO recomienda el uso de los siguientes valores.

INDICE DE SERVICIABILIDAD	
Po	4,50
Pt	2,00

### Resumen de datos

El resumen de datos para la obtención del Numero Estructural es el sgte:

#### Cuadro 3.23. Resumen de Variables

CBR del suelo al 95%	5%
Tránsito Estimado para el Periodo de Vida útil W18	<b>489644</b> ESALs
Mr (subrasante CBR 5%)	7500 psi
Confiability R%	70 %
Desviación Estándar de todas las variables So	0.45

Pérdida de Serviciabilidad $\Delta$ PSI	2.5
Coefficiente de Drenaje $C_d$	1

Usando la ecuación AASHTO 93 se obtiene:

$$SN=2.62$$

El espesor obtenido de acuerdo al método AASHTO 93 es:

<b>ESPEJOR CONCRETO ASFALTICO</b>	<b>3,0</b>	plg
<b>ESPEJOR BASE</b>	<b>4,0</b>	plg
<b>ESPEJOR SUBBASE</b>	<b>10,0</b>	plg

**Figura 3.5. Paquete Estructural del Pavimento Flexible**

### 3.4.2. DISEÑO DEL EMPEDRADO

**Camino local  $V_p= 30$  km/h**

**Periodo de diseño camino local=15 años**

**Espesor del empedrado= 15 cm**

#### **EMPEDRADO**

**Condiciones técnicas para la ejecución de empedrados.**

Se llama empedrado a toda aquella superficie de rodadura construida con cantos rodados o piedra partida, la misma que se ejecuta sobre una rasante o una capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo las especificaciones técnicas.

El empedrado presenta como principales generalidades las siguientes:

- Es un pavimento flexible;
- La fricción entre las piedras, ayuda a soportar la carga que transmiten las llantas a la rodadura (necesidad de rellenar las juntas);

- No existe un método de diseño científico;
- La experiencia de las comunidades es importante en la construcción;
- Se utiliza en caminos de tráfico promedio diario (TPD) no mayor a 400 vehículos, con un componente de hasta 30% de camiones y autobuses; puede emplearse en caminos con tráfico de hasta 500 vehículos diarios, cuando se tenga la certeza que no solo circularán vehículos de más de 10 tn<sup>2</sup>.

Como anteriormente se indicó, los pavimentos presentan niveles de servicio prácticamente permanentes para toda su vida útil, por lo que el mantenimiento que se le provee garantizará que los alineamientos longitudinales y transversales se mantengan.

Las deformaciones plásticas o permanentes, que en cualquier pavimento flexible produciría grietas, en los empedrados producen ondulaciones, fenómeno que se mantiene inalterable mientras la ondulación permite un acomodamiento de las piedras a los nuevos niveles que el tráfico va definiendo.

La experiencia con empedrados existentes, demuestra que las ondulaciones presentadas, no disminuyen sensiblemente el nivel de servicio original luego de 30 o 40 años de servicio del camino. Existen varios factores que inciden en la duración del empedrado, estos factores principalmente son: la calidad de la subrasante o suelo de soporte o cimentación del empedrado, la calidad de la piedra, la buena ejecución del empedrado, la eficiencia del drenaje superficial, la cantidad y distribución del tráfico y un plan adecuado de conservación y mantenimiento.

Debe señalarse que un empedrado es fácilmente ejecutable cuando las gradientes longitudinales del camino varían entre 2 y 8%, pudiendo realizarse en tramos con pendientes mayores, pero los costos podrían aumentar por el uso de bermas.

Debido a que los empedrados se los construye directamente sobre la subrasante o suelo natural, la selección de una adecuada subrasante es tan importante como la ejecución en sí del empedrado, ya que para la ejecución de este tipo de rodadura no se prevé la colocación de capas de mejoramiento o material granular.

### Requerimientos técnicos.

Esta superficie, al estar constituida de cantos rodados o piedra partida, debe cumplir condiciones mínimas que garanticen la eficiencia del empedrado. Las principales características físicas mecánicas del canto rodado o piedra son:

**Cuadro 3.24. Características Físico - Mecánicas del Material de Empedrado**

CARACTERISTICAS	VALOR REQUERIDO
Densidad mínima	2,3 gr/cm <sup>3</sup>
Diámetro mínimo para empedrado	10 cm
Diámetro máximo para empedrado	15 cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones	12 cm
Diámetro máximo para maestra o cordones	15 cm

Fuente: Manual Andino de Empedrados

Las mejores fuentes de materiales de piedra son las terrazas aluviales y conglomerados, aunque no debe descartarse la utilización de piedra obtenida de un proceso de trituración.

Debido a la necesidad de contar con subrasantes adecuadas y un diseño geométrico del camino que garanticen una adecuada funcionalidad, se establecen las siguientes características:

**Cuadro 3.25. Características técnicas de la Subrasante y del Diseño Geométrico**

CARACTERISTICAS	VALOR REQUERIDO
Tipo de suelo clasificación SUCS	ML o CL
Tipo de suelo clasificación AASHTO	A4 o A6
CBR mínimo	5%
CBR recomendado	8%
% de compactación de la subrasante luego de la reconfiguración	≥95%
Bombeo de calzada	2,5%-4%
Pendiente longitudinal mínima	0,50%
Pendiente longitudinal máxima	15%

Fuente: Manual Andino de Empedrados

## Especificaciones Técnicas de Construcción del Empedrado Tablada Grande Turumayo

Debido a las características de la subrasante y a los parámetros del diseño geométrico, se establecen las especificaciones de los materiales y la forma de construcción del empedrado.

**Cuadro 3.26. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION DEL EMPEDRADO**

PROYECTO: TABLADA GRANDE-TURUMAYO

Tipo de suelo de la subrasante	A4 o A6
CBR mínimo de la subrasante	5%
CBR máximo de la subrasante	12%
% de compactación de la subrasante luego de la re conformación	≥95%
Bombeo de calzada	2,50%
Pendiente longitudinal mínima	0,50%
Pendiente longitudinal máxima	6%
Espesor de la cama de arena semifina	2cm
Diámetro mínimo para empedrado	10cm
Diámetro máximo para empedrado	15cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones	12cm
Diámetro máximo para maestra o cordones	15cm
Distancia entre maestras longitudinales	1m
Distancia entre maestras transversales	3m
Dimensiones del cordón de piedra	Ancho 10cm Alto 40cm Largo 50-100cm

### Explotación del Material

La piedra a emplear será la piedra manzana, debe ser seleccionada de acuerdo a los tamaños requeridos en el proyecto. La comprobación del tamaño de la piedra seleccionada se la hará por cribado o en forma visual, a criterio del Supervisor. Las piedras o cantos rodados deben ser limpios y no deben presentar fisuras.

### Transporte del Material

El transporte del material se hará a por medio de Volquetas, las cuales transportarán la piedra desde la cantera más cercana al proyecto. La fuente de extracción será la quebrada Tablada que se encuentra paralela al proyecto.

### **Construcción del Empedrado**

Consiste en el acabado de la plataforma del camino, de acuerdo con las especificaciones y en conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos. La subrasante debe cumplir con lo especificado anteriormente.

Para llevar a cabo la construcción del empedrado deberán estar concluidos la excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones anexas al proyecto.

### **Procedimiento de ejecución**

Las zanjas de fundación y otras excavaciones necesarias deberán ser ejecutadas por el Contratista de acuerdo con los planos y aprobadas por el Ingeniero antes de que se coloquen las piedras. Estas se manipularan de modo que se formen la sección transversal indicada en los planos. La superficie de la plataforma que soporte el empedrado deberá ser firme, no permitiéndose materiales sueltos y zonas blandas.

El empedrado se efectuara de manera continua cumpliendo las siguientes recomendaciones.

1. Para la conformación del empedrado, se colocara una capa de asiento de arena semifina que deberá esparcirse directamente sobre la subrasante perfilada y compactada, buscando un espesor constante no inferior a 2.0 cm. ni mayor a 3.0 cm.

La arena a emplear deberá ser semifina con suficiente grano que pase el tamiz N° 4 y sin sustancias perjudiciales o materia vegetal.

### Características exigibles de las arenas a ser empleadas como base de asiento de las piedras

✚	Tamaño máximo	5 mm
✚	% que pasa el tamiz N° 200	15% máx.
✚	Límite líquido	25% máx.
✚	Índice de plasticidad	6% máx.

Luego de colocada y extendida la arena, se procederá a la colocación de maestras las que se ejecutaran en hileras, mediante la colocación de lienzas amarradas entre estacas previamente niveladas por la cara superior de las piedras, las que estarán dispuestas longitudinalmente paralelas al eje de la vía. El sentido del avance de la construcción, será perpendicular al eje.

Las piedras deben ser niveladas una por una a medida que estas son colocadas sobre la capa de arena, superficie ésta en la que no es exigible mucha precisión, ya que todo el empedrado en su conjunto será compactado posteriormente por un vibro compactador de rodillo liso hasta lograr una superficie adecuada antes de su puesta en funcionamiento, lo cual deberá ser contemplado en el precio unitario del presente ítem.

La colocación de las piedras, se ejecutara poniendo la cara menor superficial y verticalmente la longitud mayor, esta operación se efectúa con la ayuda de un mazo pequeño, cuyos golpes deben hacer penetrar cada piedra en la arena, con el propósito de que se afirme, las piedras deben apoyarse unas contra otras en sus caras laterales y apoyadas preferentemente de punta.

2. La nivelación se verificara con la ayuda de una regla apoyada sobre las líneas maestras ya elaboradas y correctamente dispuestas. Una vez terminada la operación de nivelado, se procederá con el relleno de las juntas con arcilla limosa, esparciendo sobre toda la superficie mediante escobas rígidas, este material deberá ser medianamente grueso con aproximadamente el 50% de material que pase el tamiz N° 4, con el objetivo de asegurar la sujeción entre piedras, dejando una altura aproximada de 3.0 cm para la colocación del limo impermeable que constituye el sello entre juntas.

Cuando el tendido entre piedras se tenga convenientemente nivelado, se procederá a chequear las juntas con el fin de realizar pequeños ajustes que sean necesarios, una separación entre piedras de 6 mm es muy apropiado para permitir el sellado respectivo.

Luego de concluido el empedrado en longitudes razonables, se procederá a su nivelación por el paso repetido de un compactador de rodillo liso metálico, hasta uniformar la superficie y obtener la aprobación del Supervisor.

3. La piedra a usar en él empedre, deberá guardar las siguientes características:

El tamaño debe ser más o menos uniforme en el conjunto, con dimensiones comprendidas antes descritas, con una relación mínima de 1 a 1.5 entre el largo y el alto.

En cuanto a las características exteriores, debe ser un material compacto sin poros ni quebraduras y debe ofrecer gran dureza y resistencia a la compresión para soportar la acción de las cargas. El material inadecuado y que a juicio del Supervisor no fuera apropiado para su empleo, será rechazado, debiendo el contratista proceder al retiro en forma inmediata.

Para verificar su resistencia se realizará el ensayo **AASHTO T – 96** sobre el material que cumpla con la graduación requerida en el ensayo obtenido del mismo banco de procedencia de la piedra o del material resultado del chancado de la piedra con la aprobación del Supervisor.

### **Empedrado de Cordones Maestros**

Las piedras se colocaran sobre las superficies compactadas bien aseguradas con libres de juntura transversal. Por lo general, las piedras se deberán colocar en la plataforma, debiendo evitarse los huecos lo más posible. Cada piedra se colocara de tal manera que tenga tres puntos de soporte sobre las piedras adyacentes. No será aceptable el soporte sobre las piedras más pequeñas que hubieran sido utilizadas para rellenar los huecos. No se permitirá la colocación de piedras mediante descarga directa.

La cara expuesta de la masa de piedra deberá quedar razonablemente uniforme, sin salientes mayores a 1.0 cm. y en empedrados a mano, más allá fijada por el Ingeniero.

Se colocara material de asiento de arena en un espesor de 2.0 cm. para recibir completamente la piedra que se colocara sobre la plataforma a proteger.

El relleno con arcilla limosa del empedrado será introducido mediante punzones metálicos adecuados, de manera que el material llene las juntas, por lo menos en el espesor de las piedras y en todo el contorno de ellas, las que previamente serán limpiadas de tierra o arcilla adheridas y luego humedecidas con agua.

### **Empedrado con piedra manzana**

Las piedras podrán colocarse en su lugar descargándolas y distribuyéndolas o cambiando su orden, utilizando mano de obra. Las superficies de asiento deberán ser firmes y razonablemente uniformes.

Las piedras más grandes deberán colocarse en las superficies expuestas al tráfico. El frente de las piedras por sobre el nivel de la rasante deberá quedar razonablemente uniforme, libre de lomos o depresiones, con un mínimo de vacíos y sin piedras aisladas que sobresalgan por encima de la superficie general.



### **3.5. ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRÁULICO**

En este acápite se realizaron los siguientes Estudios:

- 1- Características hidrológicas del área de estudio
2. Recopilación de los datos hidrológicos
- 3.- Análisis de los datos hidrológico
- 4.- Cálculo de caudales de diseño

#### **3.5.1. Características hidrológicas del área de estudio**

Entre las principales características tenemos la delimitación de las sub-cuenca del área de estudio

#### **Figura 3.7. Delimitación de la Subcuenca**

El análisis morfológico se realizó bajo la siguiente metodología:

- Levantamiento del camino y su respectiva delimitación con datos topográficos generados.
- Imagen satelital Google Earth, para la definición fisiográfica de las cuenca (cobertura vegetal, uso de suelo, erosión, tipo de suelo)
- Se usaron las cartas geográficas de Tarija, 6629 III y 6629 II. Y luego se usó el método de Isoyetas para calcular la precipitación media en el área.

**Cuadro 3.27. Precipitación media en la Cuenca**

Precipitación Isoyetas		Media	Área	Precip*Área	
675	700	687,5	8863,74	6093821,25	
700	725	712,5	155321,48	110666554,50	
725	750	737,5	308065,24	227198114,50	
750	775	762,5	421003,22	321014955,25	
775	800	787,5	692472,39	545322007,13	
800	825	812,5	1047832,8	851364150,00	
825	850	837,5	1906479,48	1596676564,50	
850	875	862,5	1729514,01	1491705833,63	
875	900	887,5	634729,17	563322138,38	<b>Precipitación media</b>
		<b>Total</b>	6904281,53	5713364139,13	827,51 mm

FUENTE: Elaboración Propia

**3.5.2. Recopilación de los datos hidrológicos**

Los datos obtenidos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se usaron los registros pluviométricos de las siguientes estaciones de acuerdo a su proximidad: AASANA, COIMATA, TURUMAYO, EL TEJAR.

**3.5.3. Periodo de Retorno**

Se realizó la elección del periodo de retorno que es la frecuencia o probabilidad a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla aceptable.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

n= vida útil= 20 años

T= periodo de retorno

R= Riesgo

A partir de este cálculo se eligió un Periodo de Retorno de 50 años para el diseño de las alcantarillas de drenaje del presente proyecto.

### 3.5.4. Estimación de lluvias Máximas

Los datos proporcionados por SENAMHI deben ser de lluvias máximas en veinte cuatro horas, se deben ordenar dichos datos en año hidrológico eliminando los años en los cuales falten datos de los meses desde noviembre hasta marzo, se elige el dato máximo por periodo, se elige el mayor por seguridad y uno sólo porque la estadística nos exige independencia de datos.

\*La tabla resumen de lluvias máximas en 24 horas con la cual se llevaron a cabo todos los cálculos se encuentra adjunta en **anexos**.

Se estiman parámetros de media, desvío, moda y característica para cada estación, luego se pondera la moda y característica de acuerdo al número de datos de cada estación en estudio.

**Cuadro 3.28. Ponderación de Datos**

		AEROPUERTO	EL TEJAR	TURUMAYO	COIMATA
<b>NUMERO DE DATOS</b>	<b>N°</b>	56	40	10	30
<b>MEDIA</b>	<b>X</b>	56,911	56,335	67,250	56,413
<b>DESVIACION ESTND.</b>	<b>Sd</b>	19,692	19,396	14,789	8,555
<b>MODA</b>	<b>Ed</b>	48,049	47,607	60,595	52,564
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Kd</b>	0,736	0,731	0,438	0,292

FUENTE: Elaboración Propia

Cálculos auxiliares para obtención de lluvias máximas

LLUVIAS DIARIAS						
Ed	Kd	T	Log(T)	Log(T)*Kd	Log(T)*Kd+1	(Log(T)*Kd+1)*Ed
49,84	0,61	50,00	1,70	1,04	2,04	101,89

LLUVIAS MENORES A 24 hrs. Y MAYORES A 2 hrs.						
t2	t3	t4	t5	t10	t18	t24
71,21	77,22	81,79	85,53	98,24	110,50	117,04

### Coefficiente de Escorrentía:

Los coeficientes de escorrentía dependen de las características del terreno, uso y manejo de suelo, condiciones de influencia de infiltración, etc. Y se precisó un criterio técnico adecuado para la seleccionar un valor. A continuación tenemos un cuadro donde se tabula estos coeficientes en función a las características del suelo.

**Cuadro 3.29. Coeficientes de escorrentía.**

Tipo de Terreno	Coefficiente de Ecurrimiento
Pavimento de adoquín	0,50-0,70
Pavimento Asfáltico	0,70-0,95
Pavimento de Concreto	0,80-0,95
Suelo Arenoso con vegetación y pendiente 2 a 7%	0,15-0,20
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2 a 7%	0,25-0,65
Zonas de cultivo	0,20-0,40

**Fuente:** Administradora Boliviana de Carreteras, Manual de Carreteras ABC, vol.2

Este proyecto se tiene un suelo con predominante vegetación, con limos y arenas finas, esto según la clasificación que se le realizó por el método AASTHO, además de que cuenta con áreas de cultivo, por tanto se adoptará para este coeficiente un valor de:

$$C=0.4$$

### 3.5.6. Estimación de Caudales Máximos

Se tiene los valores de coeficiente de escurrimiento (C), intensidades de precipitación (I), y áreas de aportación de subcuenca, con lo que se procederá al cálculo de los caudales mediante el Método Racional.

$$Q = C * I * A$$

**Cuadro 3.30. Cálculo de Caudales de Diseño**

<i>T = 50</i>					
<b>COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO</b>	<b>C</b>	0,4	-	0,4	-
<b>TIEMPO DE CONCENTRACION</b>	<b>tc</b>	0,6990	<b>hrs</b>	2516,4	<b>seg</b>
<b>AREA</b>	<b>A</b>	6,90428154	<b>Km2</b>	6904281,54	<b>m2</b>
<b>LAMINA DE LLUVIA MAXIMA</b>	<b>h</b>	24,886	<b>mm</b>	0,02125356	<b>m</b>
	<b>INTENSIDAD MAXIMA</b>		<b>i</b>	8,446E-06	<b>m/s</b>
	<b>CAUDAL MAXIMO</b>		<b>Q</b>	21.39	<b>m3/s</b>

Es el caudal máximo que se presentará a lo largo del proyecto.

### 3.5.7. Cunetas

Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el camino en las curvas), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas pasan del corte al terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén dejando una berma convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es causa de asentamientos.

Debido a que el área a drenar por las cunetas es relativamente pequeña, generalmente se proyectan éstas para que den capacidad a fuertes aguaceros de 10 a 20 minutos de duración. Se puede decir que se considera suficientemente seguro proyectar cada cuneta para que tomen el 80 % de la precipitación pluvial que cae en la mitad del ancho total del derecho de vía. Las dimensiones, la pendiente y otras características de las cunetas, se determinan mediante el flujo que va a escurrir por las mismas. Las cunetas generalmente se construyen de sección transversal triangular o trapecial y su diseño se basa en los principios del flujo en los canales abiertos.

En este proyecto se optó por el diseño de cunetas Triangulares debido que se erosiona menos y tiene un proceso de construcción más fácil.

### 3.5.7.1. Diseño Hidráulico de Cunetas

Para dimensionar de las cunetas se realizó la comprobación del tirante y la velocidad crítica mediante el programa **Hcanales 3.0** como se puede observar en la figura.

$$Q = \frac{1}{n} * \left( \frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

$$A = \frac{y^2}{2}$$

$$p = y\sqrt{5}$$

$$R = \frac{y}{\sqrt{20}}$$

$$y = \left( \frac{3\sqrt{160} * Q * n}{\frac{1}{s^2}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Mediante la ecuación de Manning y las áreas de las subcuencas se halló el caudal respectivo. La pendiente está establecida de acuerdo al plano longitudinal.

Se utilizó la misma intensidad en toda la carretera de acuerdo a la estación de Turumayo.

**Cuadro 3.31. Caudales de Diseño en Cunetas**

i	8,46E-06		m/s					
c	0,7							
n	0,013							
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Lado</i>	<i>Area m2</i>	<i>Pendiente %</i>	<i>S m/m</i>	<i>Caudal (m3/s)</i>	<i>Ymax(m)</i>
Prog.	0+000	0+270	I-D	4536,02	0,220	0,0022	0,02917	0,24
Prog.	0+280	0+320	I-D	752,11	0,230	0,0023	0,00484	0,10
Prog.	0+420	0+460	I-D	992,09	0,230	0,0023	0,00638	0,12
Prog.	0+460	0+560	D	2480,13	0,230	0,0023	0,01595	0,18
Prog.	0+580	0+600	I-D	496,00	0,230	0,0023	0,00319	0,08

**DISEÑO FINAL Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TABLADA GRANDE - TURUMAYO**

Prog.	0+620	0+685	I	1612,00	0,230	0,0023	0,01037	0,15
Prog.	0+800	0+820	I	496,28	0,556	0,0056	0,00319	0,07
Prog.	0+840	0+920	I-D	3920,02	0,556	0,0056	0,02521	0,18
Prog.	0+940	0+980	D	992,00	0,556	0,0056	0,00638	0,10
Prog.	1+020	1+080	I-D	1488,00	0,556	0,0056	0,00957	0,11
Prog.	1+080	1+109	D	719,20	1,212	0,0121	0,00462	0,07
Prog.	1+180	1+280	I-D	2480,07	4,919	0,0492	0,01595	0,09
Prog.	1+300	1+343	D	1066,40	0,545	0,0055	0,00686	0,10
Prog.	1+380	1+450	I	1736,21	4,402	0,0440	0,01116	0,08
Prog.	1+460	1+520	I-D	1488,00	0,788	0,0079	0,00957	0,11
Prog.	1+560	1+603	D	1066,40	0,788	0,0079	0,00686	0,09
Prog.	1+760	1+880	I-D	3456,00	2,138	0,0214	0,02222	0,12
Prog.	1+880	1+920	I	992,00	2,138	0,0214	0,00638	0,07
Prog.	1+940	2+240	I-D	7440,01	2,138	0,0214	0,04784	0,18
Prog.	2+340	2+440	I-D	2480,00	0,320	0,0032	0,01595	0,16
Prog.	2+520	2+580	I	1488,09	0,320	0,0032	0,00957	0,13
Prog.	2+735	2+760	D	620,00	2,159	0,0216	0,00399	0,06
Prog.	2+880	2+980	I-D	2480,00	2,159	0,0216	0,01595	0,11
Prog.	3+260	3+370	I-D	2728,00	2,166	0,0217	0,01754	0,11
Prog.	3+700	3+775	I-D	1860,00	2,166	0,0217	0,01196	0,09
Prog.	3+780	3+810	I	744,00	2,166	0,0217	0,00478	0,06
Prog.	3+860	3+880	D	496,00	5,040	0,0504	0,00319	0,04
Prog.	3+900	3+940	I-D	992,00	5,040	0,0504	0,00638	0,06
Prog.	4+280	4+388	D	3769,20	4,011	0,0401	0,02424	0,11
Prog.	4+650	4+750	I-D	2480,00	2,800	0,0280	0,01595	0,10
Prog.	4+980	5+000	D	496,02	2,800	0,0280	0,00319	0,05
Prog.	5+040	5+080	I-D	992,00	4,135	0,0414	0,00638	0,06
Prog.	5+100	5+120	D	496,00	4,135	0,0414	0,00319	0,04
Prog.	5+380	5+480	I-D	2480,00	5,837	0,0584	0,01595	0,08

Dimensiones:

### **3.5.8. Obras de arte**

Las diferentes obras de arte aplicadas en el proyecto se detallan a continuación:

#### **3.5.8.1. Alcantarillas de alivio**

Son estructuras destinadas a recepcionar el agua de las cunetas. Su diseño hidráulico contempla el cálculo del diámetro del tubo de la alcantarilla de alivio a partir de la ecuación racional:

$$Q = C * I * A$$

El coeficiente de escorrentía tendrá un valor ponderado debido a la superficie de rodadura de la carretera, y al material que recubre las cunetas. La intensidad de precipitación será la misma que se calculó en base al estudio hidrológico. El área de aporte estará dada en función de las subcuencas calculadas para las cunetas.

Una vez determinado el caudal se utilizara la ecuación de Manning para hallar el diámetro del tubo por iteración.

$$Q = \frac{1}{n} * \left( \frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

$$D/2 = \sqrt[8]{\frac{Q * n}{\pi * S^2}}$$

Construcción de 17 alcantarillas de alivio.

**Cuadro 3.32. Resumen de Alcantarillas de Alivio**

<i>N</i>	<i>Obra de Arte</i>	<i>Progresiva</i>	<i>Caudal (m3/s)</i>	<i>S (m/m)</i>	<i>Dcal</i>	<i>Dasum (m)</i>	<i>L (m)</i>
1	Alc. Alivio 1	0+280	0,0302	0,05	0,327	0,6	8
2	Alc. Alivio 2	0+500	0,0309	0,05	0,329	0,6	8
3	Alc. Alivio 3	0+690	0,0304	0,05	0,327	0,6	8
4	Alc. Alivio 4	0+870	0,0108	0,05	0,222	0,6	8
5	Alc. Alivio 5	1+060	0,0409	0,05	0,366	0,6	8
6	Alc. Alivio 6	1+250	0,0935	0,05	0,499	0,6	8
7	Alc. Alivio 7	1+450	0,0081	0,05	0,199	0,6	8
8	Alc. Alivio 8	1+890	0,0139	0,05	0,244	0,6	8
9	Alc. Alivio 9	2+180	0,0087	0,05	0,205	0,6	8
10	Alc. Alivio 10	2+410	0,0401	0,05	0,363	0,6	8
11	Alc. Alivio 11	3+000	0,0280	0,05	0,318	0,6	8
12	Alc. Alivio 12	3+690	0,0393	0,05	0,361	0,6	8

13	Alc. Alivio 13	4+040	0,0703	0,05	0,448	0,6	8
14	Alc. Alivio 14	4+225	0,0113	0,05	0,226	0,6	8
15	Alc. Alivio 15	4+360	0,0709	0,05	0,450	0,6	8
16	Alc. Alivio 16	4+780	0,0429	0,05	0,373	0,6	8
17	Alc. Alivio 17	5+210	0,0382	0,05	0,357	0,6	8

### 3.5.8.2. Alcantarillas de paso tipo Cajón

Se aplicarán las alcantarillas de paso. A través del siguiente cálculo.

Una vez determinado el Caudal que va a pasar por el punto donde se va a ubicar la alcantarilla, se utilizará la ecuación de Manning. Se tiene como datos la pendiente longitudinal de la alcantarilla en función al lecho del río, el coeficiente n depende de la rugosidad de la alcantarilla.

Los cajones son estructuras de sección rectangular con paredes, techos y piso de concreto reforzado cuya construcción requiere cuidados especiales. Trabajan en conjunto como un marco rígido que absorbe el peso y el empuje del terraplén la carga viva y la reacción del terreno.

Tanto las losas como los muros son delgados y de poco peso, el conjunto tienen una amplia superficie de sustentación.

El rango más usual de aplicación de este tipo de estructura es de luces entre 3 metros y 6 metros, alturas entre 4 metros y 9 metros, admitiéndose varios múltiples para luces iguales o mayores a cuatro metros. En general este tipo de alcantarilla no se la diseña con tapada de terraplén sino que la losa (con una capa de recubrimiento) se utiliza como superficie de rodamiento.

Esta situación requiere el diseño de losa de aproximación para disminuir los asentamientos relativos entre estructura y terraplén adyacente.

El modelo con platea admite menores tensiones del suelo de fundación (del orden de 40% del que requieren pórticos sobre zapatas), haciendo posible el uso de este tipo de obra sobre terrenos de baja calidad.

### Figura 3.9. Alcantarilla tipo Cajón

Las dimensiones de las alcantarillas se encuentran en los planos en Anexos. El cálculo estructural de la alcantarilla se encuentra en anexos.

**Cuadro 3.33. Alcantarillas de Paso**

<i>N</i>	<i>OBRA DE ARTE</i>	<i>PROGRESIVA</i>	<i>CAJON (m)</i>
1	Alc. De Paso 1	1+710	2.5 x 1.5
2	Alc. De Paso 2	3+222	2.5 x 1.5
3	Alc. De Paso 3	3+500	2.5 x 1.5
4	Alc. De Paso 4	3+835	2.5 x 1.5

Los cálculos hidráulicos y el cálculo estructural se encuentran en Anexos.

#### 3.5.8.3 Badenes

Al igual que las alcantarillas de concreto, este tipo de obra de arte representa una muy buena protección para el terraplén de una carretera. Los badenes se construyen generalmente cuando el caudal de un riachuelo es poco y prácticamente este pasa por encima de la carretera (por encima del badén)

También se construyen badenes cuando es necesario evacuar el agua de las cunetas y nos es posible la construcción de una alcantarilla en esa ubicación, en ese caso, en la cuneta se va creando una transición que permite pasar de la una forma trapezoidal a prácticamente plana, lo que permite entregar el agua al badén.

Los badenes se construyen de concreto armado, con juntas de 1" (una pulgada) de espesor (puede variar según el diseño), el espaciamiento entre cada junta transversal puede ser variable, pero el típico usado suele ser cada 5 metros.

Se optó por la construcción de badenes en las progresivas indicadas anteriormente, por razones de que la sección es ancha y el tirante de agua no representa una altura significativa para la construcción de alcantarillas.

### 1.1.1.1 Dimensionamiento del Badén

Para establecer las dimensiones de los elementos del badén, se deberá calcular el caudal de diseño.

Area cuenca	456	ha
C	0,22	
S quebrada	0,04	m/m
Intensidad	30,44	mm/h
n	0,018	

#### Método Racional

Caudal  
Máx 15,4263 m<sup>3</sup>/s

Diseño del Muro de Pie

El cálculo de la altura de socavación se realizará mediante la fórmula experimental de Veronese.

$$d = 1.9 * h^{0.535} * q^{0.172}$$

d=profundidad de socavación (m)

h=tirante máximo (m)

q= caudal por metro de vertedero (m<sup>3</sup>/s)

$$q = \frac{Q}{Lv} = \frac{15.42}{16} = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q=caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

Lv=longitud del badén

Reemplazando en

$$d = 1.08 = 2m$$

$$d = 1.9 * 0.35^{0.535} * 0.96^{0.172}$$

#### Muros de sujeción

La altura de los muros de cabezal sobre la plataforma está determinada por el caudal y el tirante máximo.

La altura del cabezal sobre el badén será:

$$He = 0.67 * Y_{max} + \text{borde libre}$$

Borde libre= 0.4 m (asumido)

$Y_{max}=0.32$  m

$$He=0.67*0.32+0.4$$

$$\mathbf{He=0.6144=0.65 \text{ (m)}}$$

### Muro de confinamiento

Sus dimensiones dependen del caudal y del tipo de arrastre de la quebrada. Generalmente sus dimensiones son reducidas cubriendo todo el espesor de la plataforma.

En el diseño se adoptó un muro de confinamiento de 0.70 m.

**Cuadro 3.34. Ubicación de Badenes**

<i>N</i>	<i>OBRA DE ARTE</i>	<i>PROGRESIVA</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>ESPEJOR</i>
1	Badén 1	2+637	13 m	0.3m
2	Badén 2	4+920	13 m	0.3m

**CAPITULO IV**  
**COMPUTOS METRICOS**

## CAPÍTULO IV: COMPUTOS METRICOS

### 4.1. Resumen de los Cómputos Métricos (Tablada Grande-Turumayo)

ESTADO DEL CAMINO	LONGITUD (m)	PROGRESIVAS	
ripiado	1700	0+000	1+700
camino en estado natural	3360	1+710	5+050
empedrado	510	5+060	5+570
longitud total camino	5570	0+000	5+570

#### 1. INSTALACION DE FAENAS

Ítem único.

#### 2. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

Ítem único.

#### 3. REPLANTEO TOPOGRAFICO

Número de kilómetros del proyecto

replanteo	5,6	km
-----------	-----	----

#### 4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

##### *Movimiento de Tierras*

Estación	Corte 1.2 Tot Vol.(m3)	Relleno 0.9 Tot Vol.(m3)	Diagrama de Masas Ordenada
0+000			
0+500	8496.626	124.699	371.928
1+000	766.536	347.482	419.053
1+500	1758.958	583.328	1175.629
2+000	4143.023	2236.764	1906.259
2+500	11480.846	4667.793	6813.053
3+000	12049.776	6981.467	5068.309
3+500	13361.557	8121.145	5240.412
4+000	14958.255	10332.140	4626.115
4+500	14985.250	12820.022	2165.229
5+000	17064.500	15005.319	2059.180
5+580	17079.929	15026.914	2053.015
	<b><u>17667.090</u></b>	<b><u>16809.799</u></b>	857.291

#### 4.4. EXCAVACION EN TERRENO BLANDO CON EQUIPO

Es el volumen total de corte de acuerdo al movimiento de tierras.

corte de terreno	<b>17667.09</b>	m3
------------------	-----------------	----

#### 4.5. CONFORMACION DE TERRAPLEN SIN PROVISION DE MATERIAL

Es el volumen total de relleno de acuerdo al movimiento de tierras. Para lo cual se utilizará el material extraído de los cortes del terreno.

conformación total del terraplén	<b>16809.79</b>	m3
----------------------------------	-----------------	----

#### 6. ESTABILIZACION DE SUBRASANTE (m3)

Desde la Prog. 1+760 hasta Prog. 2+760

Volumen de terreno que debe ser estabilizado.

longitud	1000	m
ancho	8,0	m
alto	0,4	m
<b>volumen</b>	<b>3200</b>	<b>m3</b>

Cantidad de cal para estabilizar el terreno.

<b>porcentaje agregado de cal 4%</b>		
volumen de cal a agregar	132,8	m3
cantidad de cal	<b>132800</b>	kg

#### 7. EMPEDRADO (m2)

longitud	5060	m
ancho	8	m
<b>área</b>	<b>40480</b>	<b>m2</b>

#### 8. CORDON DE PIEDRA (ml)

longitud	<b>10120</b>	m
----------	--------------	---

#### 9. TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE (pza)

<b>OBRA DE ARTE</b>	<b>NRO DE OBRAS</b>
Alcantarillas de Alivio	17
Alcantarillas de Paso	4
Badenes	2

total	23
-------	----

### 10. EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA OBRAS DE ARTE MENOR (0 – 2 m)

ESTRUCTURA	Pza	volumen	Vol. Total (m3)
Alcantarilla de alivio	17	10,118	172
Alcantarilla de paso	4	16,800	67,20
Badenes	2	44,400	88,80
Total			<b>328,00</b>

### 11. HORMIGON CICLOPEO 50% PD PARA OBRAS DE ARTE MENOR

#### Cunetas

área	0,144	m2
longitud	4243	m2
volumen	<b>610,99</b>	m3

#### Alcantarillas de alivio

Caja receptora	1,200
Dentellón	0,540
Alero	1,200
Muro frontal	0,600
Losa	1,500
<b>TOTAL</b>	<b>5,040</b> m3

#### Badenes

DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN
			LARGO	ANCHO	ALTO	
Losa badén	m3	1	13,00	8,00	0,30	31,20
Dentellón badén long. (A)	m3	1	13,00	0,50	0,70	4,55
Dentellón badén long.(B)	m3	1	5,00	0,75	1,70	6,38
Dentellón badén trans.	m3	4	8,00	0,50	0,70	11,20
<b>TOTAL (m3)</b>						<b>53,33</b>

#### Alcantarilla de paso tipo Cajón

DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN
			LARGO	ANCHO	ALTO	
Alero	m3	4	3,50	1,00	1,90	26,60
<b>TOTAL (m3)</b>						<b>42,99</b>

Sumatoria total de Volúmenes

	Vol (m3)	Pza	Vol (m3)
Cunetas	877,53		877,53
Alcantarillas de alivio	5,04	17	85,68
Badenes	53,33	2	106,66
Alero Alc. Tipo Cajón	43,00	4	172,00
<b>Volumen total de H°C° 50% PD</b>			<b>1241,87</b>

12. HORMIGON SIMPLE FC 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Alcantarilla de paso tipo Cajón

DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN
			LARGO	ANCHO	ALTO	
Pared lateral	m3	2	9,00	0,30	1,90	10,26
Parte superior e inferior	m3	2	9,00	3,10	0,30	16,74
					TOTAL (m3)	27,00

Sumatoria total de Volúmenes

	Vol (m3)	Pza	Vol (m3)
Alcantarillas de paso	27	4	108
<b>Volumen total de H°C° 50% PD</b>			<b>108,00</b>

13. ACERO ESTRUCTURAL (kg)

PLANILLA DE FIERROS PARA UNA ALCANTARILLA CAJON

POS	Diámetro	DIMENSIONES		LONG. UNIT.	No.	LONG TOTAL	PESO
	(mm)	a	b	(m)		(m)	(kg)
1	12	3	0,1	3,1	176	545,6	485,63
2	12	1,8	0,1	1,9	176	334,4	297,64
3	10	8,8	0,1	8,9	68	605,2	375,90
						<b>TOTAL</b>	<b>1159,17</b>

Cantidad total de Acero

	Nro de Alc.	TOTAL
alcantarillas de paso	4	4636,66

14. PROVISION Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS CHAPA ARMCO D=24 PLG

Tubería chapa Armco C/Alc		
Diámetro	0,6	m
Longitud	8	m
Alcantarillas	17	pza
Total	<b>136</b>	m

15. RELLENO Y COMPACTADO DE OBRAS DE DRENAJE MENOR

25% de la Excavación de Obras de Arte Menor

<b>Relleno y Compactado</b>	<b>82,00 m3</b>
-----------------------------	-----------------

16. LIMPIEZA GENERAL

limpieza general	5,6	km
------------------	-----	----

17. LETRERO DE OBRAS

letrero de obras	2	pza
------------------	---	-----

**CAPITULO V**

**CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Cumpliendo todos los objetivos específicos, se concluye lo siguiente:

- ✚ La Topografía de la zona presenta pendientes suaves, el terreno del lugar es casi plano, se presentan varias curvas siendo el radio mínimo de 25 m.
- ✚ Al realizar el Estudio Geotécnico de muestras obtenidas a lo largo del camino, se llega a la conclusión que predominan los suelos finos en todo el tramo, existiendo material granular disperso por lo cual se consideró al suelo de menor capacidad portante como objeto de estudio, los ensayos de CBR realizados nos muestran una variación desde el 3% hasta el 12%, clasificándose en A-6, A-7-6 y A-4.
- ✚ Se determinó la micro-cuenca del proyecto, así como los parámetros Hidrológicos e Hidráulicos para encontrar el caudal máximo de diseño para las obras de arte.
- ✚ Se concluye que el aporte de escurrimiento es muy significativo en lo que respecta al drenaje superficial de la calzada, motivo por el cual requiere la construcción de cunetas.
- ✚ Según el estudio de tráfico vehicular se determinó un tráfico menor a 120 vehículos de TPD, lo cual fue otra razón para que el mejoramiento sea Empedrado.
- ✚ Se diseñó el paquete estructural de cada una de las alternativas. Se eligió la alternativa “B” que es la del empedrado de 15 cm, debido a su economía, y a otros factores que condicionan el mejoramiento del tramo Tablada Grande-Turumayo.
- ✚ Se adjuntan planos a escala, ver anexos.

Se realizó los cálculos métricos, análisis de precios unitarios y presupuesto para el empedrado dando como resultado un costo total de **Bs. 5.783.001,59**

## 5.2. Recomendaciones

- ✚ La estabilización de suelos debe realizarse de manera adecuada de acuerdo a análisis de laboratorio.
- ✚ Preferiblemente la construcción debe llevarse a cabo en época de estiaje habiendo así una mayor facilidad de operación en cada fase del proyecto, en especial en las obras de arte.
- ✚ Se recomienda a la empresa o entidad financiera contemplar en su Plan de Operaciones Anuales el mantenimiento del empedrado de acuerdo a las fechas de estiaje (marzo-octubre).
- ✚ Se recomienda realizar una Evaluación de Impactos Ambientales, según la Ley 1333, así mismo realizar su presupuesto del mismo y adjuntarlo al proyecto para que éste en óptimas condiciones para su ejecución.

**CAPITULO VI**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

## **ITEM N° 1.- INSTALACION DE FAENAS**

Comprende todos los trabajos preparatorios y previos a la iniciación de las obras que realizará el CONTRATISTA, en el proyecto a realizarse, sin límites, tales como: disponer, transportar, descargar, instalar, mantener y proveer maquinarias, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las obras, mantenimiento de las vías de acceso, la construcción de vías de acceso complementarias, la construcción del campamento que tengan alojamientos y comedores para los obreros, talleres, depósitos y oficinas de campo, etc.

### **1.1. GENERALES**

Con anterioridad a la iniciación de las obras y cuando sea requerido, el CONTRATISTA deberá presentar planos de los campamentos para obtener la autorización del SUPERVISOR respecto a la ubicación de las instalaciones y ambientes requeridos, en las áreas determinadas por el CONTRATISTA.

La instalación de faenas además comprende la señalización si fuera necesario para preservar bienes y servicios durante toda la etapa constructiva, así como para garantizar la seguridad de las personas y animales. Se deberá tener especial cuidado en la señalización nocturna, la misma que deberá ser lo suficientemente visible y segura, de tal manera que dure toda la noche y advierta a las personas de los peligros de la obra con la suficiente anticipación, así mismo, se deberá prever barreras de protección u otros para preservar la transitabilidad de animales en la zona.

Además en este ítem incluye que la empresa constructora (CONTRATISTA) tiene la obligación de realizar todos los estudios y diseño necesarios para respaldar la calidad y durabilidad de la obra que se ha de ejecutar.

En lo posible, la entrada a cada propiedad colindante con la construcción o intersección con rutas secundarias, deberán mantenerse libres en cada momento, a menos que el Contratante autorice su bloqueo por el tiempo absolutamente necesario para la construcción.

### **1.2. TRABAJOS PREPARATORIOS**

Los trabajos preparatorios incluyen todas aquellas labores necesarias, que deben ejecutarse antes de iniciar los trabajos y obras de los proyectos de mantenimiento y mejoramiento en caminos. Estas labores consisten en trabajos de limpieza de terrenos, eliminación de elementos y materiales innecesarios.

Las superficies elegidas para la construcción del campamento, cuando éste sea requerido, deben ser despejadas adecuadamente de toda clase de árboles, arbustos, raíces, herbaje, escombros, desperdicios y otro material que no pueda ser aprovechable. El espesor de la capa a ser retirada será de 30 cm como mínimo o lo indicado por el SUPERVISOR.

El material retirado deberá ser eliminado por incineración o según las órdenes del SUPERVISOR, será acarreado y depositado en zonas de despojo aprobadas previamente.

Materiales aprovechables se almacenarán con la aprobación del SUPERVISOR, en la forma y los lugares autorizados por el mismo, de tal manera que no estén expuestos a daños previsibles o sean arrastrados en el caso de precipitaciones pluviales o crecidas.

### **1.3. CAMPAMENTO, OFICINAS, ALMACENAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

El CONTRATISTA deberá proyectar, construir y mantener en buenas condiciones las instalaciones provisionales, disponiendo campamento y oficinas para el CONTRATISTA y el SUPERVISOR cuando éstos sean requeridos; depósitos de materiales, bodegas y talleres, con sus respectivas instalaciones sanitarias y eléctricas.

El CONTRATISTA tiene la obligación de disponer en el sitio de la obra almacenes y depósitos suficientemente grandes para el almacenamiento de materiales de construcción y combustibles necesarios que permitan el desenvolvimiento continuo de la obra. Así mismo, es obligación del CONTRATISTA proveer las herramientas y equipos necesarios para la ejecución de estas obras.

Las dimensiones de los depósitos deberán permitir una reserva tal, que garantice el desarrollo ininterrumpido de las obras. Si el incumplimiento de estas disposiciones ocasionase retrasos en el avance de los trabajos, el CONTRATISTA será el único responsable.

Antes de la implantación de las instalaciones temporales en los sitios indicados por el SUPERVISOR, el CONTRATISTA como parte del trabajo, deberá realizar la limpieza, nivelación, drenaje y cualquier trabajo que sea necesario.

El CONTRATISTA presentará al SUPERVISOR para su aprobación un anteproyecto de las instalaciones provisionales con los respectivos planos de ubicación y accesos, planta y cortes, así como de las especificaciones de los materiales a emplearse.

El CONTRATISTA diseñará, instalará y mantendrá todo el sistema sanitario para todas las instalaciones temporales, incluyendo la construcción de redes sanitarias, cámaras de inspección, pozos sépticos, pozos de absorción u otro tratamiento de aguas servidas hasta su eliminación final, ajustándose a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El CONTRATISTA proveerá una adecuada atención médica y sanitaria en el campamento, que cumpla con los reglamentos vigentes en el país al respecto, las instalaciones a construirse deberán cumplir con los requerimientos que las leyes exigen, así como reglamentaciones de seguridad y Bienestar Social.

#### **1.4. APROVISIONAMIENTO DE AGUA, ENERGIA ELECTRICA Y COMUNICACION**

El CONTRATISTA es el responsable del aprovisionamiento de agua para cubrir las necesidades de la OBRA y de sus campamentos. El Contratante y el SUPERVISOR, no garantizarán cantidad y calidad de suministro de agua.

Las instalaciones de agua potable y redes de distribución correrán por cuenta exclusiva del CONTRATISTA y deberán ser instalados a satisfacción del SUPERVISOR.

El CONTRATISTA deberá suministrar o generar la energía eléctrica necesaria para los campamentos y los trabajos de construcción y montaje requeridos en la ejecución del proyecto, debiendo éstas y el consumo que implican correr por cuenta del CONTRATISTA. Los horarios donde el CONTRATISTA debe suministrar corriente eléctrica serán de 7 a.m. a 23 p.m. especialmente en las oficinas y campamento del SUPERVISOR.

El CONTRATISTA deberá poner a disposición de la Supervisión y el Contratante un sistema de comunicación (teléfono, celular o radio) en el campamento, debiendo éstas y el consumo que implican correr por cuenta del CONTRATISTA.

#### **1.5. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

El CONTRATISTA deberá mantener hasta el final de la obra, las instalaciones cuidando la higiene local, conservación del equipamiento, limpieza y buena presentación del área.

El CONTRATISTA asumirá la responsabilidad de establecer y organizar una recolección eficiente de desperdicios y basuras de todas las instalaciones temporales, a ser ejecutadas diariamente, así como el transporte hasta un botadero que haya sido aprobado previamente por el Supervisor y

donde se incinerarán o enterrarán en un relleno sanitario. En ningún caso se podrá verter o depositar basura y desperdicios de ninguna clase en los cursos de agua o en lugares no autorizados.

El campamento, cuando sea requerido, estará provisto a cuenta del CONTRATISTA de un sistema de desagüe. La conducción de las aguas residuales a un lugar suficientemente alejado u otra medida adecuada de desecho deberá ser considerada para evitar daños y molestias a personas, animales o por lo general al medio ambiente. El diseño, construcción y mantenimiento de estas instalaciones están a cargo del CONTRATISTA y serán ejecutadas a satisfacción del SUPERVISOR.

Al final de la obra, antes de la desmovilización, con autorización del SUPERVISOR, el CONTRATISTA deberá dismantelar, desarmar y demoler todas las instalaciones temporales, retirando del sitio todas las basuras, agregados, cascotes, escombros, desperdicios, chatarras, etc., y cualquier otro material inadmisibles a criterio del SUPERVISOR y que sea producto de la provisión de dichas instalaciones y/o ejecución del Contrato. Además, el CONTRATISTA deberá rellenar, aplanar, apisonar y dejar las áreas utilizadas en condiciones limpias y ordenadas con un drenaje natural adecuado, a satisfacción del Propietario.

Especial cuidado deberá tener el CONTRATISTA, en las zonas de mantenimiento de equipos y otros, donde deberá remover fuera del sitio el suelo contaminado con aceites, grasas y otros productos químicos nocivos y reponer a su condición original, nivel y drenaje con material de préstamo adecuado.

## **1.6. PROTECCION Y REPARACION DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES**

El CONTRATISTA será responsable de proteger todas las instalaciones e infraestructura existentes tales como: árboles, cercos, canales de riego y otros, de tal manera que no se afecten durante la construcción de las obras previstas en el contrato. En el caso de dañar cualquier elemento, éste deberá ser reparado o reemplazado de manera que quede tal cual estaba o en mejores condiciones. El costo total de las medidas preventivas, así como de las reparaciones y reposiciones será cubierto íntegramente por el CONTRATISTA.

## **1.7. INSTALACION DE UN LABORATORIO EN LAS OBRAS**

Sí fuera necesario, el CONTRATISTA deberá instalar en el lugar de las obras, un laboratorio con las instalaciones y equipos correspondientes para poder efectuar los ensayos y controles de mecánica de suelos y de hormigón. El costo de estos equipos y servicios estarán incluidos en el ítem de instalación de faenas correspondiente.

El equipo de laboratorio mínimo requerido para poder realizar los diferentes ensayos es el siguiente:

• *Equipo de granulometría con tamices:*

<b>PULGADAS</b>	<b>MILIMETROS</b>
2	50.80
1	25.40
½	12.70
3/8	9.53
Nº 4	4.75
Nº 8	2.36

• *Límites de Atterberg*

- Dispositivo para límite líquido
- Conjunto para ensayos límite plástico

• *Equipo Proctor*

- Molde de 4 pulgadas de diámetro
- Martillo de 5.5 libras

• *Equipo de densidad en sitio*

- Aparato de cono de arena ó densímetro nuclear

• *Balanzas:*

- Precisión de capacidad de 300 gramos
- Precisión de capacidad de 2.5 kilogramos
- Precisión 1 gramo y capacidad de 20 kilogramos

• *Secado*

- Horno eléctrico de secado con control automático de temperatura 150°C

• *Accesorios*

- Platos, platillos y cápsulas de manipuleo

• *Cono de Abraham*

• *Cilindros para Probetas de Hormigón*

El CONTRATISTA tendrá a su cargo el funcionamiento del laboratorio y la ejecución de las pruebas.

### **1.8. CAMINOS DE ACCESO Y DESVIOS**

El CONTRATISTA deberá construir, mejorar, ampliar y mantener los caminos nuevos o existentes de acceso e intercomunicación para facilitar el tráfico entre y hacia las obras, conforme sus propios requerimientos.

Los caminos o desvíos serán construidos y/o mantenidos de tal forma que acomoden el transporte pesado de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Parámetros típicos:*
- Ancho: 5.0 m
  
  - Ripiado: 0.08 m espesor mínimo.

Durante todo el tiempo de construcción los caminos serán mantenidos en estado de transitabilidad, siendo atribución exclusiva del SUPERVISOR la determinación de los tramos que requieran mantenimiento.

De la misma manera, el CONTRATISTA deberá habilitar desvíos provisionales en todos aquellos sectores donde realice obras para mantener el tráfico de vehículos de todo tipo que usan normalmente esa vía. Estos desvíos provisionales tendrán la longitud mínima necesaria de acuerdo a requerimientos e instrucciones del SUPERVISOR, ancho mínimo de 5 metros y estarán mantenidos en forma permanente para asegurar el tráfico normal de vehículos.

### **1.9. SEÑALIZACION**

Al inicio del camino objeto del proyecto y preferentemente en la intersección con una ruta principal, el CONTRATISTA deberá colocar un letrero anunciando el proyecto según la leyenda, dimensiones y otras especificaciones a ser provistas por el Contratante. Estos letreros serán colocados en lugares visibles y que no afecten el tráfico vehicular, tránsito de peatones y la seguridad de las personas. El CONTRATISTA será responsable de obtener los permisos necesarios para la colocación de los letreros.

Así mismo, el CONTRATISTA es responsable por la adecuada y suficiente señalización del proyecto, tanto diurna como nocturna, en todas las excavaciones, rellenos, obras en ejecución, desvíos y donde sea necesario, de tal manera de alertar al tráfico de vehículos y peatones sobre las obras en ejecución y las precauciones que se deben tomar a fin de evitar accidentes. El SUPERVISOR podrá en todo momento exigir la colocación de letreros de advertencia, debiendo esta instrucción ser atendida en forma inmediata por el CONTRATISTA.

## **1.10. SEGURIDAD**

El CONTRATISTA tomará todas las medidas necesarias de seguridad para proteger la salud y vida de sus trabajadores, personal de Supervisión y Fiscalización, así como de personas particulares ajenas a la obra y transeúntes. Sin incluir todos los aspectos y a manera de información se citan algunos de ellos:

- a) En caso necesario se proporcionará calzado adecuado que vestirán los obreros para determinados trabajos especiales.
- b) Los trabajadores están obligados a ponerse cascos protectores en todos los frentes de Obra. Estos cascos deberán cumplir estrictamente lo estipulado en las Normas Bolivianas NB 350-80 y NB 351-80.
- c) Las máscaras de protección serán utilizadas por aquellos obreros que trabajen bajo la influencia del polvo. El CONTRATISTA deberá evitar la acción molesta del polvo mediante riegos frecuentes de agua, teniendo especial cuidado al efectuar los mismos.
- d) Los trabajadores que trabajen con equipo pesado deberán llevar obligatoriamente orejeras para protección acústica.
- e) Todo el personal de la empresa deberá contar con impermeables de hule de colores vivos (amarillo, naranja o rojo), para ser distinguidos a distancia.
- f) También son necesarias otras medidas de seguridad, tales como la instrucción debida de los campamentos obreros, barricadas protectoras, etc. Clavos, hierros viejos, encofrados en desuso y otros materiales no deberán estar esparcidos por el suelo, sino que serán recogidos debidamente.

- g) Los conductos eléctricos deben estar provistos de un buen aislamiento, observándose para este propósito precauciones especiales.
- h) Las máquinas sólo serán operadas por el personal especializado y toda clase de vehículos solamente por personal con las licencias (brevets) correspondientes.
- i) Para todos los vehículos, aparatos elevadores, grúas y demás equipos, se observarán las medidas de seguridad prescritas.
- j) Para toda inspección técnica y/o visita al sitio de obra, el CONTRATISTA deberá poner a disposición del personal que realice esta visita, todo el equipo de seguridad necesario. No se permitirá en ningún caso, la presencia de personas sin cascos de protección en el sitio de la obra.
- k) Toda la provisión de combustibles de la empresa deberá estar protegida y aislada lo suficiente, como para proteger a su personal y equipo de incendios o explosiones. Las medidas de seguridad que deberán ser tomadas serán similares a las adoptadas para el almacenamiento de explosivos.
- l) El campamento, en caso de ser requerido, o sitio de obra, deberá contar obligatoriamente con un puesto de primeros auxilios dotado de todos los equipos y medicamentos necesarios, y contar con personal capacitado.

Durante la noche el CONTRATISTA está obligado a mantener iluminación adecuada en los frentes de trabajo en caso necesario y obligatoriamente en los Campamentos. Esta iluminación se realizará mediante conexión a redes eléctricas, equipos electrógenos o similares, en los campamentos y en el caso de ejecutarse obras en el periodo de la noche. Los horarios donde el CONTRATISTA deberá suministrar corriente eléctrica serán de 7 a.m. a 23 p.m. especialmente en las oficinas y campamento del SUPERVISOR.

Así mismo se dispondrá de cintas plásticas y mecheros en cantidad suficiente para que en horarios nocturnos se indiquen las zonas de peligro potencial, tanto para trabajadores como para los comunarios que habitan el sector.

Todos los equipos de generación eléctrica deberán estar correctamente aislados, siendo responsabilidad del CONTRATISTA el hacer cumplir todo lo estipulado en esta Especificación.

El CONTRATISTA tomará además, por iniciativa propia, las medidas que él juzgue necesarias y considerará en todo momento las sugerencias e indicaciones del SUPERVISOR respecto a la seguridad en las obras.

### **1.11. MEDICION**

Este trabajo será medido en forma global, incluyendo todas las obras que se describieron con anterioridad.

### **1.12. FORMA DE PAGO**

El ítem *Instalación de Faenas* se pagará por la globalidad del trabajo realmente ejecutado, al Precio de Contrato.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
01	Instalación de Faenas	Glb

### **ITEM N°2: MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN**

Este ítem comprende todo con respecto a la movilización hasta el lugar de la obra y desmovilización del personal, equipo, herramientas, materiales y otros, necesarios para la instalación completa del campamento para uso del Contratista y Supervisión.

#### **2.2. EQUIPOS Y MATERIALES A UTILIZAR**

Para la ejecución de esta actividad se utilizarán equipos como tráiler, volquetas, camiones y otros que sean necesarios y que puedan acceder a la zona.

#### **2.3. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

El Contratista deberá respetar las normas de seguridad correspondientes para evitar cualquier accidente al realizar esta actividad. El ítem incluirá la remoción de instalaciones provisionales que se hubieran construido y la limpieza final de la obra, retirando todo el equipo, herramientas y materiales sobrantes de la construcción,

de tal modo que no se atente contra el medio ambiente. El ingeniero deberá aprobar o rechazar el equipo asignado a la obra según el estado mecánico del mismo.

#### **2.4. MEDICIÓN**

Este ítem se medirá en forma global, una vez completado el alcance del mismo descrito anteriormente.

#### **2.5. FORMA DE PAGO**

El ítem *Movilización y Desmovilización* se pagará por la globalidad del trabajo realmente ejecutado.

Dichos pagos serán la compensación total por el concepto de materiales, mano de obra, herramientas y equipo utilizados para la ejecución del ítem, así como cualquier otro costo directo o indirecto.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
02	Movilización y desmovilización	Glb

### **ITEM N°3: REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO**

#### **3.1. DESCRIPCION DEL ITEM**

Son todos los trabajos que en esta materia deben ser ejecutados por el Contratista y requeridos para una buena materialización en el terreno de los planos constructivos, comprenderá todos los trabajos topográficos iniciales, así como durante la ejecución de la obra. El contratista deberá tener en todo momento a disposición de la supervisión de su equipo de topografía.

#### **3.2. MATERIALAES**

El material a utilizar en el replanteo serán, equipo topográfico completo según lo requerido, además estacas de madera de construcción con buena dureza de dimensiones 4cm x 4cm x 50cm. debiendo utilizarse además pintura al aceite color rojo o amarillo, para pintar las estacas en la parte superior haciéndolas visibles.

#### **3.3. METODO DE EJECUCION**

El replanteo se realizara con estación total, nivel de ingeniero y cualquier otro equipo especializado sugerido por el contratista, previa aprobación del supervisor.

Para iniciar este trabajo se basara en puntos fijos tales como postes, casas, BM existentes, etc. que está indicados en los planos y han servido para la elaboración del proyecto. Se indicarán estacas de referencia en el eje y a los costados donde se requiera un alineación y respectivo control de niveles, además de tomarse todas las mediciones que la situación así lo requiera.

El contratista hará el replanteo de toda la obra, la localización general, alineamientos, elevaciones y niveles de trabajo que serán marcados en el terreno, para permitir en cualquier momento el control por parte del Supervisor. Las marcas de nivel, monumentos de levantamientos topográficos y trazos de construcción, serán cuidadosamente conservadas por el contratista.

Como quiera que el trabajo de replanteo sea de primordial importancia en el desarrollo posterior de los trabajos, el replanteo de cada sector de trabajo, deberá contar con la aprobación escrita en el libro de órdenes, del Supervisor con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo.

### **3.4. METODO DE MEDIDA**

El ítem se medirá por kilómetro replanteado en campo o considerándose las distancias que hayan trabajado para localizar el punto de partida.

### **3.5. BASE DE PAGO**

Los trabajos realizados tal como lo prescriben las especificaciones técnicas, aprobadas por el Fiscal de Obras, medidos de acuerdo en el punto anterior, serán pagados de acuerdo a los precios unitarios del proyecto. Y serán en compensación total por todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y otros gastos directos o indirectos que incidan en su costo.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
03	Replanteo y Control Topográfico	km

### **ITEM N°4: EXCAVACION TERRENO BLANDO C/EQUIPO**

#### **4.1. DESCRIPCION**

Este ítem se refiere a la ejecución de todos los trabajos correspondientes al corte de material blando con

maquinaria, sea en conformación de plataforma del camino, cuneteado nivelación de subrasante, peraltado, perfilado de taludes y otros que a criterio del SUPERVISOR lo ordene, en los diferentes tipos de terreno blando que se presentan, con el objeto de obtener secciones del camino de acuerdo a lo establecido en planos y/o según lo ordene el SUPERVISOR.

Comprende también todo el trabajo con maquinaria necesaria y suficiente para limpiar la capa del terreno superficial que cubre a la roca y para acarrear hasta una distancia de 20 metros todo el material proveniente del corte, de manera de limpiar la plataforma del camino.

#### **4.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El Contratista deberá proporcionar todos los materiales, maquinaria, equipo y herramientas adecuados para la ejecución de los trabajos, la cual en forma previa a su utilización, deberá contar necesariamente con la aprobación del SUPERVISOR.

#### **4.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION**

Ya sea mediante observación directa del terreno o por afloramiento de roca blanda, luego de trabajos de limpieza con maquinaria, el Contratista según sea el caso, deberá notificar y contar necesariamente, con la aprobación del SUPERVISOR en la clasificación del terreno como roca blanda, para recién proceder a los trabajos de corte en terreno blando con maquinaria.

El contratista estará obligado a revisar constantemente los niveles del terreno, como las estacas del eje del camino y de cabecera de corte, con la finalidad de obtener un perfil o sección adecuado de acuerdo a los planos y/o instrucciones del SUPERVISOR.

La forma o método de trabajo a emplearse en la ejecución del ítem, estará a cargo del Contratista, debiendo ponerse en conocimiento del SUPERVISOR para su respectiva aprobación.

#### **4.4. MEDICION**

Este ítem será medido en metros cúbicos. Para fines de cálculo de volúmenes y características del suelo se considerará un solo tipo de material.

El corte se medirá en su posición original, debiendo el Contratista considerar para el trabajo el esponjamiento correspondiente.

Cualquier volumen adicional que hubiera sido ejecutado por error en la determinación de cotas, para facilitar el trabajo o por cualquier otro motivo que no conste en planos o haya sido ordenado por el SUPERVISOR,

será por cuenta y riesgo del Contratista y no se lo tomará en cuenta en la medición.

#### **4.5. FORMA DE PAGO**

Este ítem ejecutado de acuerdo con los planos y la presente especificación, medido según lo señalado y aprobado por el SUPERVISOR, se pagará al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo, maquinaria, impuestos y otros gastos que sean necesarios para una adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
04	Excavación Terreno Blando C/Equipo	M3

#### **ITEM N°5: CONFORMACION Y COMPACTADO DE TERRAPLENES**

##### **5.1. DESCRIPCIÓN**

Los terraplenes son segmentos de la carretera, cuya conformación requiere el depósito de materiales provenientes de cortes o préstamos dentro de los límites de las secciones de Diseño que definen el cuerpo de la carretera.

La construcción de terraplenes comprende:

Transporte de material de Corte y/o de bancos de préstamo indicados por el ingeniero.

Esparcimiento, conveniente humedecimiento ó desecación y compactación de los materiales provenientes de corte o préstamos para la construcción del cuerpo del terraplén, hasta los 60 cm. por debajo de las cota correspondiente a la rasante de terraplenado.

Esparcimiento, homogeneización conveniente, humedecimiento o desecación y compactación de los materiales seleccionados provenientes de cortes o préstamos para la construcción de la capa final del terraplén hasta la cota correspondiente a la subrasante.

Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación de los materiales provenientes de los cortes o préstamos destinados a sustituir eventualmente suelos de elevada expansión, de capacidad de soporte (CBR) inferior a la requerida por el diseño o suelos orgánicos, en los cortes o en terraplenes existentes.

Escarificación, conveniente humedecimiento o desecación de los materiales constituyentes de la capa superior de los cortes o de terraplenes existentes, para servir de asiento al empedrado.

## **5.2. MATERIALES Y MÉTODO CONSTRUCTIVO**

Los materiales para la constitución de los terraplenes, deben tener las características especificadas a continuación, de modo de permitir la construcción de un macizo estable y adecuado soporte al empedrado.

### **Cuerpo de Terraplén**

En la ejecución del cuerpo de los terraplenes, se utilizarán suelos con CBR igual o mayor que 4 y expansión máxima de 4%, correspondientes al 90 % de la densidad seca máxima del ensayo AASHTO T 180 – D y para el ensayo AASHTO T-193.

Cuando por motivos de orden económico, el cuerpo del terraplén deba ser construido con materiales de soporte inferior al indicado hasta el mínimo de 2% se procederá al aumento del grado de compactación o sustitución del material de modo de obtener el CBR mínimo indicado en la tabla siguiente.

Este procedimiento, también se aplica a los tramos en corte o de terraplenes existentes.

<i>Profundidad Debajo de la Subrasante (cm.)</i>	<i>CBR Mínimo Requerido</i>
60 a 90	3
Mayor a 90	2

### **Capa Final Terraplén**

Los 60 cm. superior de los terraplenes o de los cortes deben ser constituidos o presentar materiales con CBR mayor o igual a 10% y expansión máxima de 2% correspondiente al 95% de la densidad seca máxima del ensayo AASHTO T 180 - D y para el ensayo AASHTO T-193.

El Diseño o el SUPERVISOR, podrán requerir el aumento del grado de compactación hasta el 100% de la densidad máxima del ensayo mencionado, cuando los materiales de los cortes y/o préstamos adyacentes no atienden el valor especificado para el CBR. Si aun así no cumplen con los requisitos, se procederá a la construcción de la capa superior de los terraplenes o a la sustitución

de la capa superior equivalente de los cortes, de modo a obtener el CBR mínimo indicado en la tabla siguiente:

Profundidad debajo de la	CBR Mínimo
Subrasante (cm.)	Requerido
0 a 20	10
20 a 40	6
40 a 60	4

### **Equipo**

La ejecución de terraplenes, deberá prever la utilización del equipo apropiado que atienda la productividad requerida.

Podrán utilizarse tractores de oruga con topadora, camiones regadores, motoniveladoras, rodillos lisos, neumáticos, pata de cabra, estáticos o vibratorios, rodillos de grillas, discos de arado, rastras, pala cargadora y otros, además del equipo complementario destinado al mantenimiento de los caminos de servicio en el área de trabajo.

### **Ejecución**

La ejecución propia de los terraplenes debe estar sujeta a lo siguiente:

La ejecución de terraplenes, estará subordinada a los planos y especificaciones proporcionados al CONTRATISTA, en conformidad con el Diseño y Órdenes de Trabajo emitidas por el SUPERVISOR.

La ejecución será precedida por las operaciones de limpieza.

Previamente a la ejecución de los terraplenes, deberán estar concluidas las obras de arte menores necesarias para el drenaje de la cuenca hidrográfica correspondiente. Sin embargo, el CONTRATISTA podrá construir el sistema de drenaje posteriormente a los terraplenes en lugares donde no exista agua permanente, sin que ello signifique un pago adicional por las correspondientes excavaciones y rellenos, asumiendo las responsabilidades del caso.

Si las condiciones de los materiales disponibles lo permiten, es aconsejable en la construcción de terraplenes, la colocación de una primera capa de material granular permeable sobre el terreno natural, la que actuará como un dren para las aguas de infiltración en el terraplén.

En el caso de terraplenes que van a asentarse sobre taludes de terreno natural con más del 15% y hasta 25% de inclinación transversal, las laderas naturales serán escarificadas con el equipo adecuado, produciendo surcos que sigan las curvas del nivel. Para inclinaciones mayores al 25%, deberán excavarse escalones previamente y a medida que el terraplén es construido. Tales escalones en los taludes, deberán construirse con tractor, de acuerdo a lo indicado en los planos o como lo ordene el SUPERVISOR. El ancho de los escalones, será como mínimo de un metro.

El material destinado a la construcción de terraplenes, deberá colocarse en capas horizontales sucesivas en todo el ancho de la sección transversal y en longitudes tales que permitan su humedecimiento o desecación y su compactación, de acuerdo con lo previsto en estas Especificaciones.

Para el cuerpo de los terraplenes, el espesor de las capas compactadas no deberá pasar de 30 cm. Para las capas finales, ese espesor no deberá pasar de 20 cm.

Todas las capas deberán compactarse convenientemente, no permitiéndose la colocación de las capas subsiguientes, mientras la inferior no sea aprobada.

La humedad de compactación para las capas acabadas, no deberá estar a más del 3% por encima o por debajo del contenido óptimo de humedad o de aquellos indicados por los ensayos para obtener la densidad y el CBR especificados; debiendo efectuarse ensayos prácticos de densidad de acuerdo con las especificaciones AASHTO T-147.

Las densidades por debajo de la subrasante, dentro de los límites de la sección de diseño serán las siguientes, a no ser que por motivos de orden económico de disponibilidad de material, el SUPERVISOR aumente los valores establecidos hasta el máximo de 100% con relación a la densidad máxima seca del ensayo AASHTO T-180 D:

Tramos en Cortes: Los 20 cm. superiores al 95% de la densidad máxima seca dada por el ensayo AASHTO T-180. Si es necesaria la substitución de los suelos de los cortes, se obedecerá lo indicado en el diseño o por el SUPERVISOR.

Tramos en Terraplenes: Los 60 cm. superiores al 95% de la densidad máxima seca dada por el ensayo AASHTO T-180. Por debajo de esta profundidad, el grado de compactación requerido con relación al mismo ensayo será de 90%.

Los sectores que no hubieran alcanzado las condiciones mínimas de compactación, deberán ser escarificados, homogeneizados, regados a la humedad adecuada y nuevamente compactados de acuerdo con las densidades exigidas.

En el caso de ensanchamiento de terraplenes, su ejecución obligatoriamente será realizada de abajo hacia arriba, acompañada de un escalonamiento en los taludes existentes.

Si se establece en el diseño o lo ordena el SUPERVISOR, la ejecución se hará mediante un corte parcial de la parte superior del terraplén existente, trasladando dicho material hacia los ensanchamientos para conformar la nueva sección transversal, completándose luego de enrasarse ésta, con material de corte o préstamo en todo el ancho de la sección transversal referida.

La inclinación de los taludes del terraplén, será la establecida en el diseño. Cualquier alteración en la inclinación de los mismos, sólo será ejecutada previa autorización por escrito del SUPERVISOR.

Para la construcción de terraplenes asentados sobre terreno de fundación de baja capacidad de carga, se seguirá los requerimientos exigidos en los diseños específicos y/o las instrucciones del SUPERVISOR. En el caso de consolidación por asentamiento de una capa flexible, se exigirá el control por medio de mediciones de los asentamientos, para que el SUPERVISOR pueda definir la solución a ser adoptada.

En regiones donde existan predominantemente materiales rocosos, se admitirá la ejecución de los terraplenes con la utilización de los mismos, siempre que así lo especifique el diseño o lo determine el SUPERVISOR.

El material que contenga en volumen menor del 25% de roca mayor de 15 cm. en su diámetro mayor, deberá extenderse en capas sucesivas que no excedan de un espesor de 30 cm.

El material que contenga más de un 25% de roca mayor de 15 cm. en su mayor dimensión, deberá colocarse en capas de suficiente espesor para contener el tamaño máximo de material rocoso, pero

en ningún caso tales capas podrán exceder de 75 cm. antes de su compactación. Estas capas de mayor espesor sólo serán permitidas hasta 2 metros por debajo de la cota de la subrasante.

Los últimos dos metros de terraplén, deberán colocarse en capas no mayores de 30 cm. de espesor, atendiendo a lo dispuesto anteriormente en lo que se refiere al tamaño máximo del material,.

La capa final de 60 cm. de los terraplenes o de sustitución de capas de igual altura, en los cortes, construidos con materiales rocoso, deberán ser ejecutados en capas de espesor máximo de 20 cm. y piedras de dimensión máxima de 15 cm.

La conformación de las capas, deberá ejecutarse mecánicamente debiendo extenderse y emparejarse el material con equipo apropiado y debidamente compactado mediante rodillos vibratorios.

Deberá obtenerse un conjunto libre de grandes vacíos, llenándose los intersticios que se formen con material fino para constituir una masa compacta y densa.

A fin de proteger los taludes contra los efectos de la erosión, deberá procederse en tiempo oportuno a la ejecución de los drenajes y otras obras de protección tales como la plantación de césped y/o la ejecución de banquetas; todo en conformidad con lo establecido en el diseño o determinado por el SUPERVISOR durante la construcción. El presente trabajo de reforestación, deberá estar a cargo de la Unidad de Medio Ambiente de la Subgobernación de Cercado.

La ejecución de cordones en los bordes de la plataforma, en los sectores previstos por el diseño, se efectuará con posterioridad a la construcción de las salidas de agua dispuestas convenientemente de acuerdo al diseño o a las instrucciones del SUPERVISOR.

### **5.3. CONTROL POR EL INGENIERO**

Los trabajos descritos en este ítem, deberán ser verificados por el SUPERVISOR, a través de un Control geométrico, de Densidades y de la calidad de los materiales a utilizarse en los diferentes terraplenes

#### **Medición**

Los rellenos se medirán en m<sup>3</sup>, según los volúmenes rellenos y compactados, no considerando esponjamiento alguno, ya sea que estos se hayan ejecutado según las indicaciones de los planos o

según las instrucciones del SUPERVISOR. Todo otro corte y/o trabajos de relleno, se realizará a cuenta del CONTRATISTA.

#### **5.4. FORMA DE PAGO**

Los rellenos se pagarán según los volúmenes rellenados y compactados en metros cúbicos no considerando esponjamiento alguno, ya sea que estos se hayan ejecutado según las indicaciones de los planos o según las instrucciones del SUPERVISOR. Así como toda mano de obra, equipo, herramientas, incidencias e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo previsto en esta Especificación, de acuerdo al precio unitario aprobado en su propuesta.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
05	Conformación y compactado de Terraplenes	m3

#### **ITEM N°6: ESTABILIZACION DE SUELO CON CAL**

##### **6.1. DESCRIPCIÓN**

Este ítem se refiere a la estabilización del suelo arcilloso, con una adición de 4% de cal con el objetivo de mejorar las características de la subrasante.

##### **6.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

La cal a emplearse es la llamada “cal viva”.

Los equipos necesarios son compactador de rodillo liso, tractor d-7, camión cisterna, excavadora.

##### **6.3. FORMA DE EJECUCIÓN**

Se efectuara el movimiento de tierra necesario en un espesor de 0.2 m debajo de la rasante, previa verificación de las pendientes longitudinal y transversal de la misma por parte del Supervisor las que deberán constar en los perfiles correspondientes. El Contratista está obligado a dar cumplimiento a todo lo estipulado en las especificaciones sobre movimiento de tierras

El material removido será mezclado con cal, de acuerdo al porcentaje establecido (4%), posteriormente será escarificado y compactado en capas sucesivas de 0.1 m de altura.

La distribución de la cal se hará a través de camiones aptos para el trabajo, con aplicadores constantes a lo largo de la calzada.

La mezcla de suelo y cal debería fraguar suficientemente para permitir la reacción química que cambia las propiedades del material. La duración de este periodo será de 2 a 7 días. Después de fraguado, el suelo deberá ser mezclado de nuevo, antes de la compactación.

La mezcla de suelo y cal deberá ser compactada a la densidad de 95% mínimamente. El valor de densidad se medirá a partir de ensayos de laboratorio. La compactación deberá iniciar inmediatamente después de la mezcla final previa inspección del Supervisor.

Para finalizar, la superficie del suelo deberá mantenerse húmeda para ayudar al incremento de resistencia. Se procederá a través de un rociado leve con camiones distribuidores.

#### **6.4. MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Se cancelara este ítem por m3

ITEM	NOMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
06	Estabilización de suelo con cal	M3

#### **ITEM N°7: EMPEDRADO Y COMPACTADO**

##### **7.1. DESCRIPCIÓN**

Este ítem se refiere a la colocación de una capa de arena de 5 cm de alto, sobre esta el colocado de una capa inamovible de piedra manzana nivelada, para formar el empedrado para la vía con un ancho de 8 metros, según se especifica en los planos, y el relleno, punzonado con arena y limo en los huecos existentes entre piedra y piedra.

##### **7.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

La piedra a emplearse será la llamada "manzana", procedente del lecho de ríos, sin ángulos, de tamaño más o menos uniforme, siendo sus dimensiones máximas 0.14 x 0.14 x 0.14 mts y mínimos 0.10 x 0.10 x 0.10 mts; debiendo utilizarse las de mayor tamaño solamente en las "maestras".

Cualquier material, que a juicio del Supervisor de Obra, sea inadecuado para el trabajo de empedre, será rechazado, debiendo el Contratista obligadamente alejar del lugar de la construcción antes de las 24 Hrs.

### **7.3. FORMA DE EJECUCIÓN**

Se efectuará el movimiento de tierra necesario en un espesor mínimo de 0.05 metros debajo de la rasante, previa verificación de las pendientes longitudinal y transversal de la misma por parte del Supervisor las que deberán constar en los perfiles correspondientes. El Contratista está obligado a dar cumplimiento a todo lo estipulado en las especificaciones sobre movimiento de tierras.

Una vez que se haya logrado la compactación y haya sido aprobado por escrito por el Supervisor de Obra se colocara una cama de arena semifina de 2 cm, luego se comenzará la construcción del empedrado, colocando las piedras "enclavadas" en el terreno, fijando previamente las "maestras" que estarán alineadas y a nivel adecuado conforme a la cercha.

Las "maestras" estarán dispuestas a cada 1.0 m en todo el ancho de la calzada transversal y cada 3.0 m en el sentido perpendicular

La colocación de la piedra manzana, entre las maestras longitudinales y transversales, deberá hacerse nivelando la superficie con una regla de madera, de modo que una vez que se haya apisonado debidamente la superficie, sea homogénea.

Los huecos que quedan entre las piedras deberán ser rellenados con arena calafateándose con punzones de fierro redondo y compactando con pisones hasta obtener una superficie compacta, lisa y con las pendientes adecuadas.

### **7.4. COMPACTADO CON RODILLO LISO SOBRE EMPEDRADO**

Una vez concluido el empedrado y relleno con arena y limo se procederá al pasado con compactador tipo tambor de acero liso 3 veces a lo largo de los 5+560 Km. De todo el ancho del empedrado, con una velocidad media de 13 Km/h. de esta manera se conseguirá un acabado uniforme de todo el ancho y largo de la plataforma del camino.

## **7.5. MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Se cancelara este ítem por m2

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
07	Empedrado	M2

### **ITEM N°8.- CORDON DE PIEDRA**

#### **8.1. DEFINICIÓN**

Este trabajo consiste en el colocado de cordones de aceras de calzada siendo estos de Piedra, de dimensión transversal de 10 x 50 cm. sobre la línea y nivel que indiquen los planos, salvo disposiciones contrarias de la supervisión de obra. El ítem incluye la excavación si fuese necesario realizar.

#### **8.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

Los materiales y herramientas y equipo ser empleados en la ejecución de este ítem, debe responder, en todo, a lo indicado en estas especificaciones técnicas para morteros, y de la colocación de cordones de piedras de Canteras descritas en detalle.

- **Cordones de piedra**

Tendrán las siguientes dimensiones mínimas:

Ancho de 10 cm. Como mínimo

Altura de 50 cm.

Longitud entre 50 a 70 cm.

La piedra será corresponde a la roca de Orden sedimentario y que responde de Cuarcita (Mas conocida como piedra Azul).

Su forma debe ser regular y también bastante liza no debe presentar deformaciones en sus laterales, como así también en la parte superior del cordón, con el fin de mantener la homogeneidad en la calzada.

- **Agregado fino**

El agregado fino debe cumplir los siguientes requisitos:

La granulometría estará comprendida entre los siguientes límites:

Malla	Porcentaje pasado
3/8"	100
Núm. 4	95 – 100
“ 8	80 – 100
“ 16	50 – 85
“ 30	25 – 60
“ 50	5 – 30
“ 100	0 – 10

De contenido de sustancias perjudiciales:

Partículas deleznable 1.0 % en peso máx.

Material que pasa la malla Número:

200 (por lavado) 3 % en peso máx.

Carbón y lignito 0.5% en peso máx.

Polvo de trituración 5 % en peso máx.

- **Agua**

- El agua de mezclado debe ser enteramente limpia y clara, sin olor ni sabor fuera de lo común, ni tener aceite, sales, azúcar, ácidos o materias vegetales. El agua potable se considera adecuada para elaborar concreto

- **Cemento Pórtland**

El material ligante a utilizar será **Cemento Pórtland Normal o Cemento Pórtland**, de marca aprobada que reúna estrictamente las condiciones exigidas por las Normas correspondientes NB 011 y NB 096, dictadas por el IBNORCA.

El cemento deberá almacenarse bajo cubierta bien protegido de la humedad e intemperie, en un depósito que reúna condiciones para ello.

Se preferirá usar cemento de una sola marca, sin embargo en casos muy especiales cuando se utilicen cementos de distintas marcas, el Contratista realizará el acopio apilando las bolsas en formas separadas para cada marca. No se permitirá la mezcla de cementos en un mismo proceso de mezclado.

El apilado se realizará en forma tal que sea factible el acceso para inspeccionar o identificar los distintos cargamentos almacenados.

El cemento se deberá entregar en estado perfectamente pulverulento sin la menor tendencia a aglomerarse.

No se permitirá el uso de cemento total o parcialmente fraguado o que contenga terrones para ningún tipo de trabajo. El material en tales condiciones será retirado sin dilación del ámbito de la obra.

### **8.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN**

Se deberán colocar los cordones de piedra en función al replanteo efectuado a detalle, en estricta sujeción a los planos e instrucciones dadas por la supervisión de obra. Haciendo énfasis en la línea y nivel que deberán ser respetados.

Antes de proceder con el rejuntado del Mortero, las paredes laterales de los cordones deberán ser debidamente alineados y apuntaladas y después proceder con el rejuntado cuyo espaciamiento de cordón a cordón será de 1,5 cm como máximo.

Con el fin de conseguir un buen mortero para el rejuntado su dosificación será 1:3 teniendo en cuenta la siguiente tabla:

<b>Dosificación</b>	<b>Arena m3</b>	<b>Cemento kg.</b>
1 : 3	1.08	505

#### **8.4. MEDICIÓN**

La medición se efectuará por metro lineal de cordón ejecutado y aceptado por la supervisión de obra.

#### **8.5. FORMA DE PAGO**

Estos trabajos se certificarán por metro lineal construido, y al precio unitario del proyecto, precio que incluye materiales (Piedra, Arena y Cemento), herramientas, equipo y mano de obra que inciden en su ejecución.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
08	Cordón de Piedra	ML

#### **ITEM N°9 TRAZADO Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE**

##### **9.1. DESCRIPCION DEL ITEM**

Consiste en los trabajos de replanteo trazados y control de cotas y niveles necesario para la correcta ubicación de las obras de arte menor proyectadas en el diseño final presentado.

##### **9.2. MATERIALAES**

El material a utilizar en el replanteo serán, estacas de madera de construcción preferentemente de PALO BLANCO o PERILLA de dimensiones 4 x 4 x 50 cm. debiendo utilizarse además pintura al aceite color rojo o amarillo, para pintar las estacas en la parte superior haciéndolas visibles.

##### **9.3. METODO DE EJECUCION**

El replanteo se realizará con estación total, nivel de ingeniero y cualquier otro equipo especializado sugerido por el contratista, previa aprobación del supervisor.

Para iniciar este trabajo se basará en puntos fijos tales como postes, casas, BM existentes, etc. que está indicados en los planos y han servido para la elaboración del proyecto. Se indicarán estacas de

referencia en el eje y a los costados donde se requiera un alineación y respectivo control de niveles, además de tomarse todas las mediciones que la situación así lo requiera.

Este trabajo se realizara una vez que el Ingeniero Supervisor apruebe el nivel de sub rasante en la etapa de movimiento de tierras.

El contratista hará el replanteo de toda la obra, la localización general, alineamientos, elevaciones y niveles de trabajo que serán marcados en el terreno, para permitir en cualquier momento el control por parte del Supervisor. Las marcas de nivel, monumentos de levantamientos topográficos y trazos de construcción, serán cuidadosamente conservadas por el contratista.

Como quiera que el trabajo de replanteo sea de primordial importancia en el desarrollo posterior de los trabajos, el replanteo de cada sector de trabajo, deberá contar con la aprobación escrita en el libro de órdenes, del Supervisor con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo.

#### **9.4. METODO DE MEDIDA**

El ítem se medirá por pieza o unidad replanteada en campo o considerándose las distancias que hayan trabajado para localizar el punto de partida.

#### **9.5. BASE DE PAGO**

Los trabajos realizados tal como lo prescriben las especificaciones técnicas, aprobadas por el Fiscal de Obras, medidos de acuerdo en el punto anterior, serán pagados a los precios unitarios del proyecto y serán en compensación total por todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y otros gastos directos o indirectos que incidan en su costo.

El pago correspondiente se realizará bajo la siguiente denominación:

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
09	Trazado y replanteo de obras de Arte	pza

#### **ITEM N°10 .-EXCAVACIÓN MANUAL COMUN (Estructuras).**

##### **10.1. DEFINICIÓN.**

Este ítem comprende las excavaciones para las cimentaciones, manualmente o con máquina, correspondiente a los cimientos de los muros, alcantarillas puentes y badenes ejecutados en toda clase de suelo a las profundidades indicadas o recomendadas; así como el entubamiento y agotamiento de las zanjas si fuese necesario, según lo que se establezca en estas especificaciones.

### **10.2. MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.**

El contratista realizara los trabajos arriba descritos empleando las herramientas y equipo conveniente debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte del SUPERVISOR.

### **10.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.**

Una vez que el trazado de las fundaciones haya sido aprobado por Ingeniero Supervisor, se podrá dar inicio a la excavación propiamente dicha.

Previa conformidad del Ingeniero se precederá, bien manualmente o con maquinaria, al aflojamiento y extracción de los materiales fuera de los límites de la excavación a ejecutar. Los materiales que vayan a ser utilizados posteriormente para rellenar la zanja o excavación se apilarán convenientemente a los lados de la misma, a una distancia prudencial y los que vayan a ser utilizados serán botados donde señale el Ingeniero Supervisor.

Cuando la excavación demande la construcción de entibados estos serán proyectados por el contratista, revisado y aprobado dicho proyecto por el Ingeniero Supervisor.

La aprobación del Ingeniero Supervisor no releva al Contratista de las responsabilidades a que hubiese lugar si fallara el entibado.

Cuando la excavación requiera achicamiento, el Contratista dispondrá el número y clase de unidades de bombeo necesarias. El agua extraída se evacua de manera que no cause ninguna clase de daños.

Las excavaciones se llevaran a una profundidad que no siendo menor a 1m llegue a un terreno que reciba las profundidades con una capacidad importante igual o mayor a lo admisible. El fondo de las excavaciones será horizontal y en los sectores en que el terreno destinado a fundar sea inclinado, se dispondrá de escalones de base horizontal.

Se tendrá especial cuidado en no remover el fondo de las excavaciones que servirán de base a las cimentaciones y una vez terminada se las limpiara de toda tierra suelta.

Las excavaciones terminadas, deberán presentar las superficies sin irregularidades, tanto las paredes como el fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos.

El contratista deberá notificar al Supervisor con suficiente antelación, la iniciación de cualquier excavación para que se puedan tomar perfiles transversales y hacerse las mediciones del terreno natural, el terreno natural adyacente a las obras de arte no deberá alterarse sin permiso del Supervisor.

Todas las excavaciones de zanjas, fosas para estructuras o para estribos de obras de arte, etc. se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos o según el replanteo realizado por el Supervisor. Dichas excavaciones deberán tener dimensiones suficientes para dar cabida a las obras de arte de las mismas, en toda su longitud y ancho marcados. La profundidad de los cimientos para muros indicada en los planos se considerara aproximada, y el Supervisor podrá ordenar por escrito que se efectúen todos los cambios en las dimensiones o profundidades que se considere necesarias para obtener una cimentación satisfactoria.

Los cantos rodados, troncos y otros materiales perjudiciales que se encuentren en la excavación deberán ser retirados. Después de hacerse terminado cada una de las excavaciones, el contratista deberá comunicarse al Supervisor para sus efectos y no se colocaran muros, material de asentamiento o alcantarillas tubulares hasta tanto el supervisor no haya aprobado la profundidad de la excavación y la naturaleza del material de cimentación.

#### **10.4. FORMA DE PAGO.**

La excavación para cimentaciones se pagara aplicando el precio unitario por metro cúbico de contrato a las cantidades resultantes de las mediciones efectuadas.

El pago correspondiente se realizara bajo la siguiente denominación.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
10	Excavación manual común	M3

## **ITEM N°11: HORMIGON CICLOPEO PARA OBRAS DE DRENAJE MENOR**

### **11.1. DESCRIPCION**

Consiste en la construcción de elementos de las obras de arte con Hormigón Ciclópeo, el mismo que debe estar en una proporción de 50 % de Hormigón en masa y 50 % de piedra desplazadora tipo manzana según su aplicación a realizar ya sea H° C° en base y H° C° en elevación.

Estas especificaciones serán las que normen la ejecución de obras de hormigón, para la construcción de cabezales de alcantarillas, badenes, muros, etc. ejecutadas en conformidad con los alineamiento, cotas y dimensiones indicadas en los planos y aquellos indicados por el Ingeniero Supervisor, en todo de acuerdo con las presentes especificaciones y las indicadas en la Norma Boliviana del Hormigón .

### **11.2. ALCANCE**

La construcción en hormigón de acuerdo con estas especificaciones se ajustará a lo siguiente:

El contratista deberá suministrar todos los materiales no locales como el cemento y trasportar los materiales locales de los bancos de material tales como la arena, grava y piedra, el contratista proveerá la mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la fabricación, transporte, colocación, acabado, protección y curado del hormigón.

Suministrar, construir, montar y desmantelar encofrados

Los materiales principales a emplearse en los trabajos de hormigón deberán satisfacer los requisitos del capítulo de Materiales para Hormigón de la Norma Boliviana del Hormigón y los que aquí se indiquen.

### **11.3. CLASIFICACION DE LOS HORMIGONES**

Las mezclas de hormigón serán diseñadas con el fin de obtener las siguientes características de compresión a los 28 días, las mismas que estarán especificadas en los planos o serán fijadas por el Ingeniero Supervisor de acuerdo con la siguiente relación.

CLASE DE HORMIGON	RESIST. CARACT. A LOS 28 DIAS

A MAYOR O IGUAL A	210 Kg/cm <sup>2</sup>
-------------------	------------------------

#### **11.4. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El hormigón estará compuesto de cemento del tipo Portland normal, agregado grueso y fino, agua, y si el caso requiere los aditivos necesarios.

##### a) Cemento

El cemento a usarse será del tipo Portland normal, el mismo deberá llenar las exigencias de las especificaciones según las normas Bolivianas del Hormigón Armado, NB:001 a 014.

En la obra se utilizara un solo tipo de cemento, excepto cuando el ingeniero supervisor autorice por escrito lo contrario.

El contratista proveerá medios adecuados para almacenar el cemento, y protegerlo de la humedad, en caso de disponerse de distintos tipos de cemento, estos deberán almacenarse por separado y no serán mezclados.

En almacenamiento de las bolsas de cemento, estas no deberán ser apiladas en alturas de más de 10 bolsas de alto. Las bolsas de cemento que por cualquier circunstancia hayan fraguado parcialmente o que contengan terrones de cemento aglutinado, deberán ser rechazadas, el uso del cemento recuperado de bolsas rechazadas o usadas no será permitido.

##### b) Agregado Grueso

Los agregados gruesos para el hormigón deberán ser obtenidos de yacimientos naturales o de rocas trituradas, serán de origen silíceo, de grano resistente y exenta de impurezas, yeso, ladrillo, material orgánico y cualquier otra impureza; carentes de recubrimiento indeseable y serán sometidos a la verificación y aprobación del Ingeniero Supervisor.

Esta aprobación no libera al contratista de la responsabilidad de la calidad de los agregados.

Los agregados gruesos no podrán tener sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes exigidos en los art. 2.2.3 de la Norma Boliviana de Hormigón Armado.

Otras substancias inconvenientes del origen local no podrán exceder al 5% del peso del material.

Los Agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% al ser sometidos al ensayo de desgaste de los Ángeles (AASHTO T-96)

Los agregados gruesos deberán llenar las exigencias de granulometría exigidas en la norma de la A.S.T.M. C-33 para el o los tamaños fijados y tendrán una gradación uniforme entre los límites especificados.

#### c) Agregado fino

Los agregados finos para el hormigón estarán constituidos por arenas naturales, o aquellas provenientes de otros materiales inertes de característica similares, que posean partículas durables y estén sometidas a la verificación y aprobación del Ingeniero supervisor.

Los agregados finos provenientes de distintas fuentes de origen no deberán modificarse o almacenarse en el mismo caballete de acopio ni usarse en forma alterada en la misma obra de construcción sin previa autorización del Ingeniero Supervisor.

Los agregados finos no podrán contener substancias perjudiciales que excedan de los porcentajes según el artículo 2.2.3 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Todos los agregados finos serán de graduación uniforme y deberán llenar las exigencias establecidas en la norma de la A.S.T.M. c-33 y el artículo 2.2.2 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Los agregados finos de cualquier origen que acusen una variación de modulo, medio de fineza de las muestras representativas enviadas por el contratista, serán rechazadas. Podrán ser aceptadas, sujetos a los cambios en las proporciones de hormigón o en el método de depositar y cargar las arenas, que el Ingeniero Supervisor pueda disponer.

#### c) Piedra

La piedra a utilizar debe ser tipo manzana, con diámetros inferiores 20 cm, ó caso contrario deben ser menores al 60 % de la dimensión menor de los muros de los elementos de alcantarillas, badenes, muros de contención, etc.

La piedra debe ser del tipo silíceo ó cuarzosa, debiendo separarse aquellas que presentan una estructura disgregada.

c) Mezclado

El mezclado del hormigón se lo realizará con mezcladora, el tiempo de mezclado deberá ser como mínimo de 5 minutos, debiendo la mezcla alcanzar una consistencia pastosa y trabajable pero no debe exceder los asentimientos del cono de Abrams recomendados en la Norma Boliviana del Hormigón.

Las mezclas de prueba deberán ser aprobadas por el supervisor de las obras antes de ser colocadas en obra.

### **11.5. COLOCACION DEL HORMIGON:**

a) Generalidades

EL CONTRATISTA deberá dar aviso al SUPERVISOR con bastante anticipación del vaciado de hormigón en cualquier parte de las obras de arte para obtener la aprobación de la construcción del encofrado y la preparación para el mezclado y vaciado del hormigón. Sin la autorización del SUPERVISOR, el CONTRATISTA no podrá proceder al vaciado del hormigón en ninguna porción de la estructura.

EL SUPERVISOR se reserva el derecho de postergar el vaciado del hormigón siempre que las condiciones climáticas sean adversas para un trabajo bien ejecutado. En el caso de amenazas de lluvia, el CONTRATISTA está en la obligación de cubrir completamente la porción trabajada. En caso de descenso de temperatura se aplicará lo especificado en la sección correspondiente.

La secuencia u orden en la colocación del hormigón se efectuará en la forma indicada en los planos o en las especificaciones.

La operación de vaciado se hará de tal manera que se forme un conglomerado homogéneo entre el hormigón y la piedra, es decir, que en primera instancia se debe colocar una capa de hormigón, luego una capa uniforme de piedra, de manera que entre caras de las piedras haya suficiente espacio para el ingreso del hormigón en masa y de esta manera lograr la homogeneidad.

Cada parte del encofrado deberá ser cuidadosamente llenada, depositando el hormigón directamente

lo más próximo posible a su posición final. El agregado grueso será retirado de la superficie y el resto del hormigón, forzado con punzones alrededor y bajo las piedras sin que éste. No será permitido el depósito de grandes cantidades de hormigón en un solo lugar para ser esparcido posteriormente.

No se permitirá lanzar hormigón a distancias mayores de 2 metros, ni depositar una gran cantidad en un punto cualquiera, extendiéndola luego sobre los moldes.

La colocación del hormigón deberá regularse de modo que las presiones causadas por el concreto húmedo no excedan de las consideradas al diseñar los moldes.

#### Vibrado del hormigón

Se usará vibradores externos a los encofrados, ya que internamente esta tarea se dificulta por la presencia de la piedra en un 50% del volumen de los elementos, esta tarea se realizará por un tiempo suficiente para permitir la penetración en las aristas y esquinas del encofrado y el recubrimiento de todas las piedras.

Los vibradores serán de tipo aprobado por el SUPERVISOR con capacidad de afectar visiblemente una mezcla bien establecida, con asentimientos de 1 cm, a una distancia de por lo menos 0.45 metros desde el vibrador.

Los vibradores no serán colocados contra los moldes o las piedras ni podrán utilizarse para desparramar o conducir el hormigón al lugar de su colocación. Los vibradores deberán manipularse para producir un hormigón carente de vacíos, de textura adecuada en las caras expuestas y de una consolidación máxima. No se deberá mantener los vibradores durante tanto tiempo en un mismo lugar que produzca una segregación del hormigón, o la superficie presente un aspecto lechoso.

### **11.6. CURADO DEL HORMIGON**

#### Curado con agua

Todas las superficies del hormigón se mantendrán húmedas durante 7 días por lo menos después de su colocación, en caso de haberse usado el cemento Portland normal y durante tres días cuando el cemento empleado sea de fraguado rápido.

Dichos materiales deberán permanecer en su lugar durante el periodo completo de curado, o podrán

ser retirados cuando el concreto haya fraguado lo suficiente como para impedir que se deforme, luego de lo cual la citada superficie será protegida inmediatamente con arena, tierra, paja, o materiales similares.

En todos los caso los materiales citados se mantendrán bien humedecidos, durante todo el periodo de curado. Todas las demás superficies no protegidas por moldes serán mantenidas húmedas, ya sea mediante regado de agua o por el uso de arpilleras, paños de algodón u otras telas adecuada, húmedas, hasta el final del periodo de curado.

Cuando se permita mantener moldes de madera en su lugar, durante el periodo de curado, los mismos se conservarán húmedos en todo momento, para evitar que se abran en las juntas.

### **11.7. MEDICIÓN**

La cantidad de hormigón ciclópeo a pagar será constituido por el número de metros cúbicos de dicho material, en sus distintas clases, colocado en la obra y aceptado.

Al calcular el número de metros cúbicos de hormigón, para su pago, las dimensiones usadas serán las fijadas en los planos y ordenadas por escrito por el SUPERVISOR, pero las mediciones practicadas no deberán incluir hormigón alguno empleado en la construcción de tablestacas o andamios.

No incluirán moldes o andamios y no se admitirán aumentos en los pagos, en concepto de una mayor cantidad de cemento empleado en alguna de las mezclas, ni para la terminación de cualquier piso de hormigón cuya construcción estuviera prevista, en los casos donde se hubiera empleado un concreto de la clase A.

No se harán deducciones en las cantidades de metros cúbicos a pagar, en concepto del volumen de acero de armaduras, agujeros de drenaje, de registro, parachoques de madera, cañerías y conductos con diámetro menores de 0,30 m, ni cabezas de pilotes embutidas en el hormigón.

### **11.8. FORMA DE PAGO**

Las cantidades denominadas en forma antes indicada, se pagarán a los precios contractuales, por unidad de medición, para los ítems más abajo detallados, cuyos precios y pagos serán la compensación total en concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda

la mano de obra, equipo herramientas, imprevistos y gastos directos e indirectos necesarios para la ejecutar la obra especificada en esta sección, y otros ítems de contrato incluidos en la estructura terminada y aceptada que se pagarán a los precios de contrato para cada uno de dichos ítems.

Con excepción del trabajo específicamente incluido bajo otros ítems de pago anotados en el formulario de licitación, la compensación por todo el trabajo especificado en la sección deberá considerarse como incluida en los ítems de pago respectivos.

ITEM	NOMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
11	Hormigón ciclópeo para obras de drenaje menor	M3

### **ITEM N°12: HORMIGON SIMPLE**

#### **12.1. DESCRIPCION**

Estas especificaciones serán las que normen la ejecución de obras de hormigón, para la construcción de alcantarillas, estructuras compuestas, etc.; ejecutadas en conformidad con los alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en los planos y aquellos ordenados por el Ingeniero Supervisor; en todo de acuerdo con las presentes especificaciones y las indicadas en la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

#### **12.2. ALCANCE**

La construcción en hormigón de acuerdo con estas especificaciones se ajustará a lo siguiente:

El contratista deberá suministrar todos los materiales, mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la fabricación, transporte, colocación, acabado, protección y curado del hormigón.

Suministrar, construir, montar y dismantelar los encofrados o molduras; suministrar y colocar el acero de refuerzo.

Los materiales principales a emplearse en los trabajos de hormigón deberán satisfacer los requisitos del capítulo de Materiales para Hormigón de la Norma Boliviana del Hormigón Armado y los que aquí se indiquen.

#### **12.3. MATERIALES PARA EL HORMIGON**

El hormigón estará compuesto de cemento del tipo Portland normal, agregado grueso y fino, agua y

si el caso lo requiere los aditivos necesarios.

a.- Cemento

El cemento a usarse será del tipo Portland normal, el mismo deberá llenar las exigencias de las especificaciones según las Normas Bolivianas del Hormigón Armado; N.B.001 a 014.

En la obra se utilizará un solo tipo de cemento, excepto cuando el Ingeniero Supervisor autorice por escrito lo contrario.

El Contratista proveerá medios adecuados para almacenar el cemento y protegerlo de la humedad; en caso de disponerse de distintos tipos de cemento, éstos deberán almacenarse por separado y no serán mezclados.

En el almacenamiento de las bolsas de cemento, estas no deberán ser apiladas en alturas de más de 10 bolsas de alto. Las bolsas de cemento que por cualquier circunstancia hayan fraguado parcialmente o que contengan terrones de cemento aglutinado, deberán ser rechazadas; el uso del cemento recuperado de bolsas rechazadas o usadas no será permitido.

b.- Agregado grueso

Los agregados gruesos para el hormigón deberán ser obtenidos de yacimientos naturales o de rocas trituradas; serán de origen silíceo, de grano resistente y exentos de impurezas, yeso, ladrillo, material orgánico y cualquier otra impureza; carentes de recubrimiento indeseable y serán sometidos a la verificación y aprobación del Ingeniero Supervisor.

Esta aprobación no libera al Contratista de la responsabilidad de la calidad de los agregados.

Los agregados gruesos no podrán tener sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes exigidos en los art. 2.2.3, de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Otras sustancias inconvenientes de origen local no podrán exceder al 5% del peso del material.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% al ser sometidos al ensayo de desgaste de los Angeles (AASHTO T ~ 96).

Los agregados gruesos deberán llenar las exigencias de granulometría exigidas en la norma de la A.S.T.M. C-33, para el o los tamaños fijados y tendrán una gradación uniforme entre los límites especificados.

c.- Agregado fino

Los agregados finos para el hormigón estarán constituidos por arenas naturales o aquellas provenientes de otros materiales inertes de característica similares, que posean partículas durables y estén sometidos a la verificación y a la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Los agregados finos provenientes de distintas fuentes de origen no deberán depositarse o almacenarse en el mismo caballete de acopio ni usarse en forma alternada en la misma obra de construcción sin previa autorización del Ingeniero Supervisor.

Los agregados finos no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes dados según el artículo 2.2.3 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Todos los agregados finos deberán carecer de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas.

Los agregados finos serán de graduación uniforme y deberán llenar las exigencias establecidas en la norma de la A.S.T.M. C - 33 y el artículo 2.2.2 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Los agregados finos de cualquier origen que acusen una variación de módulo de finesa mayor a 0,20 en más o menos, con respecto al módulo medio de finesa de las muestras representativas enviadas serán rechazadas.

Podrán ser aceptadas sujetos a los cambios en las proporciones de hormigón o en el método de depositar y cargar las arenas que el Ingeniero Supervisor pueda disponer.

d) Agua

Toda agua utilizada en la preparación del hormigón deberá ser aprobada por el Ingeniero Supervisor y carecerá de aceites, ácidos, álcali, sustancias vegetales, azúcar e impurezas y cuando así lo disponga el Ingeniero Supervisor se someterá el agua a un ensayo de comparación con agua destilada, esta comparación se efectuará mediante la realización de ensayos normales para la durabilidad, tiempo de fraguado y resistencia del mortero.

Cualquier indicación de falta de durabilidad, una variación en el tiempo de fraguado en más de 30 minutos o una variación o menos, mayor de 10% en la resistencia obtenida en ensayos efectuados con mezclas que contengan agua destilada, será causa suficiente para proceder al rechazo del agua sometida a dicho ensayo.

#### Clasificación de los hormigones

Las mezclas de hormigón serán disecadas con el fin de obtener las siguientes características de compresión a los 28 días, las mismas que estarán especificadas en los planos o serán fijadas por el Ingeniero Supervisor, de acuerdo a la siguiente relación:

Clase de hormigón	Resist. caract. a la compresión a los 28 días
H 21	210 Kg/ cm <sup>2</sup>
H 18	180 Kg/ cm <sup>2</sup>
H 15	150 Kg/ cm <sup>2</sup>

En casos especiales se podrá especificar resistencias características mayores a 200 Kp/cm<sup>2</sup>, pero en ningún caso podrán ser menores a las especificadas anteriormente.

Estas resistencias deberán estar controladas por ensayos previos y durante la ejecución de la obra.

Los hormigones depositados en agua, también serán del tipo H 21 ó inferiores, pero con 10 % más de cemento. El hormigón H 15 se usará en infraestructuras con ninguna o poca armadura.

#### a.-Composición del hormigón

Las proporciones de los materiales para la mezcla y el peso de los pastones de hormigón se determinarán una vez que los materiales provistos por el Contratista hayan sido aprobados y aceptados por el Ingeniero Supervisor.

El Contratista determinará las proporciones de los materiales obtenidos en la dosificación realizada con los materiales aprobados a ser empleados en obra.

Al dosificar un hormigón deberá tenerse en cuenta tres factores fundamentales la resistencia, la consistencia y el tamaño máximo.

Las proporciones serán las necesarias para producir un hormigón con un contenido de cemento aprobado por el Ingeniero Supervisor, dentro de una tolerancia de más o menos 2 % para la clase particular de hormigón requerido.

Los tamaños de los agregados deberán separarse en los tamaños de las mezclas indicadas en el acápite correspondiente a los agregados o siguiendo las prescripciones que determina la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

El Contratista establecerá el peso en kilogramos, de los agregados finos y gruesos en una condición de superficie saturada seca por bolsa de cemento de 50 kg, para la clase especificada de hormigón y dicha proporción no deberá cambiarse excepto en los casos que exista ajuste por la variación en la trabajabilidad, en la fluencia cuando esta es en más o en menos 2 % del valor fijado, debido al excesivo contenido de agua o por la utilización de materiales nuevos.

#### b.-Evaluación de los resultados

La resistencia característica real resultante de la interpretación estadística determinada a través de ensayos sobre probetas normalizadas; se realizará siguiendo el procedimiento indicado por la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

#### Colocación del hormigón:

La colocación del hormigón solo podrá iniciarse después de conocerse los resultados de las mezclas de prueba con los materiales verificados y aprobados por el Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá comunicar con bastante anticipación la fecha de vaciado del hormigón de cualquier unidad de las estructuras, para obtener la aprobación de los encofrados, colocación de las armaduras de refuerzo y la preparación para el mezclado y vaciado del hormigón.

Sin la autorización del Ingeniero Supervisor, el Contratista no podrá proceder al vaciado del hormigón.

Si las condiciones climáticas son adversas para un buen trabajo el Ingeniero Supervisor podrá postergar el vaciado del hormigón.

En caso de amagos de lluvia una vez vaciado el hormigón, el Contratista está en la obligación de cubrir completamente la porción trabajada.

La secuencia u orden en la colocación del hormigón se efectuará en la forma indicada en los planos. La operación de vaciado y compactación del hormigón se hará de tal manera que se forme un conglomerado compacto, denso e impermeable de textura uniforme.

El método y forma de vaciado deberá hacerse de manera que se evite la posibilidad de segregación o separación de los agregados así como también evitar el desplazamiento de la armadura.

Cada parte del encofrado deberá ser cuidadosamente llenado, depositado el hormigón directamente lo más aproximadamente posible a su posición final. No será permitido el depósito de grandes cantidades de hormigón en un solo lugar para ser esparcido posteriormente.

Las bateas, caños o toboganes usados como medios auxiliares para la colocación del hormigón deberán disponerse y utilizarse de manera que los materiales componentes del hormigón no resulten segregados.

Todas las bateas, caños y toboganes deberá mantenerse limpios y sin recubrimiento de hormigón endurecido, lavándolos intensamente con agua después de cada trabajo. El agua usada para el lavado se descargará lejos del concreto colocado. Las bateas y toboganes serán metálicos o forrados con metal y en lo posible, deberá llegar hasta el punto de colocación de la mezcla.

No se permitirá lanzar hormigones a distancias mayores de 1,50 metros ni la acumulación de grandes cantidades de mezcla en un solo lugar para su posterior esparcimiento.

La colocación del hormigón deberá regularse de modo que las presiones causadas por el concreto húmedo no excedan de las consideradas al diseño de los moldes. Deberá obtenerse mecánicamente una completa consolidación del hormigón dentro de los encofrado usándose para ello vibradoras del tipo y tamaño aprobados por el Ingeniero.

Se usará vibradores internos de alta frecuencia, para compactar el hormigón, por un tiempo suficiente para permitir la penetración en las arista y esquinas del encofrado y el recubrimiento de la armadura.

La posición adecuada para el empleo de vibradoras de inmersión es la vertical, debiendo evitarse su contacto con las paredes del encofrado y con las barras de armadura, así como su permanencia prolongada en un mismo punto, lo que pudiera ocasionar una segregación del hormigón.

La separación de dos puntos contiguos de inmersión del vibrador deberá ser como mínimo de 30 cm; en el hormigonado de losas, placas y piezas de poco espesor, se considerará la utilización de placas vibratorias.

La consistencia de los hormigones deberá satisfacer las condiciones de consolidación, con la vibración y la trabajabilidad exigidas por las piezas a moldear.

#### **12.4. PAGO**

Las cantidades determinadas en la forma antes indicada, serán pagadas a los precios unitarios de la propuesta aceptada; los mismos que serán compensación total por los materiales, mano de obra, maquinaria, equipo, herramientas, gastos administrativos, etc., para la ejecución de este ítem.

El pago correspondiente se realizará bajo la siguiente denominación:

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
12	Hormigón simple	M3

#### **ITEM N°13: ACERO ESTRUCTURAL FYK 4200 Kg/cm<sup>2</sup>**

#### **13.1. DEFINICIÓN**

Este ítem consistirá en el aprovisionamiento y colocación de barra de acero de refuerzo de la clase, tipo y tamaños fijados, de acuerdo con la presente especificación y de conformidad con las exigencias de los planos.

#### **13.2. MATERIALES**

Las barras de acero deberán llenar las exigencias de lo prescrito en el capítulo cuarto de la Norma Boliviana del Hormigón Armado. Las características mecánicas del acero con las cuales se diseñó las estructuras están indicadas en los planos, las mismas que deberán ser cumplidas por el contratista mostrando la certificación de calidad por el fabricante. Se deberá verificar mediante ensayos de laboratorio las características mecánicas de los aceros de cada partida y expedir el correspondiente certificado a cargo de la Contratista.

#### **13.3. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS**

Todo material a utilizarse deberá cumplir con las exigencias de calidad indicadas en los planos, los mismos que deberán ser almacenados sobre una plataforma de madera u otros soportes aprobados, protegidos de cualquier daño mecánico y deterioro de la superficie, causado por su exposición a condiciones que produzcan herrumbre. Al ser colocado en la estructura, deberá estar libre de polvo, escamas, herrumbre, pintura, aceite u otros materiales que perjudiquen su ligazón con el hormigón.

Las barra se cortarán y doblaran ajustándose a las dimensiones y formas indicadas en los planos y planillas, las mismas que deberán ser verificadas por el Contratista, antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío mediante equipo adecuado y velocidad limitada, sin golpes ni choques. Queda completamente prohibido el doblado y corte en caliente.

Las barras que han sido dobladas no deberán enderezarse, ni podrán ser utilizadas nuevamente sin antes eliminar la zona doblada.

No se permitirá empalmes excepto en los lugares indicados en los planos o aceptados por escrito por el Ingeniero Supervisor.

Los empalmes se efectuarán por superposición de los extremos a una longitud no menor de 20 veces el diámetro de la barra, sujetándolos con alambre de amarre, excepto en el caso que se indique empalmes soldados, entonces la soldadura se hará de acuerdo a especificaciones pertinentes.

El recubrimiento de hormigón de las armaduras, será como mínimo de 2 cm.

En la colocación de refuerzo se observarán estrictamente las dimensiones y disposiciones indicadas en los planos de detalle. La condición especial a observar será que las barras de refuerzo una vez colocadas mantengan rigurosamente el espaciamiento calculado y formen un conjunto rígido sin que puedan moverse ni deformarse al vaciar el hormigón y apisonarlo dentro de los encofrados.

Antes de introducir las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente librándolas de polvo, barro, grasas, pinturas y todo aquello capaz de disminuir la adherencia.

Si en el momento de colocar el hormigón existe barras con mortero u hormigón endurecido, estos se deberán eliminar completamente.

Para sostener y separar las armaduras se emplearán soportes de mortero con ataduras metálicas que

se construirán con la debida anticipación, de manera que tenga formas, espesores y resistencias adecuadas. Queda terminantemente prohibido el uso de piedras como separadores. Se cuidará especialmente que todas las armaduras estén protegidas mediante los recubrimientos mínimos especificados en los planos.

La armadura superior en las losas se asegurará adecuadamente, para lo cual el Contratista tiene la obligación de construir caballetes en un número conveniente, pero no menor de 4 por metro, los mismos que no serán computados para los efectos de pago.

Antes de proceder al vaciado, el Contratista deberá recabar por escrito la orden y autorización del Ingeniero Supervisor, quien autorizara después de verificar cuidadosamente el cumplimiento estricto de los planos de y distribución de armaduras.

#### **13.4. MEDICIÓN**

La cantidad a pagarse por este concepto se calculará sobre el peso teórico en kilogramos de acero colocada en obra y aceptada.

Las abrazaderas, tensores, separadores y otros materiales usados para la ubicación y la fijación de las barras de acero en su lugar, no serán incluidos a efectos de pago.

#### **13.5. FORMA DE PAGO**

La cantidad determinada en la forma arriba especificada, se pagará de acuerdo a los precios unitarios presentados en la propuesta por kilogramo útil colocado, el mismo que será compensación total por el aprovisionamiento y colocación de los materiales, por toda la mano de obra, equipo, herramientas, gastos administrativos, etc. necesario para la ejecución de este ítem.

El pago correspondiente se efectuará bajo la siguiente denominación:

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
13	Acero estructural FYK 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg

## **ITEM N°14.- PROVISION Y COLOCACION ALCANTARILLAS CHAPAS ARMCO**

### **14.1. DEFINICION**

Este ítem comprende la provisión y colocación alcantarillas de tubos metálicos (Chapas Armco) de diferentes diámetros para la construcción del sistema de drenaje del camino, consistente en alcantarillas de alivio.

### **14.2. TUBERIA DE CHAPAS ARMCO DE 24" DIAMETRO**

Consiste en la provisión y colocación de tubos de chapas Armco para alcantarillas de alivio de 24" pulgadas de diámetro.

### **14.3. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El contratista deberá adquirir los materiales necesarios y exigidos para la realización de cada uno de los ítems y elegirá la capacidad y naturaleza del equipo y herramientas más adecuadas a utilizar para realizar la excavación, en un período de tiempo acorde con el cronograma de trabajo propuesto.

El contratista presentará al Supervisor las especificaciones del fabricante del material requerido previa adquisición, con la finalidad de verificar la calidad, resistencia, sus dimensiones, mediante ensayos de laboratorio si fuera necesario, una vez que sea aprobado por el Supervisor, previa autorización, el Contratista procederá a la adquisición del material autorizado.

Una vez que el material se encuentre en obra se debe solicitar al Supervisor para el armado de las alcantarillas y posterior colocación.

### **14.4. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION**

El contratista deberá proceder colocar los tubos para las alcantarillas en su posición final, una vez terminada la tarea de colocación de arena de base y verificadas las posiciones y cotas, según lo proyectado en los planos o según instruya el Supervisor de Obras.

Los tubos deben ser colocados con sumo cuidado, asegurándose de que estos se encuentren firmes sobre la capa de arena.

Deben realizarse los empalmes entre tobos con los materiales indicados, asegurando la hermeticidad entre los mismos, por otra parte deben fijarse a los cabezales y desfogues con arena y cemento, de manera de garantizar que no haya filtraciones.

Una vez concluido a juicio del constructor el trabajo de colocación de los tubos, deberá comunicarse al Ingeniero Supervisor para la verificación y aprobación de la nivelación, pendiente transversal y correcta unión de los tubos.

#### **14.5. MEDICION**

Este ítem será medido en metros lineales de tubería colocada y terminada, aprobado y determinado entre los extremos de la alcantarilla. Las mediciones serán de acuerdo a lo proyectado en los planos y verificadas en obra.

#### **14.6. FORMA DE PAGO**

Los trabajos ejecutados de acuerdo a lo especificado y medidos según el acápite anterior. Serán pagados por metro lineal colocado y terminado, al precio unitario de la propuesta aceptada. Este pago es la compensación total de gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, herramientas, gastos administrativos, etc. y otros concernientes a la ejecución de este ítem.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
14	Provisión y colocación Alc. Chapas Armco D=24"	ML

#### **ITEM N°15: RELLENO Y COMPACTADO DE OBRAS DE DRENAJE MENOR**

##### **15.1. DESCRIPCION DEL ITEM**

Este ítem comprende el relleno y compactado manualmente, correspondiente a las alcantarillas y badenes ejecutados a las profundidades indicadas o recomendadas, según lo que se establezca en estas especificaciones.

##### **15.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El contratista realizará los trabajos arriba empleados las herramientas y equipo conveniente debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte de Ingeniero Supervisor.

El material empleado para el relleno, será en lo posible el material proveniente de las excavaciones o caso contrario, será un suelo seleccionado que reúna los requerimientos mínimos antes anotados, para la formación de terraplenes.

### **15.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN**

El relleno para la fundación deberá colocarse y compactarse en capas de 30 cm. Hasta alcanzar la cota fijada para la rasante del camino.

Las zonas excavadas alrededor de las obras de arte, deberán ser rellenadas con material aprobado, colocado en capas horizontales no más de 30 cm. Hasta llegar nuevamente a la cota del terreno natural original. Cada capa deberá ser humedecida u oreada según sea necesario, y compactada íntegramente con compactadoras mecánicas.

Al colocar rellenos o construir terraplenes, el material empleado deberá colocarse en lo posible, simultáneamente a la misma cota de elevación, en ambos lados de las alcantarillas o puros. Cuando las condiciones existentes exijan efectuar el relleno más alto de un lado que del otro, el material adicional corresponde al costado más elevado, no deberá ser colocado hasta que el Ingeniero Supervisor lo permita y con preferencia, no debe ser colocado hasta que el supervisor lo permita y con preferencia, no antes que la mampostería estuviera 14 días en su lugar, o hasta que los resultados de ensayos efectuados con la Ingeniero Supervisor, establezca que la mampostería u hormigón hayan alcanzado suficiente solidez para resistir cualquier presión originada por los métodos aplicados y los materiales puedan ser colocados sin provocar daños a tensiones que excedan de determinado factor de seguridad.

Todos los terraplenes adyacentes a las obras de arte deberán construir en capas horizontales y compactarse para la compactación adecuada. Se deberán tomar especialmente precauciones para evitar cualquier efecto de cuña contra las estructuras, y todos los taludes a unir o existentes en la zona que ser rellenados.

#### **Rellenado y terraplenado para las alcantarillas tubulares**

Una vez instalada la tubería, se procederá, a colocar suelo compactado en capas de 20 cm. de espesor, alrededor del tubo, para ser apisonado hasta cubrir el 30% inferior de su altura, cada una de dichas capas deberá ser la compactación. Se deberá tener especialmente cuidado, para compactar el material completamente debajo de las partes redondeadas del tubo y de asegurarse que el material

de relleno quede en íntimo contacto con los costados de dicho tubo.

Este material de relleno deberá colocarse uniformemente a ambos costados del tubo y en toda la longitud requerida. Excepto cuando así pueda exigirse en un método imperfecto de excavación de zanjas, el material de relleno se deberá colocar en toda la profundidad de la zanja practicada.

Cuando la parte superior del tubo se encuentra sobre la cota superior de la excavación, se deberá, colocar y compactar material de terreno, haciéndolo en capas no más de 15 cm de espesor.

#### **15.4. MEDICIÓN**

El volumen a computarse, estará constituido por la cantidad de material relleno y compactado en el lugar establecido en metros cúbicos, debidamente aprobado por el Ingeniero Supervisor.

#### **15.5. FORMA DE PAGO.**

El precio será la compensación total por todos los gastos de materiales, maquinaria, equipo, mano de obra, beneficios sociales, etc. y todo gasto directo o indirecto necesario para realizar este trabajo.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
15	Relleno y compactado manual	M3

### **ITEM N° 16.- LIMPIEZA GENERAL**

#### **16.1. DESCRIPCION**

Este ítem se refiere a la limpieza general del área de proyecto, retiro de todos los escombros y todo material que haya quedado después de concluida la obra para la liberación al servicio público. Esta limpieza deberá ser riguroso y estrictamente controlada por el SUPERVISOR.

También comprende el desmantelamiento de todas las estructuras provisionales, retiro de equipos, herramientas y en general, realizará todas las actividades necesarias para dejar el área trabajada en condiciones de armonía con el paisaje circundante.

#### **16.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El CONTRATISTA proveerá todas las herramientas, equipo, elemento necesario para la ejecución de este ítem, como ser picotas, pala, carretilla, volqueta etc.

Los materiales descabales serán transportados fuera de la obra hasta lugares establecidos para su traslado. Fuera de los límites de la obra.

### **16.3. MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Los trabajos de limpieza y retiro de escombros ejecutados, aprobados por el SUPERVISOR serán medidos en forma global.

Este ítem será pagado en forma global al precio establecido en Contrato, en la última planilla de avance una vez que el SUPERVISOR haya certificado la efectiva limpieza del lugar afectado por la construcción.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipos y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución del trabajo.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
16	Limpieza General y Retiro de Escombros	Glb.

### **ITEM N° 17.- LETRERO DE OBRA**

#### **17.1. DEFINICION**

Este ítem se refiere a la provisión y colocación de letreros referentes a la construcción de obras, de acuerdo al diseño establecido en los planos de detalle y formulario de requerimientos técnicos, los que deberán ser instalados en lugares que defina el Supervisor de Obra.

Estos letreros deberán permanecer durante todo el tiempo que duren las obras y será de exclusiva responsabilidad del Contratista el resguardar, mantener y reponer en caso de deterioro y sustracción de los mismos.

#### **17.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

Para la fabricación de los letreros se utilizará madera de construcción, pinturas al aceite de coloración de acuerdo al detalle descrito para letreros.

La sujeción de las tablas a las columnas de madera se efectuará mediante tornillos.

En caso de especificarse la ejecución de letreros en muros de adobe o ladrillo, los mismos serán realizados en las dimensiones y utilizando el tipo de cimentación establecidos en el formulario de requerimientos técnicos y/o planos de construcción.

### **17.3. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION**

Se deberán cortar las tablas de madera, de acuerdo a las dimensiones señaladas en los planos de detalle, cuyas caras donde se pintarán las leyendas deberán ser afinadas con lijas de madera, a objeto de obtener superficies lisas y libres de astillas.

Sobre las caras afinadas se colocarán las capas de pintura blanca y negro, según lo establecido en los planos de detalle, hasta obtener una coloración homogénea y uniforme.

Una vez secas las capas de pintura, se procederá al pintado de las leyendas, mediante viñetas y pintura negra, cuyos tamaños de letras serán los especificados en los planos de detalle.

Las tablas debidamente pintadas y con las leyendas correspondientes, serán fijadas mediante tornillos a columnas de madera, las mismas que luego serán empotradas en el suelo, de tal manera que queden perfectamente firmes y verticales.

En el caso de suelos no suficientemente firmes, las columnas de madera serán empotradas en bloques de hormigón.

En el caso de letreros en muros de adobe o ladrillo, en reemplazo de letreros de madera, los mismos deberán llevar un acabado de revoque de mortero de cemento en proporción 1: 3, incluyendo la malla de alambre para muros de adobe. Encima de este revoque se efectuará el pintado tanto del muro como de las leyendas indicadas en los planos de detalle.

### **17.4. MEDICION**

Los letreros serán medidos por pieza instalada y/o en forma global, debidamente aprobada por el Supervisor de Obra, de acuerdo a lo señalado en el formulario de requerimientos técnicos.

### **17.5. FORMA DE PAGO**

La provisión y colocado de letrero de obras ejecutado con los materiales aprobados y en todo de acuerdo con estas especificaciones, medidos según lo previsto en "medición", serán pagados a los precios unitarios de la propuesta aceptada. Estos precios unitarios serán la compensación total por todos los materiales, equipo, herramientas y mano de obra empleados para la buena ejecución de este ítem.

<b>ITEM</b>	<b>NOMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD DE</b>
17	Letrero de obras	Pza