

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La vialidad rural es un elemento de vital importancia para las economías de los Gobiernos Locales toda vez que es un elemento de integración que contribuye al intercambio económico y por lo tanto a la mejora económica de la población, al ordenamiento territorial y en general al desarrollo económico. Por ello, garantizar una adecuada transitabilidad de la red vial vecinal en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales es un objetivo a alcanzar a fin de permitir la mejora de las economías. Ello implica la ejecución de las inversiones estrictamente necesarias, que solucionen verdaderos problemas de las vías, con las tecnologías y costos adecuados.

Los caminos vecinales constituyen uno de los más valiosos factores de desarrollo económico y social e integración de todo el país. Con la existencia de caminos vecinales en buenas condiciones, el transporte desempeña un papel principal en lo que se refiere a la producción de tierras, comercialización de productos agrícolas y posibilidades de acceso a la riqueza agraria, forestal, ganadera, e industrial. Es un factor significativo en el desarrollo de la industria, expansión de comercio, conducción de programas sanitarios, educativos, etc. y los tiempos de viaje juegan un rol importante en la productividad, en los costos de operación vehicular y en la calidad de carga entregada.

La topografía de la zona es irregular teniendo partes muy accidentales con ondulaciones, presentando una vegetación bastante densa que son característica de Entre Ríos.

El camino que se pretende mejorar se encuentra ubicado Primera Sección de la Provincia O'Connor, jurisdicción del Municipio de Entre Ríos del Departamento de Tarija, el desarrollo del mismo se encuentra en las comunidades: ***cruce Lagunitas – Alto Ipaguasu - Iboipitarena.***

La zona de estudio donde se emplazará el camino se ubica entre terrenos comunales los cuales son dedicados a los cultivos, pastoreo de ganado vacuno, caprino, etc. El lugar se ha ido constituyendo en una zona productiva agrícola de gran potencial, debido a que cuenta con sistema de riego a gravedad en todas las áreas donde alcanza el riego. Dentro de la producción agrícola se produce gran variedad de productos agrícolas entre los que podemos mencionar hortalizas, frutales, etc. Gran parte de los habitantes se dedican a la crianza de ganado vacuno debido a las grandes extensiones de terrenos con bastante vegetación apta para la cría de los mismos y teniendo la posibilidad de explotación de canteras de Yeso y Cal.

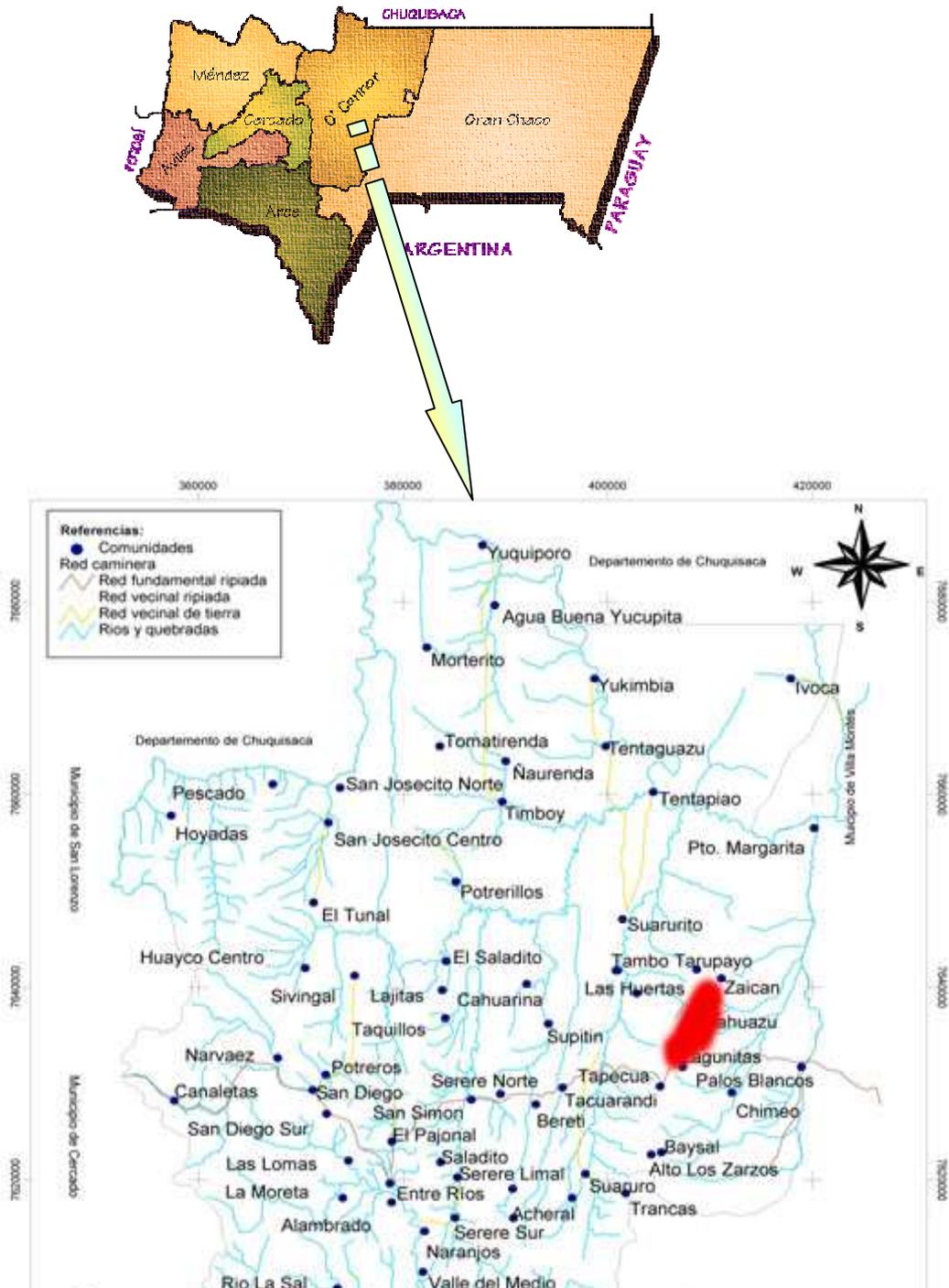
### **1.1.1 Localización**

Las comunidades de: Cruce Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarena, están ubicadas en la Primera Sección de la Provincia O'Connor, jurisdicción del Municipio de Entre Ríos del Departamento de Tarija de la República de Bolivia.

Están limitadas por las siguientes comunidades: al norte con la comunidad de Tarupayo, al este con la comunidad de Palos Blancos, al sur con la comunidad de Zapatera y al oeste con comunidad de Berety.

Geográficamente, la Provincia de O'Connor se encuentra ubicada entre las coordenadas 21°24'49.04" a 21° 21'2.7" de latitud sur y los meridianos 63° 54'42.42" a 63° 50'31.05" de longitud Oeste, a una altura de 910 m.s.n.m.

Imagen 1.1 Localización de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración Propia.

### **1.1.2 Clasificación Sectorial**

Sector: Transporte.

Subsector: Camino Vecinal

Tipo de Proyecto: Construcción Camino de Desarrollo D-30 (Vecinal)

### **1.1. 3 Componentes del Proyecto**

- Trabajos previos
- Movimiento de tierras
- Obras de Arte
- Perfilado y Nivelado de Plataforma
- Señalización

### **1.1. 4 Fase a la que postula**

Inversión

### **1.1. 5 Duración**

240 Días Calendarios

## **1.2 JUSTIFICACION**

Los caminos vecinales, para muchas comunidades son de vital importancia, ya que viene a constituirse en el medio más importante para el desarrollo e integración de las mismas. Con la existencia de caminos vecinales en buenas condiciones los productores podrán comercializar su producción excedentaria a los diferentes mercados de abasto y de esta manera, incrementar sus ingresos económicos por la venta de sus productos.

Sin embargo, esta posibilidad se ve muy restringida ya que actualmente la Comunidades de Lagunitas - Alto Ipaguasu no están conectadas entre sí, por lo que la comunidad de - Alto Ipaguasu se encuentra marginada de el flujo vehicular en buenas condiciones; ya que para llegar a un mercado de comercialización, deben transitar por un camino que no cuenta con los requerimientos técnicos establecidos y que en periodo de lluvias se hace intransitable. Esta situación ocasiona que las familias incurran en elevadas pérdidas poscosecha y en algunos casos no puedan trasladar sus productos a los mercados de consumo, incurriendo en pérdidas aún mayores.

El camino actual objeto de estudio tiene en la actualidad una longitud aproximada de 15 kilómetros desde cruce Lagunitas en malas condiciones. La topografía en su generalidad es irregular y boscosa, lo que hace que el tramo sea considerablemente quebrado, con pendientes irregulares en el perfil longitudinal.

Las dificultades a las que se ve sometido este camino se presenta en época de lluvias, en general todo el año; pues la zona es bastante húmedo por deficiencias en su sistema de drenaje, taludes no estabilizados y fuertes precipitaciones pluviales, la formación de baches y huellas ondas, además las quebradas naturales en el tramo que originan interrupciones en el tráfico vehicular.

Por otra parte, las características descritas y los factores climáticos hacen que la oferta actual del camino (situación sin proyecto) tenga una fuerte estacionalidad. En efecto el periodo de lluvias en la región trae como consecuencia la intransitabilidad del camino, que ocasionan a la vez daños y pérdidas para la economía del área de influencia, las actividades productivas se ven perjudicadas por la imposibilidad de comprar insumos en época de lluvias, además, los productores se ven impedidos de beneficiarse en época de lluvias con los programas de asistencia técnica, campañas de

vacunación pecuaria y otras actividades que desarrolla el sector público como apoyo al sector productivo privado, los costos de transporte también se ven afectados.

En tal sentido, el problema a solucionar con el proyecto consiste en Construir y Mejorar el camino desde el cruce de Lagunitas hasta la Comunidad de Alto Ipaguasu - Iboipitarendá que les permita transitar en forma segura y de esta manera sacar los productos; esto les permitirá un incremento en la producción y rendimientos de las actividades productivas de la zona y mejoras en las condiciones de comercialización de los productos, de tal manera que contribuya al desarrollo de la región en su conjunto.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

El objetivo principal del proyecto es Mejorar y Construir el camino “Cruce Lagunitas, Alto Ipaguasu – Iboipitarendá” con una longitud de 14,90 Kms, garantizando el tránsito vehicular durante toda vida útil del proyecto, además que servirá para incrementar la actividad productiva de la región, beneficiara a corto plazo a la comercialización de los productos de las familias beneficiadas, asimismo reducirá el costo de los productos en los mercados y finalmente posibilitar el ahorro de recursos a través de la reducción de los costos de transporte y mantenimiento.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalden la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.

- Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.
- Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.
- Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.
- Realizar el diseño geométrico del camino, con programa computarizado Land Cad 20009 de acuerdo a las normas técnicas que se establecen en la Norma Boliviana.
- Dimensionamiento de todas las obras de drenajes necesarios para el buen funcionamiento del camino, tomando en cuenta al estudio hidrológico e hidráulico.

### **1.3.3. Metas/resultados**

- Mejorar y Construir el camino “Cruce Lagunitas, Alto Ipaguasu – Iboipitarendá” con una longitud de 14,90 Kms con capa de rodadura de ripio de 21 cm.
- El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.
- Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.
- Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realizan servicios a las zonas de proyecto.
- Incorporación de 3 comunidades a la red vial del municipio de Entren Rios beneficiadas directamente con el camino.
- Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.

### 1.3.4. Marco Lógico

OBJETIVOS:	INDICADORES VERIFICABLES		MEDIOS Y/O FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS IMPORTANTES
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Mejorar e incrementar la comercialización de productos agrícolas y pecuarios de las comunidades beneficiarias hacia los centros de abasto y de consumo masivo, a través de la construcción del cruce lagunitas – Alto Ipaguazu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El traslado de los productos al mercado de consumo, actualmente es complicado.</li> <li>⊙ Los comunarios agricultores tienen una producción excedentaria, que necesita ser comercializada en los mercados de abasto y de consumo masivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se aumenta el volumen de comercialización de productos agrícolas y por ende el nivel de ingreso en las comunidades.</li> <li>⊙ Se mejora y se hace más fácil la salida de la producción en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes mensuales de la entidad ejecutora.</li> <li>⊙ Encuestas del flujo de vehículos en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El transporte de carga y pasajeros es permanente y se reduce los riesgos de pérdidas de producción.</li> <li>⊙ Se cumplen los objetivos del proyecto.</li> </ul>
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalde la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.</li> <li>⊙ Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.</li> <li>⊙ Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.</li> <li>⊙ Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho promedio actual de plataforma existente del camino de 1,2 Km. es de 4,0 metros aproximadamente.</li> <li>⊙ No existe la construcción de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc.</li> <li>⊙ Existe perdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho de plataforma es de 6,00 metros, doble vía con carril de 3,0 y bermas de 0,00 m en ambos lados de la vía.</li> <li>⊙ La existencia de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc. permite la transitabilidad en toda época.</li> <li>⊙ No existen pérdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de evaluación periódica.</li> <li>⊙ Estadísticas y diagnósticos agropecuarios sobre la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se incrementa la producción y el volumen de comercialización.</li> <li>⊙ El camino es transitable y estable todas las épocas del año.</li> </ul>
<p><b>METAS/RESULTADOS ESPERADOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ 14,90 Kilómetros de Camino con capa de rodadura de ripio de 21 cm., desde cruce lagunitas – Alto Ipaguazu.</li> <li>⊙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Camino que no cumple con las normas técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se tiene un camino principal con una plataforma muy buena con un material en excelentes condiciones en toda la extensión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de seguimiento,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se cumplen los plazos para la entrega de las obras.</li> <li>⊙ El camino cumple con los objetivos</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>© El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.</li> <li>©</li> <li>© Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.</li> <li>©</li> <li>© Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realizan servicios a las zonas de proyecto.</li> <li>©</li> <li>© Incorporación de 3 comunidades a la red vial del municipio de Entre Ríos beneficiadas directamente con el camino.</li> <li>©</li> <li>© Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.</li> </ul>	<p>mínimas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© Todo el trayecto cuenta con obras de drenaje.</li> <li>© Se realizan movimientos de tierra.</li> </ul>	<p>supervisión y visitas de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>© Entrega oficial de la obra.</li> </ul>	<p>previstos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>© Las obras de arte funcionan de acuerdo al diseño.</li> <li>© Los beneficiarios realizan el mantenimiento de las obras.</li> </ul>																																																																								
<p><b>ACTIVIDADES DEL PROYECTO:</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center; color: blue;"><b>PRESUPUESTO POR MÓDULOS</b></p> <p>Proyecto: MEJORAMIENTO DE CAMINO LAGUNITAS - ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA          Cliente: GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, PROVINCIA O'CONNOR          Lugar: ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA</p> <p style="text-align: right;">Tipo de cambio: 1 \$us = 7.06 Bs.          Fecha: 30/11/2010</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nº</th> <th style="width: 75%;">Descripción ítem</th> <th style="width: 5%;">Und.</th> <th style="width: 5%;">Cant.</th> <th style="width: 5%;">Unif.</th> <th style="width: 10%;">Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>TRABAJOS PREVIOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">87697.68</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>MOVIMIENTO DE SUELOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">1332100.08</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">27625.50</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">398942.30</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">120372.62</td> </tr> <tr> <td>6.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">96430.87</td> </tr> <tr> <td>7.-</td> <td>CAPA DE RODADURA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">672453.26</td> </tr> <tr> <td>8.-</td> <td>SENALIZACION</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">15143.64</td> </tr> <tr> <td>9.-</td> <td>DISIPADORES DE ENERGIA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">17600.79</td> </tr> <tr> <td>10.-</td> <td>PROVISION DE MATERIAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">10500.00</td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Total presupuesto:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>2778866.74</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>SON: Dos Millones Setecientos Setenta Y Ocho Mil Ochocientos Sesenta Y Sies con 74/100 Bs.</p> </div>		Nº	Descripción ítem	Und.	Cant.	Unif.	Parcial	1.-	TRABAJOS PREVIOS				87697.68	2.-	MOVIMIENTO DE SUELOS				1332100.08	3.-	MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE				27625.50	4.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO				398942.30	5.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE				120372.62	6.-	OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN				96430.87	7.-	CAPA DE RODADURA				672453.26	8.-	SENALIZACION				15143.64	9.-	DISIPADORES DE ENERGIA				17600.79	10.-	PROVISION DE MATERIAL				10500.00	<b>Total presupuesto:</b>					<b>2778866.74</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© De acuerdo al presupuesto del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© Informes de supervisión.</li> <li>© Visitas de campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© La empresa que realiza la construcción cumple con el cronograma propuesto en el proyecto.</li> </ul>
Nº	Descripción ítem	Und.	Cant.	Unif.	Parcial																																																																							
1.-	TRABAJOS PREVIOS				87697.68																																																																							
2.-	MOVIMIENTO DE SUELOS				1332100.08																																																																							
3.-	MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE				27625.50																																																																							
4.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO				398942.30																																																																							
5.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE				120372.62																																																																							
6.-	OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN				96430.87																																																																							
7.-	CAPA DE RODADURA				672453.26																																																																							
8.-	SENALIZACION				15143.64																																																																							
9.-	DISIPADORES DE ENERGIA				17600.79																																																																							
10.-	PROVISION DE MATERIAL				10500.00																																																																							
<b>Total presupuesto:</b>					<b>2778866.74</b>																																																																							

## 1.4 COSTO TOTAL DE INVERSIÓN Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Cuadro 1.1 Costos de Inversión

DESCRIPCIÓN	Precio Total (Bs.)	Porcentaje (%)
<b>PRESUPUESTO GENERAL INFRAESTRUCTURA</b>		
Entidad Ejecutora del Proyecto	2778866.74	100.00
Comunidades Beneficiarias del Proyecto	0.00	0.00
<b>PRESUPUESTO GENERAL DE SUPERVISIÓN (7% del P. G. Infraestructura)</b>		
Entidad Ejecutora del Proyecto	194520.60	100.00
Comunidades Beneficiarias del Proyecto	0.00	0.00

Fuente: Detalle de la Inversión

Tipo de Cambio: 7,06 Bs. por 1 \$us

## 1.5 RESULTADO DEL ANALISIS DE ALTERNATIVAS

### 1.5.1 Alternativa I

Comprende la apertura y mejoramiento de **14.90 Km.** De longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II .Este trazo se lo realizo tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo mas coherente, donde se obtuvo trazos mas rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

### **1.5.2 Alternativa II**

La Alternativa II Comprende el mejoramiento de **15.45 km.** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de cultivos ,pastoreo , lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección, además aumenta la distancia del camino , se aumentaban algunas obras de arte , se encontraron pendientes longitudinales muy altas , las cuales estaban fuera de la norma.

### **1.6 ALCANCE**

Una vez que hemos definido el concepto del Estudio a Diseño Final a desarrollar, se tiene el conocimiento de la problemática que se pretende resolver y el enfoque que pretende darle al trabajo para su desarrollo; en este acápite presentamos su alcance del trabajo a realizar.

Finalmente deseamos indicar los diferentes acápites, que proponemos desarrollar durante la ejecución del estudio que les mostramos a continuación.

#### **a) Recopilación y evaluación de datos e información existentes**

La búsqueda y recolección de datos e información disponible sobre el área de influencia del proyecto se ejecutará conforme lo explicado, en las instituciones que trabajan en dicha área como los Gobiernos Municipales, en las oficinas de los Servicios Nacional y Departamental de Caminos, Instituto Nacional de Estadística, en el Instituto Geográfico Militar (búsqueda y compra de planos en diferentes escalas).

Se consultará el Servicio Geográfico de Bolivia, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

Levantamiento de las obras de drenaje u obras de protección tanto en el camino como en los cursos de ríos y quebradas que llegan al camino.

Las obras de drenaje y obras de protección que existirían a lo largo del sector de camino o a lo largo de las cuencas de aporte al drenaje del camino, serán recolectadas; la información de las instituciones detalladas anteriormente, complementada con levantamientos de campo. Esta información es importante para la ejecución de los diseños posteriores, pues se podrá dar solución a los problemas observados en las obras existentes con los diseños a realizar

El levantamiento fotográfico permitirá la realización de un dossier fotográfico, con la indicación de los diferentes detalles que resultan importantes para cada uno de los estudios a realizar, como ser alcantarillas, cunetas, badenes, etc.

El análisis de toda la información disponible y la correspondiente visita al campo permitirá trazar preliminarmente las alternativas del camino y las correspondientes obras de drenaje del camino, diseñando las mismas para un caudal con un periodo de retorno adecuado.

## **b) Levantamiento topográfico, estudio hidrológico e hidráulico, estudio geotécnico.**

### **b.1) Topografía.-**

Aprobado el estudio preliminar de la ruta y su drenaje y con todos los parámetros definidos de trazado del camino, se efectuará el levantamiento topográfico. Este levantamiento topográfico tendrá por objetivo lograr la topografía a detalle de la totalidad del camino y los sectores de las obras de drenaje y protección.

Los estudios topográficos de campo comprenderán el estacado del eje central de la carretera existente cada 20 metros en las tangentes y cada 10 metros en curvas. Cada punto de estación será posicionado y nivelado, tomándose secciones transversales de una faja de terreno de 40 m. o más de acuerdo al sector del camino.

El sistema de referencia que se usará serán las coordenadas UTM, tomando como punto inicial, el correspondiente a coordenadas medidas con sistemas de navegación GPS.

Los puntos de intersección PI serán referenciados mediante monumentos de hormigón u otro punto fijo, para garantizar su permanencia y permitir la reposición del eje con la agilidad y precisión requerida en cualquier momento.

La nivelación del terreno en coincidencia con el eje proyectado estará controlada en base a Bench Marks (BM) cementados de dimensiones estandarizadas y pintados de color rojo; se pondrán en el camino cada 1000 m, y en la izquierda y derecha del camino y en las partes finales del camino.

Todos ellos serán ubicados fuera del área futura de construcción y debidamente referenciados y protegidos, con objeto de garantizar su permanencia cuando se ejecuten las obras.

Las secciones transversales se levantarán en el ancho especificado ampliándose en el ancho del curso de agua sobre los cursos de ríos.

Con el estudio topográfico se localizarán también los yacimientos de préstamo o fuentes de material para ser empleados en la construcción de los terraplenes, capa de rodadura y obras de arte.

Para los trabajos de topografía, se utilizará equipo adecuado para obtener datos precisos y exactos. Se utilizará Estación Total electrónica SOKIA SET 10K.

Se presentarán planos donde se mostrará el alineamiento horizontal y perfil longitudinal, sistema de coordenadas y datos de referencia de los vértices de la poligonal de diseño.

La escala para los planos a ejecutar será de 1:50.000 para la geometría general y ubicación del proyecto. Y para los planos de las secciones longitudinales será Escala Horizontal 1:1.000, escala vertical 1:100 para planos tipo de Planta y Perfil.

Para Obras Complementarias como ser, (Obras de Drenaje, Obras de Protección, etc.) y de detalle, se utilizarán escalas según nivel de detalle requerido.

También se mostrará la ubicación, tamaño y tipo de las obras de drenaje, estructuras de contención, obras de protección, etc., ubicación y características de todas las obras existentes dentro del camino, líneas de servicio y otras instalaciones públicas y privadas que pudieran encontrarse dentro del área levantada.

En las secciones transversales típicas adoptadas, se mostrará con claridad la inclinación de los diferentes taludes según su ubicación y tipo de terreno. Además de las dimensiones de las cunetas, zanjas de coronación, banquetas, bermas y espesor de la superficie de rodadura.

### **c) Estudio Hidrológico e Hidráulico.-**

El estudio hidrológico se realizará en base a los registros pluviométricos existentes en el área de influencia del proyecto. Los caudales de aporte de las cuencas está en función de los registros históricos de descargas y/o precipitaciones.

Las cuencas que cruzan el diseño de la carretera serán delimitadas y clasificadas a partir de la cartografía existente. Así también se tomarán directamente todos los parámetros físicos y geomorfológicos necesarios para definir el coeficiente de escurrimiento y el tiempo de concentración. Parámetros estos últimos

indispensables, de modo particular en las cuencas menores, para calcular el caudal máximo en una determinada sección usando el método racional.

Con los caudales calculados para cada una de las cuencas de escurrimiento, tendremos los elementos necesarios para el diseño de las diferentes obras hidráulicas, además de poder analizar el comportamiento de las obras ya construidas, su comportamiento hidráulico y verificar los coeficientes utilizados en el cálculo hidrológico e hidráulico.

**d) Estudio geotécnico.-**

Se realizará un relevamiento geotécnico y el levantamiento de muestras en sectores críticos que indique el especialista para su análisis de laboratorio

Sobre los bancos de préstamo para materiales a ser usados en la construcción de las obras, primeramente se realizará un reconocimiento de los diferentes sectores que pueden ser utilizados, y sobre los que determine se realizarán excavaciones en distancias de 500 metros de un punto a otro, o como se vea más conveniente en campo y con profundidades máximas de 4 metros. De estas excavaciones se extraerán muestras que serán enviadas al laboratorio para su evaluación.

La totalidad de las muestras indicadas anteriormente serán procesadas en el laboratorio de mecánica de suelos, con el propósito de clasificar los suelos y tener los parámetros geotécnicos.

**e) Diseño Geométrico del Camino.-**

El diseño del camino vecinal, se realizará tomando en cuenta las recomendaciones del "Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras" de la Administradora Boliviana de Caminos ABC, y las normas AASHTO.

En sentido vertical, se procederá a regular la rasante actual en los sectores donde se han introducido variantes para adecuar el trazo al terreno dentro de condiciones más suaves y económicas posibles.

En sentido longitudinal, se tratará de obtener un trazado lo más balanceado posible entre cortes y rellenos, recurriendo a terraplenes, donde las condiciones topográficas lo permitan.

Se adoptarán taludes teniendo en cuenta tanto las condiciones de los terrenos, como la seguridad.

#### **f) Cálculo de los Volúmenes, Análisis de Precios Unitarios; Presupuestos y Calendario de Inversiones.-**

##### **f.1) Cálculo de los Volúmenes**

Para el cálculo de los volúmenes de obra del camino y de sus obras de arte, se utilizará el programa Land Desktop 2009.

Estos volúmenes corresponden al movimiento de tierras, volúmenes de corte y relleno, materiales granulares para rodadura, volúmenes de las estructuras de las obras de arte, etc.

##### **f.2) Análisis de Precios Unitarios**

De acuerdo con los planos del diseño, se procederá con la determinación de los ítems de obra y para cada ítem se procederá a la definición de los precios unitarios, en los que se tendrá en cuenta los precios de los materiales, mano de obra y equipo, para los sitios de cada operación de construcción. Para ello se utilizará el programa PRESCOM 2007, que cuenta con los precios de mercado para cada uno de los ítems actualizado.

##### **f.3) Calendario de Inversiones.-**

Habiendo definido los presupuestos, se formulará el calendario de inversiones, que estará sujeto al cronograma de actividades.

## **CAPITULO II**

### **PREPARACION DEL PROYECTO**

#### **2.1. ESTUDIO LEGAL**

El estudio legal se basa en la responsabilidad del Estado de invertir en proyectos que vayan a mejorar las condiciones productivas y de seguridad de su población en el Marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública.

En este marco, se verificará la verdadera necesidad de la falta de un camino que permita integrar a las comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasú – Iboipitarendá, beneficiando así a las familias del área de influencia del proyecto, mejorando sus ingresos. La Prefectura del Departamento tiene la potestad de invertir en proyectos que vayan a subsanar estos problemas.

En tal sentido, al existir plena voluntad para la ejecución del proyecto, por parte de la Prefectura del Departamento de Tarija – Primera Sección de la Provincia O’Connor y de instituciones comunales, no se presenta problema legal alguno para la ejecución del presente proyecto.

#### **2.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Actualmente no existe una real comunicación vial en las comunidades afectadas con el proyecto sobre todo la comunidad de Alto Ipaguasú, ya que el medio de comunicación del camino es precario, hasta parte de la comunidad de Alto Ipaguasú para prestar el servicio; el acceso a la comunidad de Iboipitarendá es más expedito debido a los mejoramientos de los accesos.

El camino que se pretende construir y es motivo de este estudio es el que une las tres comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasú – Iboipitarendá llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción y así poder solucionar el problema de comunicación vial que tienen estas comunidades.

### **2.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

El área de influencia del proyecto está ubicada en la Primera Sección de la Provincia O'Connor, jurisdicción del Municipio de Entre Ríos del Departamento de Tarija, al Este del municipio. Específicamente a 60 Kms. de la población de Entre Ríos.

El área a beneficiarse con el Mejoramiento del Camino Mejoramiento de Camino Lagunitas - Alto Ipaguasú comprenden las comunidades y/o sectores de: Capiazuti, Alto Ipaguasú y Iboipitarendá, comunidades por donde pasará el camino y por tanto se convierten en beneficiarios directos, sin embargo, las zonas como Ñacaguazú e Imirenda también serán beneficiados, ya que la construcción de un camino vecinal rural tiene impactos influyentes a diferencia de otros proyectos con otras comunidades al no existir caminos alternativos estas dos zonas utilizarían el camino del proyecto propuesto.

El acceso a la zona del proyecto es desde la localidad de Entre Ríos a través de un camino de orden principal (Entre Ríos – Palos Blancos) de 60 Kms. hasta el cruce de la comunidad de Lagunitas, el mismo es transitable con normalidad durante todo el año.

El proyecto delimita su área de influencia tomando en cuenta las ventajas económicas que generará a los productores de las comunidades, por la disponibilidad y seguridad de disponer un camino transitable a mejorarse, que

beneficiará a la comunidad de Alto Ipaguasú distribuido en sus diferentes sectores. El Mejoramiento del camino repercutirá en la actividad productiva de la zona, posibilitando una ampliación de la frontera agrícola actual.

La zona en estudio presenta condiciones naturales favorables en cuanto a clima, suelo y agua, para la explotación agrícola; sin embargo, la economía de las familias depende en general de una agricultura a secano y condicionado en parte por falta de camino transitable durante todo el año, pues existe la producción y no se dispone del camino carretero vecinal lo que delimita a los productores.

En relación a la topografía, los suelos son planos con pendientes moderadas para la práctica agricultura y para el mejoramiento del tramo caminero, la información del estudio de Ingeniería será la que proporcione datos fidedignos respecto a la topografía del tramo.

La población beneficiaria con el proyecto es de aproximadamente 250 habitantes distribuidas en 50 familias si consideramos 5 miembros por familia. La distribución de familias por sectores de la comunidad de Alto Ipaguasú se explicará mejor en sus respectivos cuadros.

## **2.4. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO**

### **2.4.1. Aspectos demográficos**

#### **2.4.1.1. Población del área de influencia diferenciada por sexo**

El proyecto camino Lagunitas – Alto Ipaguasú – Iboipitarendá, comprende un tramo que une a las Comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasú – Iboipitarendá, que serán las principales beneficiadas, por lo que es importante el análisis de todas las características demográficas, socio-culturales y productivas de cada una de estas comunidades.

En el cuadro 2.1 se muestran las comunidades a ser beneficiadas con el mejoramiento del camino Mejoramiento de Camino Lagunitas - Alto Ipaguasú - Iboipitarendá; del total de las familias el 32% representa a la comunidad de Alto Ipaguasú y con el mismo porcentaje el sector de Iboipitarendá, el sector de Capiazuti cuenta con 12 familias que significa el 24% del total, tal como se puede apreciar en el cuadro 2.1

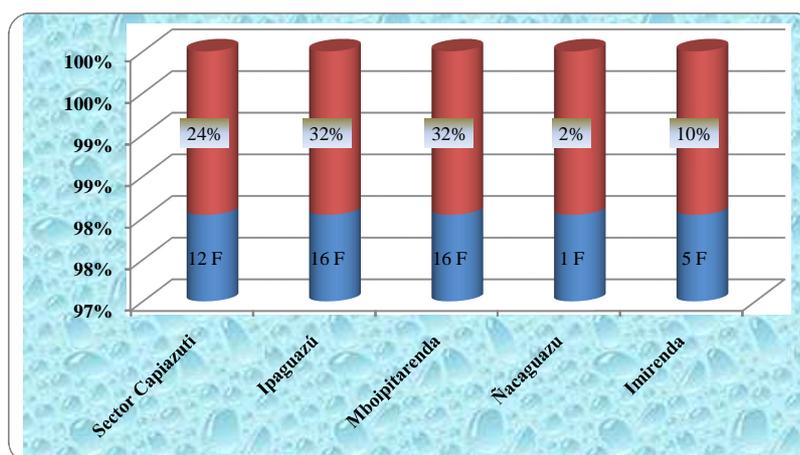
**Cuadro 2.1 Población del área de Influencia  
(Comunidades beneficiadas con el proyecto)**

N°	Sectores/Comunidad	Familias		Habitantes	
		N°	(%)	Total	(%)
1	Sector Capiazuti	12	24%	60	0,24
2	Ipaguazú	16	32%	80	0,32
3	Mboipitarendá	16	32%	80	0,32
4	Ñacaguazu	1	2%	5	0,02
5	Imirenda	5	10%	25	0,1
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>	<b>250</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuestas Comunales

Elaboración: Propia

**Figura 2.1 Población del Área de Influencia**



Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia

En este sentido, con base a la información presentada en el cuadro y figura anterior, se puede indicar que la Comunidad de - Alto Ipaguasú - Iboipitarena son las que tienen un mayor número de habitantes, con 32% habitantes, mientras que las comunidades con menor participación es Imirenda y Ñacaguazu.

#### 2.4.2. Estabilidad poblacional

La migración junto con las tasas de natalidad y mortalidad son las variables que determinan el crecimiento y la estructura de la población.

Los datos del censo de Población y Vivienda, indican que el municipio de O'connor (lugar donde se encuentran ubicadas las comunidades beneficiarias) tiene una tasa de crecimiento ínter censal de 1,6%. A continuación se realizará un análisis del tipo de migración que se da en el área de influencia del proyecto:

##### 2.4.2.1. Emigración

###### a) Emigración Temporal

La emigración temporal, se da mayormente en los hombres y mujeres menores de los 20 años de edad, tal como se observa en el cuadro 2.2. y en la figura N° 2.2.

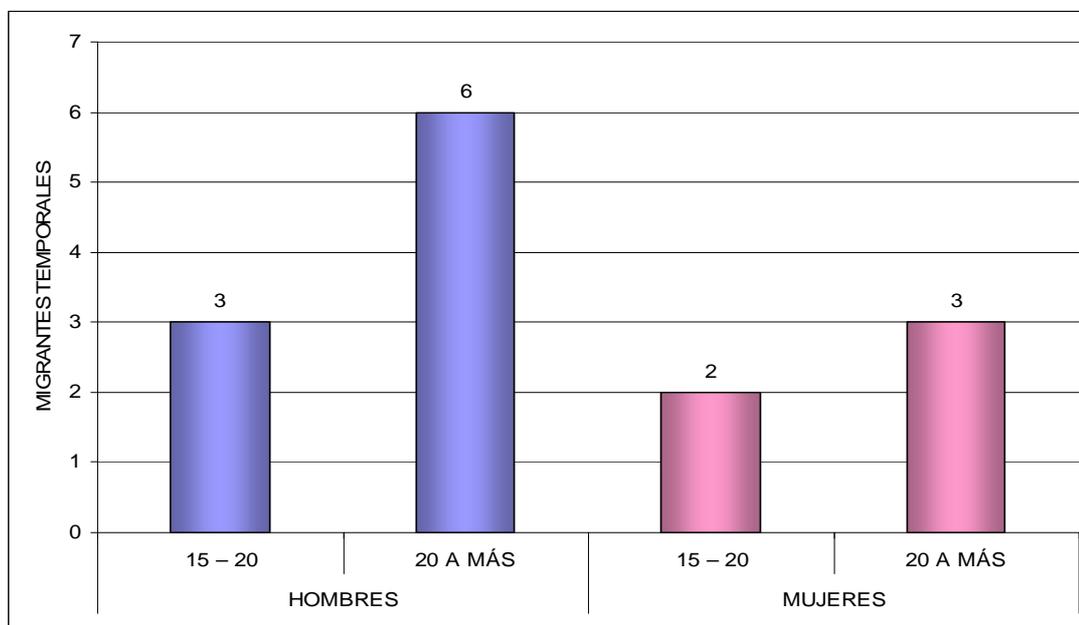
**Cuadro 2.2 Emigración Temporal, según edad, sexo, época y ocupación**

COMUNIDAD	N° FAM.	HOMBRES		MUJERES		LUGAR	MOTIVO	OCUP.	MES/ ÉPOCA
		15 – 20	20 A MÁS	15 – 20	20 A MÁS				
Alto Ipaguasú	16	2	3	1	1	Argentina Yacuiba	Desempleo Educación	empleado (a)	Diciembre Febrero
Iboipitarena	16	1	3	1	2	Argentina, Yacuiba	Desempleo Educación	empleado	Diciembre
Sector de Capiazuti	12	1	2	0	1	Argentina Yacuiba	Desempleo Educación	empleado (a)	Diciembre Febrero
Imirenda	5	1	2	0	1	Argentina Yacuiba	Desempleo Educación	empleado (a)	Diciembre Febrero
Ñacaguazu	1	0	1	1	1	Argentina, Yacuiba	Desempleo Educación	empleado	Diciembre
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>6</b>				
Total Población Emigrante Temporal		16		9					

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

**Figura 2.2 Emigración Temporal, Según Edad y Sexo**



Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

La proporción de emigrantes temporales para el periodo 2010, fue 7% del total de la población que habita en estas comunidades. Las causas centrales para la emigración son: La inexistencia de empleo y los bajos ingresos en al comunidad, y en menor proporción por estudios.

Los lugares más preferidos por los emigrantes temporales son: la República de la Argentina y la ciudad de Yacuiba. El periodo de tiempo que emigran oscila entre 4 a 8 meses del periodo de estiaje.

La ocupación que tienen los temporeros consiste en su mayoría labores culturales agrícolas, construcción de infraestructura de viviendas, labores de hogar y estudios.

## b) Emigración definitiva

Los riesgos climáticos en la producción agropecuaria, la falta de acceso a los centros de consumo para comercializar sus productos, los ingresos monetarios bajos, la inexistencia de los servicios básicos (salud, educación, vivienda) entre otros, motivan que los habitantes sientan la atracción por los bienes y servicios que ofrecen los centros urbanos, otros lugares geográficos con mejores recursos naturales que en definitiva ocasionan que las familias abandonen sus comunidades y los pequeños centros poblados; aumentando de esta forma la migración campo – ciudad. En los últimos 5 años, de las comunidades beneficiarias han emigrado de manera definitiva 5 personas.

**Cuadro 2.3 Emigración Definitiva, según edad, sexo, época y ocupación**

COMUNIDAD	N° FAM.	HOMBRES		MUJERES		LUGAR	MOTIVO	MES/ÉPOCA	OCUPACIÓN
		15 – 20	20 A MÁS	15 – 20	20 A MÁS				
Alto Ipaguasu	16	0	1	1	1	Yacuiba	Trabajo	Definitivo	Empleado(a)
Iboipitarendá	16	1	1	0	1	Yacuiba	Trabajo	Definitivo	Empleado(a)
Sector de Capiazutí	12	1	1	1	1	Yacuiba	Trabajo	Definitivo	Empleado(a)
Imirenda	5	0	1	0	0	Yacuiba	Trabajo	Definitivo	Empleado(a)
Ñacaguazu	1	0	0	0	0	Santa Cruz, Argentina	Trabajo	Definitivo	Empleado(a)
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				
Total Población Emigrante de manera Definitiva		<b>5</b>		<b>5</b>					

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

En base a información presentada en el cuadro anterior, se puede decir que la emigración definitiva para las comunidades beneficiarias con el proyecto representa un 2,5% del total habitantes existentes.

Las familias que salen definitivamente de estas comunidades rurales se establecieron en la ciudad de Yacuiba, Santa Cruz y la República Argentina.

La ocupación de las familias que emigran definitivamente, consiste en su generalidad en actividades de construcción, comercio y transporte, en algunos casos.

#### **2.4.2.2. Inmigración**

En el área de influencia del proyecto no se han registrado un flujo de inmigrantes hacia las comunidades beneficiarias, por lo que la inmigración es inexistente.

#### **2.4.3. Composición étnica de la población**

En los hechos históricos, se señaló que las poblaciones originarias que en la actualidad son habitantes de la provincia O´connor, pertenecían al territorio de los Chiriguano, Chanés, Tobas y Matacos que vivían asociados a los naturales de Chururuti, Chimeo e Itaú.

El origen de los principales pobladores -los Chiriguano- es probablemente la etnia “Tupi-Guaraní”, quienes para llegar a estos lugares recorrieron el Paraná por Medio del Río Pilcomayo hasta las tierras de Tarija.

Los Chiriguano o Avas, provienen del Paraguay, que emigraron en busca de mejores tierras para el cultivo de maíz (obati), calabaza (gindaca), poroto (kumanda). Como consecuencia del crecimiento poblacional, optaron por migrar a tierras sin mal (Yvy imaraa) rica en cacería, campos de cultivos, abundancia de agua y metales preciosos. De ahí, al llegar a la cordillera creyeron que estaban en la tierra soñada, que desde entonces fue celosamente defendida y conservada.

En cuanto al área de influencia del proyecto, se puede decir que la mayoría de la población es de origen mestizo/criollo (100%), en las comunidades de Sauzalito y Buena Vista. Finalmente, se puede decir que la existencia de población de origen quechua o aymará no existe en estas Comunidades (ver cuadro siguiente).

**Cuadro 2.4 Población Según Etnias**

COMUNIDAD	NUMERO DE FAMILIAS	POBLACIÓN SEGÚN ETNIAS (%)		
		MESTIZO CRIOLLO	GUARANI	QUECHUA/AYMARA
Alto Ipaguasu	16	100%	-	-
Iboipitarendá	16	100%		
Sector de Capiazuti	12	100%		
Imirenda	5	100%		
Ñacaguazu	1	100%		
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

#### 2.4.4. Lenguajes que habla la población

En cuanto a los idiomas que habla la población beneficiaria, se constata que la mayoría es de habla española, y en menor proporción el Guaraní; resultados que se muestran en el Cuadro siguiente.

**Cuadro 2.5 Idioma que hablan las Comunidades Beneficiarias con el Proyecto**

COMUNIDAD	IDIOMAS QUE HABLAN			
	ESPAÑOL	QUECHUA	AYMARÁ	GUARANÍ
Alto Ipaguasu	1			3
Iboipitarendá	1			3
Sector de Capiazuti	1			3
Imirenda	1			3
Ñacaguazu	1			3

Ref.: 1= La mayoría de la población, 2= La mitad de la población y 3= La Minoría de la población.

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

El censo de población y vivienda, resalta una mínima presencia que pobladores de habla aymará en el municipio. Comparando con el relato de los ancianos y los resultados del censo, se concluye que la mayoría habla español y existe una mínima proporción de pobladores que a la vez saben hablar guaraní, quechua y aymará.

#### 2.4.5. Número Aproximado y Tamaño Promedio de las Familias

El número aproximado de familias directamente beneficiarias son 50, siendo las comunidades de Iboipitarendá y Alto Ipaguasu las de mayor participación, con 16 familias; por otra parte la de menor participación es la Comunidad de Sector de Capiazuti, con 12 familias.

**Cuadro 2.6 Número Aproximado y Tamaño Promedio de las Familias**

COMUNIDAD	NUMERO DE FAMILIAS	TAMAÑO PROMEDIO	POBLACION TOTAL
Alto Ipaguasu	16	5	80
Iboipitarendá	16	5	80
Sector de Capiazuti	12	5	60
Imirenda	5	5	25
Ñacaguazu	1	5	5
<b>TOTAL/PROMEDIO</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>250</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

En relación al tamaño promedio de las familias, se puede indicar que este es de 5 miembros por familia en todas las comunidades beneficiarias.

#### 2.4.6. Aspectos Económicos

##### 2.4.6.1. Tenencia de la Tierra

La tenencia del suelo en el área rural del Municipio de O´connor, depende fundamentalmente del tipo de actividad que se desarrolle; un 85% está en manos de

pequeños productores, encontrándose el 15% en manos de los medianos y grandes productores y/o ganaderos.

Los tipos de propiedad guardan relación con el acceso a la tierra, condiciones del suelo, la forma de organización productiva y otros aspectos socio -culturales.

Se distinguen dos tipos característicos:

Unidades familiares individuales de propiedad privada, que tienen demarcadas y delimitadas tanto sus parcelas de cultivo como sus áreas de pastoreo.

Unidades familiares individuales que tienen demarcadas y delimitadas sus parcelas de cultivo, pero comparten áreas de pastoreo en común con otros pobladores de la comunidad, encontrándose también unidades familiares que no cuentan con ningún tipo de propiedad.

En el área de influencia del Proyecto, el origen y tenencia de la tierra de manera general, es por la Reforma Agraria en un 40%, el 50% lo obtuvo por herencia, y finalmente el 10% compro sus tierras.

#### **2.4.6.2. Principales Actividades Económicas**

Las principales actividades que se desarrollan y de las cuales dependen las familias de las Comunidades de Alto Ipaguasu – Iboipitarendá, son en su mayoría la agricultura y ganadería, realizándose ambas actividades simultáneamente

Entre los principales productos que se cultivan en la zona, se pueden indicar los siguientes: maíz, papa, yuca, cebolla, tomate, arveja, naranja, mandarina, y otros de menor importancia. Por otra parte, entre los principales tipos de ganado que se crían en el área de influencia del proyecto, se tiene, bovino, porcino, caprino, ovino y aves.

## 2.4.7. Aspectos Sociales

### 2.4.7.1. Descripción de las Características Sociales

#### a) Costumbres

En cada región y en cada lugar se tienen sus propias costumbres y tradiciones que identifican culturalmente a la población y por ende a la persona. Las costumbres más sobresalientes de las comunidades beneficiadas con el proyecto se detallan en el siguiente cuadro

**Cuadro 2.7 Costumbres y Calendario Festivo**

COMUNIDAD	CALENDARIO FESTIVO	TIPO DE FIESTA
Alto Ipaguasu	01 de Enero, Febrero/Marzo, Octubre	Año nuevo Carnaval, V. de Guadalupe
Iboipitarendá	02 de Noviembre, 25 de Diciembre	Todo Santos, Navidad

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

#### 2.4.7.2. Rol de los Varones y Mujeres dentro de la Comunidad

El rol de los hombres y mujeres dentro las comunidades rurales son compartidas, puesto que la mujer asume un papel importante en la cooperación de llevar adelante las actividades tanto agrícolas como ganaderas ayudando mutuamente al hombre.

El rol de los varones, como en todas las comunidades rurales, es de atender y cultivar las tierras, realizar las labores culturales de las tierras desde el inicio en que se siembra hasta la cosecha del último producto, cuidado de animales, etc. Los roles de las mujeres, son más que todo domésticas, pero no debemos dejar de lado que en todo momento está ayudando al hombre en todo el proceso de producción, sin descuidar sus actividades en la casa.

**Cuadro 2.8 Porcentaje de Participación del Hombre y la Mujer en las Actividades**

ACTIVIDADES	% DE PARTICIPACION	
	Hombre	Mujer
Siembras	81	19
Contratación	60	40
Cosecha	64	36
Toma de decisión del destino de la producción agrícola	65	35
Toma de decisión del destino del ganado	65	35
Pastoreo	55	45
Sanidad Animal	87	13
Relación con instituciones u organizaciones de base	58	42
Ser Autoridad/Dirigente	60	40
Cuidado y mandado de los hijos a la escuela	25	75
Asistencia y llevado de los hijos al centro de salud o médico	30	70

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Así mismo, en este apartado se analiza la organización en las cuales el hombre y la mujer participan. Tanto el hombre como la mujer son protagonistas del desarrollo e impulso de sus comunidades.

**Cuadro 2.9 Principales Organizaciones en la Comunidad y Porcentaje de Participación según Sexo**

COMUNIDAD	ORGANIZACIONES	% DE PARTICIPACION	
		HOMBRE	MUJER
Alto Ipaguasu	Centro de Madres	0%	100%
	Clubes Deportivos	70%	30%
	OTBs	0%	0%
	Junta Escolar	60%	40%
	Corregimiento	70%	30%
	Otros	100%	0%
Iboipitarendá	Centro de Madres	0%	0%
	Clubes Deportivos	70%	30%
	OTBs	0%	0%
	Junta Escolar	70%	30%
	Corregimiento o Sindicato	60%	40%

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

### **2.4.7.3. Horarios y Actividades**

Los horarios para realizar las actividades no están definidos puesto que para desarrollar la ganadería y la agricultura se requiere una gran cantidad de tiempo de dedicación y esto lleva a que el hombre tiene que estar en cualquier horario y cualquier día sea feriado o no en las labores diarias de atención en todo el proceso de producción.

En este sentido, en las comunidades beneficiarias con el proyecto, las labores de la casa comienzan a las 5:00 de la mañana, para iniciar el trabajo agrícola a las 6:00 de la mañana y terminar entre las 18:00 y 19:00 horas. La actividad ganadera requiere un poco menos de dedicación, ya que sólo se da de comer entre 2 a 4 veces al día, en el caso del ganado menor y cuidado del ganado mayor entre 2 a 3 veces por semana.

#### 2.4.8. Servicios Básicos Existentes

Contar con los servicios básicos en cualquier comunidad, es de vital importancia. Los servicios con que debe contar la población son, el agua potable, energía eléctrica, salud, educación y otros. Sin embargo, no todas las comunidades son atendidas por el gobierno central o municipal, debido a muchos factores tales como ser la falta de recursos financieros, descuido de las autoridades centrales, entre otros factores. En este apartado se analiza si las comunidades del área de influencia del proyecto cuentan con los servicios anteriormente citados.

##### 2.4.8.1. Servicios agua potable

En el área de influencia del Proyecto, las comunidades no cuentan con el servicio de agua potable, ver cuadro 2.10.

Todas las familias que no cuentan con el servicio de agua potable se ven obligadas a consumir agua de pozos comunitarios, familiares, vertientes y acequias, que tienen agua que no está debidamente tratada para el consumo humano lo que provoca el deterioro de la salud de los miembros de la familia.

**Cuadro 2.10 Cantidad de Familias con y sin agua potable por cañería**

COMUNIDAD	NUMERO DE FAMILIAS	N° DE FAMILIAS	
		CON AGUA POTABLE	SIN AGUA POTABLE
Alto Ipaguasu	16	0	16
Iboipitarenda	16	0	16
Sector de Capiazuti	12	0	12
Imirenda	5	0	5
Ñacaguazu	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>50</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

##### 2.4.8.2. Servicio de alcantarillado

En ninguna de las comunidades existe el servicio de alcantarillado por red de drenaje; sin embargo, en el cuadro N° 2.11 se observa que, de las 50 familias la totalidad que

habitan las comunidades beneficiarias con el proyecto no cuenta con ningún sistema de eliminación de excretas.

Toda esta población, al no contar con un sistema de eliminación de excretas, se ven obligadas a hacer sus necesidades en el campo abierto, lo que se convierte en foco de contaminación y por tanto a una mayor exposición de enfermedades y parásitos poniendo en riesgo la sanidad de las mismas familias, de los animales domésticos y el medio ambiente (agua de los ríos y aire).

**Cuadro 2.11 Cobertura y Medios para la eliminación de excretas**

COMUNIDAD	NUMERO DE FAMILIAS	N° DE FAMILIAS			
		ALCANTARILLADO	POZO CIEGO	CON LETRINA	NINGUNA
Alto Ipaguasu	16	0	0	0	16
Iboipitarendá	16	0	0	0	16
Sector de Capiazuti	12	0	0	0	12
Imirenda	5	0	0	0	5
Ñacaguazu	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

### 2.4.8.3. Servicios de electricidad

Las comunidades beneficiadas con el proyecto no cuentan con el servicio de energía eléctrica y tampoco con alumbrado público.

**Cuadro 2.12 Servicios de Electricidad**

COMUNIDAD	NUMERO DE FAMILIAS	TIPO DE ELECTRICIDAD			
		CON ACOMETIDA	ALUMBRADO PUBLICO	PANEL SOLAR	NINGUNO
Alto Ipaguasu	16	0	0	2	14
Iboipitarendá	16	0	0	3	13
Sector de Capiazuti	12	0	0	1	11
Imirenda	5	0	0	0	5
Ñacaguazu	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>44</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Generalmente, todas estas familias que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, para tener alumbrado en su casa y hacer funcionar algunos artefactos utilizan los siguientes insumos: Kerosén, velas, pilas, gas, baterías y otros insumos que resultan antieconómicos.

#### 2.4.8.4. Servicios de educación

La comunidad cuenta con una unidad educativa de Nombre “*Unidad Educativa Alto Ipaguasu*” que cuenta con tres aulas y vivienda para los profesores. La unidad educativa de la comunidad presta servicios hasta séptimo grado del nivel primaria. Actualmente cursan 30 alumnos(as) en esta unidad educativa.

Respecto al nivel de educación formal de los jefes(as) de familia, en general al igual que en la mayoría de las comunidades rurales, solamente cursaron el nivel básico.

#### 2.4.8.5. Servicios de salud

Respecto al servicio de Salud, en el área de influencia no existen establecimientos de Salud, el más cercano del área del proyecto se encuentra el Puesto de Salud de la Comunidad de Lagunitas distante a 15 kms., donde prestan su servicios un médico becario y un auxiliar de enfermería.

**Cuadro 2.13 Servicios de Salud**

COMUNIDAD	SERVICIOS DE SALUD				
	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	PERSONAL QUE ATIENDE			ESTADO DEL ESTABLECIMIENTO
		Doctores	Enfermeras	Enfermeras Auxiliares	
Alto Ipaguasu	Ninguno	--	--	--	--
Iboipitarendá	Ninguno	--	--	--	--
<b>TOTAL</b>	--	--	--	--	--

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Por otra parte, entre las enfermedades más frecuentes presentadas en el área de influencia del proyecto, se tiene resfrío, paludismo, chagas, etc.

#### **2.4.8.6. Modalidades de recolección y disposición de residuos sólidos**

Los sistemas de recolección y tratamiento de basuras y residuos sólidos, no existen en ninguna de las comunidades de área rural, por lo que en la mayoría de los casos la basura es quemada, enterrada en los terrenos, sirve de alimentación a los animales o la tiran al aire libre.

#### **2.4.8.7. Vivienda**

En su mayoría las viviendas están construidas con materiales propios de la zona, con muros de ladrillo adobe y madera; así mismo, las viviendas son de carácter regular y otras en malas condiciones revocadas con barro, los techos son de teja tipo colonial.

Las viviendas son de tipo unifamiliar, la distribución es de una cocina, un dormitorio y un galpón, los pisos son de tierra, las ventanas se hallan mal ubicadas y presentan escasa ventilación. Su rústica construcción favorece a la proliferación de insectos transmisores de enfermedades propia de la zona.

**Imagen 2.1 Vivienda Tipo de la Zona de Influencia**



Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.4.8.8. Transporte**

El área de influencia está comunicada por vía terrestre desde Entre Ríos por la ruta interprovincial hasta la comunidad de Lagunitas, existe el servicio de transporte público hasta la comunidad indicada y desde el cruce hasta el área del proyecto no existen ningún servicio de transporte.

Los comunarios del área del proyecto cuando tienen que transportar sus productos lo hacen ya sea en caballos o burros hasta el cruce de la ruta principal.

El camino pretende unir a las comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción.

### **2.5. RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS DE PLANES DE DESARROLLO**

De acuerdo con el proceso de Planificación participativa, el proyecto responde a las prioridades comunales, cantonales y provincial, donde en forma consensuada se definió como prioridad número uno, el programa de infraestructura vial que contempla el Mejoramiento y Apertura de Caminos, Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales, Badenes y otros proyectos de infraestructura vial que permitan el acceso de las zonas productoras a los mercados de consumo.

El proyecto generará importantes beneficios socioeconómicos que conlleva a reducir los niveles de pobreza, promover la equidad social, recuperar y reproducir sus valores socioculturales y fortalecer a sus instituciones. De esta forma se logra que la orientación del proyecto asimile los beneficios directos e indirectos, los beneficios intangibles, las externalidades positivas y negativas e impacto ambiental.

El impacto social con la ejecución del proyecto es, entre los aspectos mencionados, uno de los más importantes que se puedan generar con la culminación de este

proyecto, pues la misma vía generará ahorros tanto en costos de operación de la vía como en costos de transporte, tanto para los habitantes de la zona como para toda aquella población visitante.

## **2.6. ESTUDIO INSTITUCIONAL ORGANIZACIONAL**

Las instituciones que participan directamente en este proyecto son: La Prefectura del Departamento de Tarija – Sección O’connor. Que son instituciones legalmente reconocidas y creadas bajo Decreto por el gobierno central; su labor es promover el fortalecimiento del municipio de O’connor, como también a todas las comunidades pertenecientes a la misma; por el cual tienen la responsabilidad absoluta de manejar, recaudar recursos financieros para la implementación de proyectos de toda índole dentro de su jurisdicción.

La Sección O’connor deberá comprometer el financiamiento necesario para la ejecución de este proyecto, ante la Prefectura del Departamento, que es la institución financiadora de la construcción del camino; además, deberá supervisar y fiscalizar la buena ejecución del proyecto de manera eficiente. Así mismo, las comunidades beneficiarias deberán coordinar con el Corregimiento para la buena ejecución del proyecto especialmente en lo que corresponde al cumplimiento de la ley 1330 (ley del medio ambiente) y así también coordinar para planificar el mantenimiento del camino en caso de que se realice este.

En el tema organizacional, se debe considerar la participación activa de instituciones comunales como Corregimiento y OTB que son los que se movilizan para que el proyecto se lleve a cabo.

## **2.7. ESTUDIO DE DEMANDA Y OFERTA**

### **2.7.1. Estudio de Demanda**

La demanda por una vía, en este caso un camino, está determinada por el flujo de vehículos que circulan por ella. Este flujo vehicular es comúnmente cuantificado como el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que simplemente representa la cantidad de vehículos al día que circulan en promedio en ambas direcciones durante el año de referencia. Según el SNIP, tanto para caminos vecinales y puentes vehiculares, se recomienda que la medición del TPDA esté desagregada en las siguientes categorías:

Livianos

Pesados

Adicionalmente, si se tratara del mejoramiento de parte de un camino vecinal existente, se deberá indicar si los vehículos transitan de manera regular durante el año o existen temporadas de mayor demanda. Se deben hacer correlaciones con el estado del camino.

Aunque en la mayoría de los casos no se espera que un camino vecinal esté congestionado por altos volúmenes de tráfico vehicular, la información aquí registrada permitirá evaluar el potencial productivo y comercial del área de influencia del proyecto.

Se deberá realizar una estimación de la evolución futura de la demanda vehicular y su composición durante la vida útil del proyecto. Para esto será necesario estimar el desarrollo que tendrán las actividades productivas y a partir de eso derivar el tráfico asociado.

Los datos recogidos en el campo de investigación de emplazamiento del proyecto el TPDA, se muestra en el siguiente cuadro:

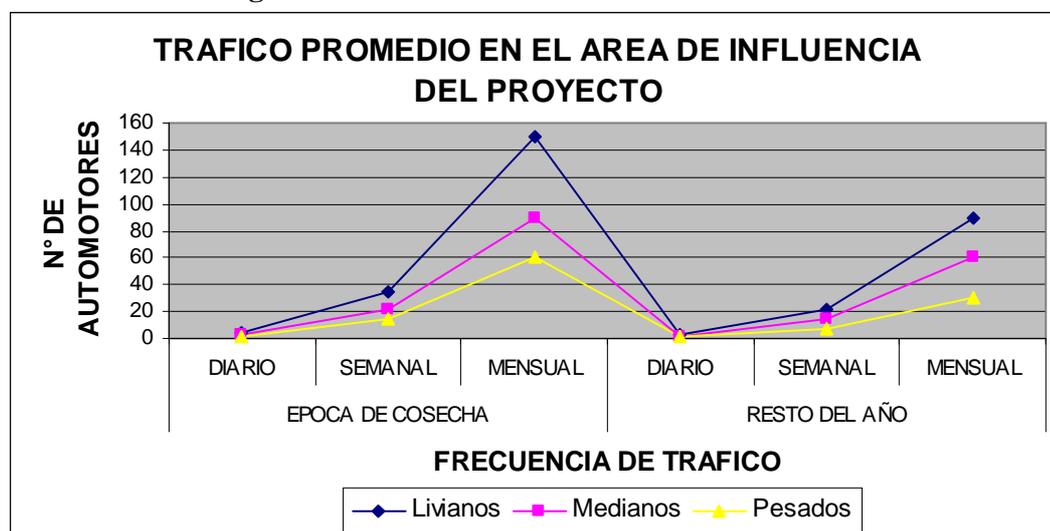
**Cuadro 2.14 Demanda Actual Trafico Promedio Diario anual**

TIPO DE VEHÍCULO	EPOCA DE COSECHA			RESTO DEL AÑO		
	DIARIO	SEMANTAL	MENSUAL	DIARIO	SEMANTAL	MENSUAL
Livianos	5	35	150	3	21	90
Medianos	3	21	90	2	14	60
Pesados	2	14	60	1	7	30
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>70</b>	<b>300</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>180</b>

Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

**Figura 2.3 Demanda Actual: Tráfico Promedio**



Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

Según el cuadro anterior en épocas de cosecha existe una mayor circulación de moviidades tanto livianas como pesadas. Cabe aclarar que la información anterior está basada en el tráfico que circula desde la Comunidad de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitrenda.

De forma más detallada, en el siguiente cuadro se presenta la información de la demanda desagregada por tipo de movilidades:

**Cuadro 2.15 Demanda Actual de Transporte por Tipo de Vehículo**

TIPO DE VEHÍCULO	EPOCA DE COSECHA			RESTO DEL AÑO		
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Ferrocarril	0	0	0	0	0	0
Camión Grande	2	14	60	1	7	30
Camión Pequeño	0	0	0	0	0	0
Buses	0	0	0	0	0	0
Micros	0	0	0	0	0	0
Camionetas	2	14	60	1	7	30
Minibuses	0	0	0	0	0	0
Jeeps - Vagonetas	1	7	30	1	7	30
Autos - Taxis	5	35	150	3	21	90
Motocicletas	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>70</b>	<b>300</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>180</b>

Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

Así mismo, la demanda por un servicio de camino transitable (con obras de arte mayor y menor) está determinada por las actividades del flujo comercial de los principales productos agrícolas y ganadero que se producen en la zona.

En este sentido, a continuación se analizará los aspectos productivos del área de influencia del proyecto.

#### **2.7.1.1. Producción Agrícola**

Como se sabe, entre las actividades más importantes que desarrollan las familias de las comunidades beneficiarias, se tiene la agricultura y la ganadería pero se debe aclarar que la actividad es mixta, es decir tanto la agricultura como la ganadería son fundamentales para la subsistencia de las familias.

La producción tanto agrícola como ganadera en el área de influencia del proyecto se detalla a continuación:

**Cuadro 2.16 Superficie Cultivada, Rendimiento y Precio (Principales Cultivos)**

<b>Producto</b>	<b>Sup. Has</b>	<b>Rendimiento qq/Has.</b>	<b>Precio Bs.</b>
Maíz	158,2	3,0	1850
Cebolla	16,8	2,0	1270
Papa	127,9	2,5	1600
Arveja	84,2	2,0	1560
Tomate	80,8	5,0	2350
Manzana	16,8	12,0	2350
Ciruelo	15,2	12,0	2300
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>		

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

**Cuadro 2.17 Cantidad y Precio de las Principales Especies Ganaderas**

<b>Ganado</b>	<b>Cantidad/cabezas</b>	<b>Precio Vivo en finca Bs.</b>
Vacuno	1.300	1560
Porcino	420	150
Caprino	380	110
Ovino	330	105
Aves de Corral	500	12

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

La producción agrícola es destinada para muchos usos, empezando desde el consumo humano, para la venta y otros destinos dependiendo del tipo de producto. En los cuadros que se detallan a continuación se presenta la información sobre el destino de los productos.

**Cuadro 2.18**  
**Porcentajes de Destino de la Producción Situación sin Proyecto**

\* El precio de transporte es desde la Finca hasta cualquier mercado de consumo.  
Fuente: Encuesta Comunal.

**PRODUCCION AGRICOLA**

En Bolivianos

Tipo de Producto	Has.	Rend Tn/Has	Destino de la producción %					Lugar de Comercialización		% de Perdidas		Precio Venta Mcdo Local Bs./Tn	Precio Venta Mcdo Interior Bs./Tn	Precio Transporte* Bs/Tn	Costo Total de Producc.por Ha. (Bs)
			Venta	Consumo	Semilla	Trueque	Consumo animal	Mcdo. Finca	Mcdo. Regional	Merc. Finca	Merc. Reg.				
Maiz	158,2	3,0	55%	20%	5%	0%	20%	20%	80%	5%	4%	1850	1950,00	160,00	1.150,00
Cebolla	16,8	2,0	77%	15%	8%	0%	0%	20%	80%	7%	4%	1270	1370,00	160,00	850,00
Papa	127,9	2,5	80%	20%	0%	0%	0%	15%	85%	6%	3%	1600	1700,00	160,00	1.100,00
Arveja	84,2	2,0	82%	10%	8%	0%	0%	15%	85%	5%	3%	1560	1660,00	160,00	1.150,00
Tomate	80,8	2,0	90%	10%	0%	0%	0%	15%	85%	8%	5%	2350	2450,00	160,00	250,00
Manzana	16,8	12,0	90%	10%	0%	0%	0%	10%	90%	9%	5%	2350	2450,00	160,00	1.200,00
Ciruelo	15,2	12,0	92%	8%	0%	0%	0%	15%	85%	8%	5%	2300	2400,00	160,00	1.300,00

**PRODUCCION GANADERA**

GANADO	N° Cabezas	Destino de la producción %					Lugar de Comercialización		% de Perdidas		Precio Venta Mcdo Local Bs./Cab	Precio Venta Mcdo Interior Bs./Cab	Precio Transporte* Bs./Cab	Costo Total de Producc.por Cab. (Bs,)
		Venta	Consumo	Semilla	Trueque	Aumento del Hato	Mcdo. Finca	Mcdo. Regional	Merc. Finca	Merc. Reg.				
Vacuno	1300	56%	4%	0%	0%	40%	10%	90%	2%	1%	1560,00	1660,00	80,00	850,00
Porcino	420	64%	6%	0%	0%	30%	10%	90%	3%	2%	150,00	200,00	25,00	70,00
Caprino	380	60%	5%	0%	0%	35%	15%	85%	3%	2%	110,00	150,00	25,00	55,00
Ovino	330	58%	7%	0%	0%	35%	15%	85%	3%	2%	105,00	145,00	25,00	55,00
Aves de Corral	500	53%	12%	0%	0%	35%	20%	80%	3%	2%	12,00	17,00	3,00	5,00

Elaboración Propia

En el anterior cuadro se ha presentado a detalle los porcentajes del destino de la producción agrícola y ganadera; así mismo los mercados de comercialización y el porcentaje de pérdidas en cada uno de los mercados, es decir, si los productos son comercializados en el mercado local (mercados de la región o en mercados del interior del país), también se presenta la información sobre el precio de venta y costos de transporte.

En el cuadro 2.19, se presenta información sobre el destino de la producción pero medido en términos físicos, es decir, están expresados en quintales por producto y/o en términos de número de cabezas en el caso de ganado.

**Cuadro 2.19 Destino de la Producción Expresado en Términos Físicos Situación sin Proyecto**

<b>Tipo de Producto</b>	<b>Producción Total qq</b>	<b>Produce. Bruta para la Venta (qq)</b>	<b>Produce. Neta para Consumo (qq)</b>	<b>Producción para Semilla (qq)</b>	<b>Producción para Trueque (qq)</b>	<b>Producción Consumo animal (qq)</b>
Maíz	474,75	261,11	94,95	23,74	0,00	94,95
Cebolla	33,67	25,93	5,05	37,98	0,00	0,00
Papa	319,87	255,89	63,97	0,00	0,00	0,00
Arveja	168,35	138,05	16,84	37,98	0,00	0,00
Tomate	161,62	145,45	16,16	0,00	0,00	0,00
Manzana	202,02	181,82	20,20	0,00	0,00	0,00
Ciruelo	181,82	167,27	14,55	0,00	0,00	0,00
<b>Ganado</b>	<b>Cabezas</b>	<b>Prod. Bruta para la Venta (Cabezas)</b>	<b>Prod. Neta para Consumo (Cabezas)</b>			<b>Aumento Hato (cabezas)</b>
Vacuno	1300	728	52	0	0	520
Porcino	420	268,8	25,2	0	0	126
Caprino	380	228	19	0	0	133
Ovino	330	191,4	23,1	0	0	115,5
Aves de Corral	500	265	60	0	0	175

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

### 2.7.2. Estudio de Oferta

De manera general, la red vial esta compuesta por dos redes camineras, la red principal o troncal y la red secundaria o vecinal.

La red troncal se caracteriza por ser una carretera que une la Ciudad de Tarija con sus principales capitales de provincia y con los demás Departamentos del País. Las distancias desde la Ciudad de Tarija a las principales capitales Provinciales y Departamentales son las siguientes:

**Cuadro 2.20 Red de Caminos Troncales**

TRAMO	DISTANCIA KM.	TIPO DE CAMINO – SUPERFICIE
Tarija – Yacuiba	272	Carretera Nacional – Ripio/Asfaltado
Tarija – Villamontes	250	Carretera Nacional – Ripio
Tarija – Entre Ríos	108	Carretera Nacional – Ripio/Asfalto
Tarija – Caraparí	236	Carretera Nacional – Ripio
Tarija – Bermejo	204	Carretera Nacional – Asfaltado
Tarija – Padcaya	50	Carretera Nacional – Asfaltado
Tarija – Potosí	368	Carretera Nacional – Ripio
Tarija – Santa Cruz	786	Carretera Nacional – Ripio/Asfaltado

Fuente: Servicio Nacional de Caminos

Son caminos de tierra que están siendo mantenidos y mejorados periódicamente, contándose con un buen ripiado, atención de alcantarillas y desagües, su transitabilidad es continua casi todo el año con pequeñas interrupciones durante la época de lluvias, por estas características es considerada como una carretera de tercer orden. Por otro lado, en el cuadro anterior se observa que estos caminos contienen tramos asfaltados, pues estos son mayormente desde la Ciudad de Tarija hacia el Sur, ya que hacia el norte y este, los caminos son simplemente ripiados.

En cuanto a la red de caminos vecinales y/o comunales, en el área de influencia del proyecto, se puede decir que actualmente existe acceso desde la Comunidad de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá y viceversa.

**Cuadro 2.21 Oferta de Caminos Vecinales**

DESDE	HASTA	DISTANCIA (KM)	TIPO	ESTADO
Lagunitas	Alto Ipaguasu	8	Tierra	Malo
Alto Ipaguasu	Iboipitarendá	7	Tierra	Malo
Lagunitas	Palos Blancos	11	Tierra	Regular

### **2.7.3. Proyección de la Oferta y Demanda**

#### **2.7.3.1. Análisis de la demanda**

Para proyectar la demanda según la metodología propuesta por el SNIP, se debe basar en información histórica y disponible de los diferentes rubros de producción que están relacionados directamente a la infraestructura vial propuesta que permita establecer el comportamiento futuro de los requerimientos de uso.

Además, se debe considerar la población beneficiaria y su proyección para los próximos 20 años.

#### **2.7.3.2. Proyección de la población**

En el área del proyecto se tiene una población actual de 250 habitantes distribuidos en 50 familias, con un promedio de 5 miembros por familia.

Estas familias se convierten en los principales beneficiarios del proyecto, quienes tendrán mejores posibilidades de circulación vehicular y podrán comercializar su producción sin problemas.

**Cuadro 2.22 Población Actual del Área de Influencia del Proyecto**

Población Total	250
Tamaño Promedio de las familias	5
Numero aproximado de familias	50

Fuente: Encuesta Comunal

Elaboración propia

De acuerdo a la población actual, se procedió a proyectar la población para los próximos 20 años, considerando la tasa de crecimiento intercensal anual del Municipio de O'Connor, que es de 1,6%, lo cual indica que la población beneficiaria directa para el año 2029 será de 309 habitantes y 61 familias, de acuerdo al método ajustado de proyección (ver cuadro siguiente). Sin embargo, el proyecto tiene una vida útil de 10 años, por lo que la población dentro de 10 años será de 283 habitantes.

**Cuadro 2.23 Proyección de la Población**

AÑOS	METODO ARITMETICO "MA"	METODO GEOMÉTRICO "MG"	MÉTODO DE WAPPAUS "MW"	POBLACION AJUSTADA "PA"	FLIAS. PROYECTADAS
	$P_f = P_o(1+i*t)$	$P_f = P_o(1+i)^t$	$P_f = P_o \frac{(200+i*t)}{(200-i*t)}$	$PA = (MA + MG + MW) / 3$	
0	2009	200	200	200	50
1	2010	202	202	202	50
2	2011	204	204	204	51
3	2012	207	207	207	51
4	2013	209	209	209	52
5	2014	211	211	211	52
6	2015	213	213	214	53
7	2016	215	216	216	53
8	2017	217	218	218	54
9	2018	220	220	221	54
10	2019	282	283	283	55
11	2020	224	225	226	55
12	2021	226	228	228	56
13	2022	228	230	231	56
14	2023	231	233	233	57
15	2024	233	235	236	57
16	2025	235	238	238	58

17	2026	237	240	241	239	58
18	2027	239	243	244	242	59
19	2028	241	246	246	244	60
20	2029	309	309	309	308	61

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

### 2.7.3.3. Producción Agropecuaria

Se cuenta con datos de producción de la zona que están estratificados por rubros, descritos en capítulos anteriores lo cual nos sirve como base para la proyección de la demanda.

Para nuestro análisis vamos a considerar que los rendimientos se mantienen constantes puesto que no habrá mejoras en la producción agrícola, lo que variará es el volumen de la producción para la venta. Por lo que los productores destinarán un mayor porcentaje de producción para la venta que será comercializada en los mercados de abasto.

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la producción proyectada según los rubros de producción tanto agrícola como pecuaria.

**Cuadro 2.24 Proyección de la Producción Destinada a la Venta**

**SITUACIÓN SIN PROYECTO**  
**Expresado en Términos Físicos (TN.)**

PRODUCCION AGRICOLA	AÑOS PROYECTADOS				
	1	2	3	4	5 - 10
Maíz	261,1	261,1	261,1	261,1	261,1
Cebolla	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
Papa	255,9	255,9	255,9	255,9	255,9
Arveja	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
Tomate	145,5	145,5	145,5	145,5	145,5
Manzana	181,8	181,8	181,8	181,8	181,8
Ciruelo	167,3	167,3	167,3	167,3	167,3
<b>TOTAL</b>	<b>1175,5</b>	<b>1175,5</b>	<b>1175,5</b>	<b>1175,5</b>	<b>1175,5</b>

<b>PRODUCCION PECUARIA</b>					
Vacuno	728	728	728	728	728
Porcino	268,8	268,8	268,8	268,8	268,8
Caprino	228	228	228	228	228
Ovino	191,4	191,4	191,4	191,4	191,4
Aves de Corral	265	265	265	265	265
<b>TOTAL</b>	<b>1681</b>	<b>1681</b>	<b>1681</b>	<b>1681</b>	<b>1681</b>

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

Al contar con un camino estable todo el año y en especial en época de lluvias y de cosecha, los productores cultivarán una mayor superficie de tierra que se traducirá en un mayor porcentaje de su producción para la venta, que será comercializado en los principales centros de consumo.

### **Cuadro 2.25 Proyección de la Producción Destinada a la Venta**

#### **SITUACION CON PROYECTO**

Expresado en Términos Físicos (TN.)

<b>PRODUCCION AGRICOLA</b>	<b>AÑOS PROYECTADOS</b>				
	1	2	3	4	5 - 10
Maíz	474,7	474,7	474,7	474,7	474,7
Cebolla	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7
Papa	319,9	319,9	319,9	319,9	319,9
Arveja	168,4	168,4	168,4	168,4	168,4
Tomate	404,0	404,0	404,0	404,0	404,0
Manzana	202,0	202,0	202,0	202,0	202,0
Círuelo	181,8	181,8	181,8	181,8	181,8
<b>TOTAL</b>	<b>1784,5</b>	<b>1784,5</b>	<b>1784,5</b>	<b>1784,5</b>	<b>1784,5</b>
<b>PRODUCCION PECUARIA</b>					
Vacuno	1300	1300	1300	1300	1300
Porcino	420	420	420	420	420
Caprino	380	380	380	380	380
Ovino	330	330	330	330	330
Aves de Corral	500	500	500	500	500
<b>TOTAL</b>	<b>2930</b>	<b>2930</b>	<b>2930</b>	<b>2930</b>	<b>2930</b>

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

La producción incremental no se registra principalmente porque la influencia que tiene un camino en la producción es mínima pero sí tiene gran influencia en la comercialización de los productos agropecuarios.

**Cuadro 2.26 Producción Incremental Destinada a la Venta**

**Unidad de Medida: TN.**

PRODUCCION AGRICOLA	AÑOS PROYECTADOS				
	1	2	3	4	5 - 10
Maíz	213,6	213,6	213,6	213,6	213,6
Cebolla	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Papa	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
Arveja	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3
Tomate	258,6	258,6	258,6	258,6	258,6
Manzana	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
Ciruelo	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
<b>TOTAL</b>	<b>609,0</b>	<b>609,0</b>	<b>609,0</b>	<b>609,0</b>	<b>609,0</b>
<b>PRODUCCION PECUARIA</b>					
Vacuno	572	572	572	572	572
Porcino	151	151	151	151	151
Caprino	152	152	152	152	152
Ovino	139	139	139	139	139
Aves de Corral	235	235	235	235	235
<b>TOTAL</b>	<b>1249</b>	<b>1249</b>	<b>1249</b>	<b>1249</b>	<b>1249</b>

Fuente: Encuesta Comunal.

Elaboración Propia

En el anterior cuadro, se ha presentado la proyección de la producción según rubros o productos, de manera que aumente la producción que se destinará para la comercialización en los mercados de abasto, lo cual implica que habrá un mayor flujo de transporte desde y hacia las comunidades del área de influencia del proyecto.

Al incrementarse el volumen de comercialización en las comunidades involucradas en el proyecto, tendrá un efecto directo en un incremento en la demanda en el Tráfico Promedio Diario Anual TPDA dando como resultado una mayor circulación de movilidades.

#### **2.7.4. Análisis del Comportamiento Futuro de la Oferta**

Según la metodología propuesta por el SNIP, el comportamiento futuro de la oferta va a depender mucho de la implementación de proyectos complementarios al análisis de la oferta ya existente.

La proyección de vida útil del proyecto, se estima que tendrá una duración de 10 años aproximadamente realizando su respectivo mantenimiento. Como se dijo anteriormente, el comportamiento futuro de la oferta va depender de la implementación de proyectos complementarios, en este sentido, la implementación de obras tales como obras de arte, badenes y/o cunetas, definen el futuro de la oferta del camino.

### **2.8. DEFINICIÓN DE SITUACIÓN SIN PROYECTO (SITUACIÓN BASE OPTIMIZADA)**

Es lo que pasaría en el caso de no ejecutar el proyecto, considerando la utilización más óptima de los recursos disponibles. Se suelen realizar inversiones marginales.

Actualmente no existe una real comunicación vial entre las comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá con el proyecto, sobre todo la comunidad de Alto Ipaguasu – Iboipitarendá ya que el medio de comunicación más utilizado es el de taxis particulares, que ingresan a la comunidad de Alto Ipaguasu para prestar el servicio; el acceso a la comunidad de – Iboipitarendá es mas expedita debido a los

mejoramientos de los accesos. La comunicación que se tiene entre Alto Ipaguasu – Iboipitarendá es a caballo o caso contrario a pie, la gente se traslada a pie o caballo, a la comunidad de San Alberto ya que no existe un medio de transporte permanente a esta comunidad; por lo tanto no existiría una situación base optimizada porque no existe un camino, solo un camino de herradura por lo que no es una buena opción el mejoramiento de este tipo de acceso vial rudimentario; por lo tanto, la única alternativa es la apertura o construcción del camino Alto Ipaguasu – Iboipitarendá.

## **2.9. OBJETIVOS, METAS Y MARCO LÓGICO**

### **2.9.1. Descripción detallada del problema que pretende resolver el proyecto y las razones sociales, económicas y técnicas que lo justifican**

#### **2.9.1.1 Problema**

Los caminos vecinales, para muchas comunidades son de vital importancia, ya que viene a constituirse en el medio más importante para el desarrollo e integración de las mismas. Con la existencia de caminos vecinales en buenas condiciones los productores podrán comercializar su producción excedentaria a los diferentes mercados de abasto, y de esta manera, incrementar sus ingresos económicos por la venta de sus productos.

Sin embargo, esta posibilidad se ve muy restringida ya que actualmente la Comunidades Alto Ipaguasu – Iboipitarendá no están conectadas entre sí por lo que la comunidad de Iboipitarendá se encuentra marginada del flujo vehicular que existe desde la comunidad de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá; para llegar a un mercado de comercialización, deben transitar por un camino que no cuenta con los requerimientos técnicos establecidos, y que en periodo de lluvias se hace intransitable. Esta situación ocasiona a que las familias incurran en elevadas pérdidas poscosecha, y en algunos casos no puedan trasladar sus productos a los mercados de consumo, incurriendo en pérdidas aún mayores.

El medio de comunicación más utilizado es el de taxis particulares, que ingresan a la comunidad de Iboipitarendá para prestar el servicio, el acceso a la comunidad de Alto Ipaguasu es más expedito debido a los mejoramientos de los accesos. La comunicación que se tiene entre Alto Ipaguasu – Iboipitarendá es a caballo o caso contrario a pie, la gente se traslada a pie o caballo, a la comunidad de Lagunitas ya que no existe un medio de transporte permanente a esta comunidad.

El camino que se pretende construir y es motivo de este estudio es el que une las tres comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción.

#### **2.9.1.2. Razones que lo justifican**

##### **a) Razones sociales**

Una de las razones sociales que justifican la construcción del camino radica básicamente en que los habitantes o familias requieren un camino vehicular estable durante todo el año, y en especial en épocas de cosecha que les permita integrarse a otras comunidades vecinas de manera más rápida, con el objeto de acceder a los mercados de abasto para poder comercializar sus productos tanto agrícolas como pecuarios, y con estos mismos ingresos poder acceder a otros productos que no se producen en la zona y poder tener una alimentación más balanceada y equilibrada.

##### **b) Razones económicas**

Entre las razones económicas que justifican la implementación del proyecto, es que se tiene una producción excedentaria que no es consumida por los productores, lo que implica que este excedente de producción necesita ser comercializado. Para poder comercializarse se requiere contar con un buen camino en épocas de cosecha y el

resto del año, y comercializar los productos tanto agrícolas como pecuarios hacia los mercados de abasto tanto provinciales como departamentales.

### **c) Razones técnicas**

Lo que se pretende con el proyecto es proveer de un acceso permanente mediante la construcción de un camino con todas las normas exigidas para este tipo de proyectos, que cuente con todas las especificaciones técnicas planteadas en el pliego de especificaciones, realizar la construcción de obras de arte menor como ser cunetas, badenes, alcantarillas de alivio, etc.

### **2.9.2. Objetivo general**

El objetivo principal del proyecto es la apertura de un camino vecinal, para la integración de las comunidades de “Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá”, además que servirá para incrementar la actividad productiva de la región, beneficiara a corto plazo a la comercialización de los productos de las familias beneficiadas, asimismo reducirá el costo de los productos en los mercados y finalmente posibilitar el ahorro de recursos a través de la reducción de los costos de transporte y mantenimiento.

#### **2.9.2.1. Objetivos específicos**

- Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalde la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.
- Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.

- Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.
- Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.
- Realizar el diseño geométrico del camino, con programa computarizado Land Cad 20009 de acuerdo a las normas técnicas que se establecen en la Norma Boliviana.
- Dimensionamiento de todas las obras de drenajes necesarios para el buen funcionamiento del camino, tomando en cuenta al estudio hidrológico e hidráulico.

#### **2.9.2.2. Objetivos técnicos**

- Realizar el diseño geométrico del camino, de acuerdo a los parámetros que se establecen en la norma de la ABC (Administradora Boliviana de Carretera).
- La alternativa elegida será desarrollada de acuerdo a los parámetros que se describen en el alcance del estudio, hasta completar el diseño final del tramo, el cual permitirá construir el camino y estará enfocado considerando todas las características técnicas, económicas y sociales de la zona.
- Se ofrece realizar el estudio de diseño coherente y eficiente, que permita que el camino ofrezca las mejores condiciones de transitabilidad durante todo el año.

### **2.9.3. Metas/resultados**

- 14.90 Kilómetros de camino con capa de rodadura de ripio de 21 cm., apertura desde la comunidad de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarena.
  
- El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.
  
- Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.
  
- Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realiza servicios a las zonas de proyecto.
  
- Incorporación de 3 comunidades a la red vial del municipio de O’connor beneficiadas directamente con el camino.
  
- Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.

### **2.9.4. Marco Lógico**

En el marco lógico se describen objetivos, resultados esperados y actividades del proyecto.

OBJETIVOS:	INDICADORES VERIFICABLES		MEDIOS Y/O FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS IMPORTANTES
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Mejorar e incrementar la comercialización de productos agrícolas y pecuarios de las comunidades beneficiarias hacia los centros de abasto y de consumo masivo, a través de la construcción del camino Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El traslado de los productos al mercado de consumo, actualmente es complicado.</li> <li>⊙ Los comunarios agricultores tienen una producción excedentaria, que necesita ser comercializada en los mercados de abasto y de consumo masivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se aumenta el volumen de comercialización de productos agrícolas y por ende el nivel de ingreso en las comunidades.</li> <li>⊙ Se mejora y se hace más fácil la salida de la producción en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes mensuales de la entidad ejecutora.</li> <li>⊙ Encuestas del flujo de vehículos en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El transporte de carga y pasajeros es permanente y se reduce los riesgos de pérdidas de producción.</li> <li>⊙ Se cumplen los objetivos del proyecto.</li> </ul>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalde la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.</li> <li>⊙ Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.</li> <li>⊙ Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.</li> <li>⊙ Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho promedio actual de plataforma existente del camino de 1,2 Km. es de 4,0 metros aproximadamente.</li> <li>⊙ No existe la construcción de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc.</li> <li>⊙ Existe pérdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho de plataforma es de 6,00 metros, doble vía con carril de 3,0 y bermas de 0,00 m en ambos lados de la vía.</li> <li>⊙ La existencia de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc. permite la transitabilidad en toda época.</li> <li>⊙ No existen pérdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de evaluación periódica.</li> <li>⊙ Estadísticas y diagnósticos agropecuarios sobre la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se incrementa la producción y el volumen de comercialización.</li> <li>⊙ El camino es transitable y estable todas las épocas del año.</li> </ul>
<b>METAS/RESULTADOS ESPERADOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ 15.90 Kilómetros de Camino con capa de rodadura de ripio de 21 cm., apertura desde la comunidad de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Camino que no cumple con</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se tiene un camino principal con una plataforma muy buena con un material en excelentes condiciones en toda la extensión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de seguimiento,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se cumplen los plazos para la entrega de las obras.</li> <li>⊙ El camino cumple con los objetivos</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>© El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.</li> <li>©</li> <li>© Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.</li> <li>©</li> <li>© Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realizan servicios a las zonas de proyecto.</li> <li>©</li> <li>© Incorporación de 2 comunidades a la red vial del municipio de Caraparí beneficiadas directamente con el camino.</li> <li>©</li> <li>© Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.</li> </ul>	<p>las normas técnicas mínimas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© Todo el trayecto cuenta con obras de drenaje.</li> <li>© Se realizan movimientos de tierra.</li> </ul>	<p>supervisión y visitas de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>© Entrega oficial de la obra.</li> </ul>	<p>previstos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>© Las obras de arte funcionan de acuerdo al diseño.</li> <li>© Los beneficiarios realizan el mantenimiento de las obras.</li> </ul>																																																																								
<p><b>ACTIVIDADES DEL PROYECTO:</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center; color: blue;"><b>PRESUPUESTO POR MÓDULOS</b></p> <p>Proyecto: MEJORAMIENTO DE CAMINO LAGUNITAS - ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA          Cliente: GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, PROVINCIA O'CONNOR          Lugar: ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA</p> <p style="text-align: right;">Tipo de cambio: 1 \$us = 7.06 Bs.          Fecha: 30/11/2010</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nº</th> <th style="text-align: center;">Descripción ítem</th> <th style="text-align: center;">Und.</th> <th style="text-align: center;">Cant.</th> <th style="text-align: center;">Unif.</th> <th style="text-align: center;">Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.-</td> <td>TRABAJOS PREVIOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">87697.68</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.-</td> <td>MOVIMIENTO DE SUELOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">1332100.08</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.-</td> <td>MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">27625.50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">398942.30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">120372.62</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.-</td> <td>OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">96430.87</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.-</td> <td>CAPA DE RODADURA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">672453.26</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8.-</td> <td>SENALIZACION</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">15143.64</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.-</td> <td>DISIPADORES DE ENERGIA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">17600.79</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.-</td> <td>PROVISION DE MATERIAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">10500.00</td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Total presupuesto:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>2778866.74</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>SON: Dos Millones Setecientos Setenta Y Ocho Mil Ochocientos Sesenta Y Sies con 74/100 Bs.</p> </div>		Nº	Descripción ítem	Und.	Cant.	Unif.	Parcial	1.-	TRABAJOS PREVIOS				87697.68	2.-	MOVIMIENTO DE SUELOS				1332100.08	3.-	MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE				27625.50	4.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO				398942.30	5.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE				120372.62	6.-	OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN				96430.87	7.-	CAPA DE RODADURA				672453.26	8.-	SENALIZACION				15143.64	9.-	DISIPADORES DE ENERGIA				17600.79	10.-	PROVISION DE MATERIAL				10500.00	<b>Total presupuesto:</b>					<b>2778866.74</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© De acuerdo al presupuesto del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© Informes de supervisión.</li> <li>© Visitas de campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>© La empresa que realiza la construcción cumple con el cronograma propuesto en el proyecto.</li> </ul>
Nº	Descripción ítem	Und.	Cant.	Unif.	Parcial																																																																							
1.-	TRABAJOS PREVIOS				87697.68																																																																							
2.-	MOVIMIENTO DE SUELOS				1332100.08																																																																							
3.-	MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE				27625.50																																																																							
4.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO				398942.30																																																																							
5.-	OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE				120372.62																																																																							
6.-	OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN				96430.87																																																																							
7.-	CAPA DE RODADURA				672453.26																																																																							
8.-	SENALIZACION				15143.64																																																																							
9.-	DISIPADORES DE ENERGIA				17600.79																																																																							
10.-	PROVISION DE MATERIAL				10500.00																																																																							
<b>Total presupuesto:</b>					<b>2778866.74</b>																																																																							

## **2.10. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DEL PROYECTO Y ALTERNATIVA ELEGIDA**

### **2.10.1. Análisis de Alternativas Técnicas**

Para el diseño del proyecto se utilizó una pendiente máxima de 12.00 % que está dentro de los parámetros que utiliza el Reglamento para Diseño de Caminos Vecinales (PDCR II); según normativa de la ABC, la pendiente máxima debería de ser del 10 hasta 12%. Para el diseño en planta se trazaron tres alternativas para lograr el mejor trazo del camino, específicamente en las zonas donde la topografía era muy escarpada, ya que en esos lugares se emplazaron radios de curvaturas mínimos según norma. También se tuvo en cuenta para el alineamiento del camino a las familias propietarias de las tierras que están entre los límites del camino, las cuales no permitían que el emplazamiento del camino afecte de gran manera a sus sembradíos o parcelas, lo cual fue el factor determinante para el emplazar el alineamiento final.

Se definió las alternativas de trazo con una poligonal abierta, ubicando los puntos de inflexión o PI's, en función de los radios de curvatura mínimos para aquellos casos que el ángulo de deflexión sea bastante grande.

Fueron consideradas tres alternativas, todas definidas en el campo con criterios técnicos, económicos y sociales.

#### **1. Alternativa I**

Comprende la apertura y mejoramiento de **14.90 Km.** De longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II .Este trazo se lo realizo tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo más coherente, donde se obtuvo trazos más rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

## **2. Alternativa II**

La Alternativa II Comprende el mejoramiento de **15.45 km.** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de cultivos ,pastoreo , lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección, además aumenta la distancia del camino , se aumentaban algunas obras de arte , se encontraron pendientes longitudinales muy altas , las cuales estaban fuera de la norma.

### **2.10.2 Aspectos Técnicos de la Alternativa Elegida**

Para la elaboración de un proyecto de carretera se siguen varias etapas, que establecen en forma clara los objetivos; dentro de esas etapas en la Ingeniería de Proyecto se tienen sub etapas, entre las cuales se encuentra el reconocimiento y la elección de la ruta.

Sin duda, es importante antes de realizar el reconocimiento y la elección de alternativas conocer los antecedentes que guardan relación con el tramo en estudio; entre estos antecedentes necesariamente estarán los de tipo social, económico, político y técnico.

Como el estudio contempla la apertura y el mejoramiento del tramo, se ha planteado tres alternativas para el trazo, considerando todas las normas de la ABC, AASTHO, PDCR II, tomando en cuenta las pendientes admisibles, los movimientos de tierra, alineamientos, radios de curvatura y la adecuada ubicación de las obras de arte como las alcantarillas de alivio, alcantarillas de cruce, badenes, tratando de proyectar el camino, equilibrando las características técnicas, económicas, sociales y ambientales, Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Trazado recto, Menor movimiento de tierras, Menor costo.

Una vez analizadas las tres alternativas, se eligió la Alternativa I por ser la más adecuada a los parámetros técnicos, sociales, económicos y políticos mencionados; la alternativa I, se adapta de mejor manera al terreno y brinda mayor seguridad al conductor, presenta un menor costo y mejores indicadores de rentabilidad (presentados en los cuadros precedentes).

En tal sentido, se establece que el camino sea una ruta segura y que beneficie a la mayor cantidad de comunarios para que puedan llevar sus productos a comercializar a las localidades más cercanas; es muy importante su implementación para que el flujo vehicular no tenga problemas en todo el año especialmente en época de lluvias.

## **2.11. ESTUDIO TÉCNICO (INGENIERÍA DEL PROYECTO)**

El presente Proyecto fue elaborado en base al “Manual de Diseño Geométrico de la ABC y Formulación de Proyectos de Caminos Vecinales y Puentes Vehiculares” del Sistema Nacional de Inversión Pública.

Sin embargo, algunos de los criterios de diseño empleados fueron extraídos del “Manual y Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” de nuestro país, por ejemplo, el criterio de que a medida que aumente el radio de curva circular por encima del mínimo, se reducirá gradualmente en una relación curvilínea el peralte “e”.

El Diseño Geométrico fue realizado contemplando el menor movimiento de tierras, el paso por puntos obligados horizontales y verticales y sin sobrepasar la pendiente longitudinal máxima y el radio mínimo de curvatura.

El movimiento de tierras fue realizado contemplando la compensación entre volumen de corte y relleno en aquellos tramos que no se encuentran en ladera y en aquellos

que sí se dio prioridad al corte por la dificultad de construir terraplenes en pendientes transversales fuertes típicas de las laderas.

El diseño de obras de arte menor tomó mucha importancia con el objetivo de que el camino no pierda transitabilidad en la época de lluvias.

El Proyecto Construcción Camino Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá contempla el mejoramiento de un tramo de camino vecinal de una longitud de 14.90 Km., con una capa rodadura de ripio de 21.00 cm. de espesor y en todo el ancho de plataforma.

El detalle del diseño técnico de la construcción del camino Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá se presenta en la sección anexos del presente proyecto.

## **2.12. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

### **2.12.1. Tamaño**

El proyecto pretende la construcción de un camino de doble vía de 14,90 kilómetros de longitud, con una capa de ripio, que permitirá el tráfico de autos livianos y pesados entre las comunidades de Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarendá.

### **2.12.2. Población Beneficiaria**

La población beneficiaria con el proyecto se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.34 Población Beneficiaria**

N°	Sectores/Comunidad	Familias		Habitantes	
		N°	(%)	Total	(%)
1	<i>Sector Capiazuti</i>	12	24%	60	0,24
2	<i>Ipaguazú</i>	16	32%	80	0,32
3	<i>Mboipitarendá</i>	16	32%	80	0,32
4	Ñacaguazu	1	2%	5	0,02
5	Imirenda	5	10%	25	0,1
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>	<b>250</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta Comunal

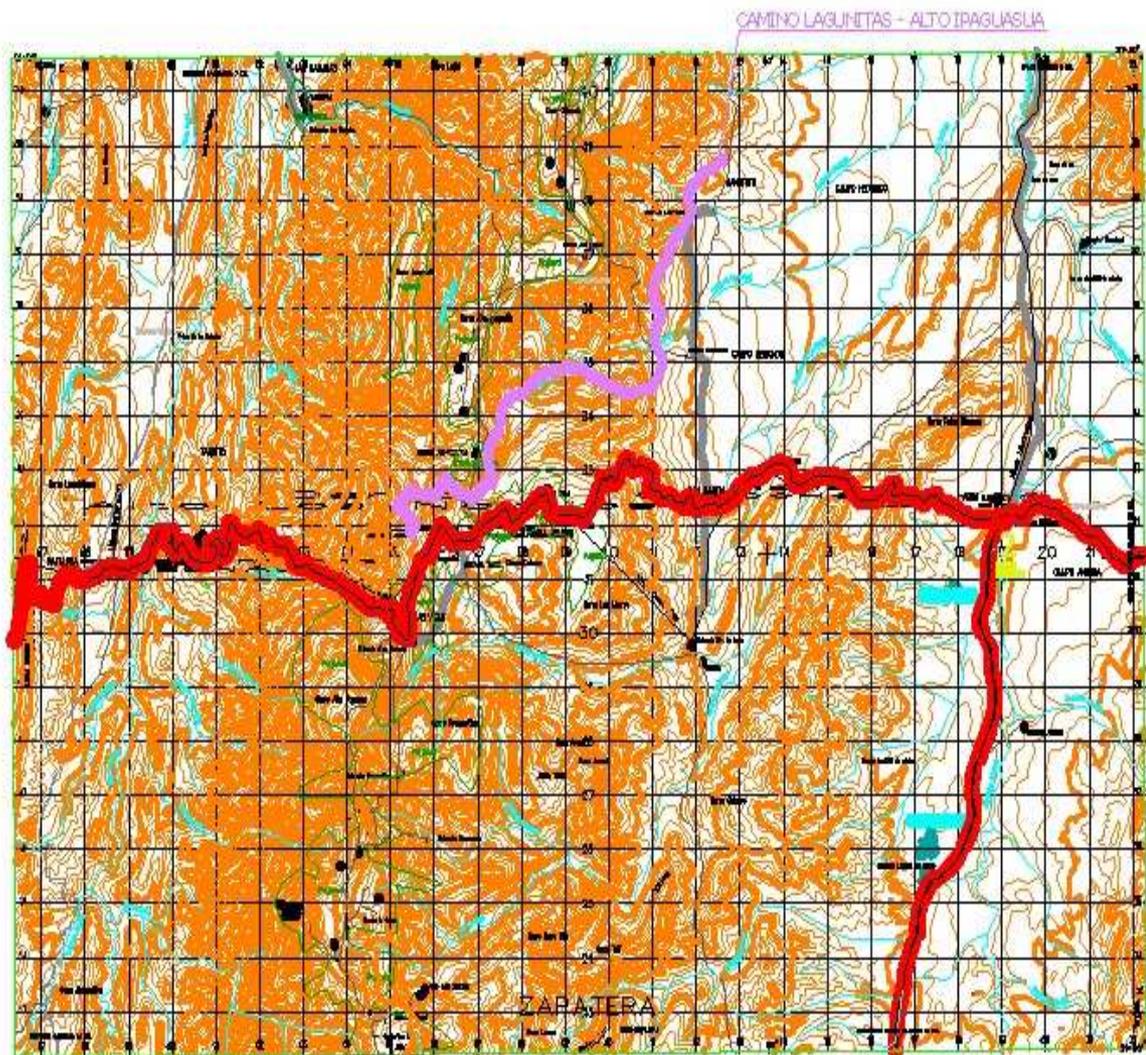
### 2.12.2. Localización

El proyecto se encuentra localizado en las comunidades de camino Lagunitas – Alto Ipaguasu – Iboipitarena, del Municipio de O’connor, perteneciente al Departamento de Tarija.

**Imagen 2.2 Localización de la Zona de Estudio**

PALOS BLANCOS

HOJA BB29 IV BOLIVA 1:50,000



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.13. CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES TÉCNICAS

Los costos de inversión para la etapa de construcción son:

**Cuadro 2.35 Costos de Inversión**

<b>PRESUPUESTO POR MÓDULOS</b>					
Proyecto: MEJORAMIENTO DE CAMINO LAGUNITAS - ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA					
Cliente: GOBIERNO MUNICIPAL DE ENTRE RIOS, PROVINCIA O'CONNOR					
Lugar: ALTO IPAGUASU - IBOIPITARENDA					
Tipo de cambio: 1 \$us = 7.06 Bs.					
Fecha: 30/11/2010					
Nº	Descripción ítem	Und.	Cant.	Unit.	Parcial
	1.- TRABAJOS PREVIOS				87697.68
	2.- MOVIMIENTO DE SUELOS				1332100.08
	3.- MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUBRASANTE				27625.50
	4.- OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE ALIVIO				398942.30
	5.- OBRAS DE ARTE MENOR: ALCANTARILLAS DE CRUCE				120372.62
	6.- OBRAS DE ARTE MENOR: BADEN				96430.87
	7.- CAPA DE RODADURA				672453.26
	8.- SENALIZACION				15143.64
	9.- DISIPADORES DE ENERGIA				17600.79
	10.- PROVISION DE MATERIAL				10500.00
	<b>Total presupuesto:</b>				<b>2778866.74</b>

SON: Dos Millones Setecientos Setenta Y Ocho Mil Ochocientos Sesenta Y Sies con 74/100 Bs.

Tipo de cambio: 7,06 Bs. x 1 \$us.

## 2.14. ESTUDIO AMBIENTAL

### 2.14.1. Aspectos Medio Ambientales

Para el presente análisis, se ha tomado como base la Matriz de medidas de Mitigación y se considera tres fases del proyecto que son: La fase de elaboración del diseño, la fase de construcción:

Fase de Elaboración del Diseño: En la definición de obras alternativas participaron el Comité de Proyecto y los usuarios del camino, tanto en la verificación de la

infraestructura actual, identificación de problemas y priorización de obras. Los trabajos de replanteo, no contemplan la tala forestal de riesgo.

De acuerdo al análisis de suelos y por la topografía de los mismos, en las áreas de cultivo no existen potenciales riesgos de erosión, sin embargo en los terrenos con pequeñas pendientes será necesario aplicar prácticas de conservación de suelos (terrazas, curvas de nivel y otras) para mitigar el posible riesgo de erosión. Es anexos se presenta el estudio ambiental y la ficha ambiental correspondiente.

## **2.15. ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD**

### **2.15.1. Entidad Encargada de la Operación y Mantenimiento**

La entidad encargada de la Operación y Mantenimiento del Proyecto será el Corregimiento Mayor de Caraparí, conjuntamente el comité de proyecto compuesto por los propios comunarios.

### **2.15.2. Plan de Administración y Gestión del Servicio**

Una vez concluida la construcción del camino, y sea entregada en su totalidad a los comunarios, se debe tener muy clara la modalidad de administración.

En tal sentido, la administración del proyecto estará a cargo del comité de Administración del Proyecto, el mismo que debe ser el responsable de administrar en caso de que existan los recursos designados por el Corregimiento Mayor de Caraparí para el mantenimiento del Camino.

### **2.15.3. Plan de operación y mantenimiento**

El mantenimiento de un camino se lo realiza desde el punto de vista preventivo y correctivo; con el objeto de alargar la vida útil del proyecto.

Generalmente los caminos vecinales son mantenidos por los propios comunitarios y por los usuarios en caso que se presenten derrumbes ocasionados por las lluvias. El cronograma de ejecución anual para la Operación y Mantenimiento se enmarca de acuerdo al cuadro siguiente.

**Cuadro 2.36 Cronograma de Operación y Mantenimiento**

ACTIVIDAD	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octb.	Nov.	Dic.
<b>MANTENIMIENTO DE RUTINA</b>												
Bacheo	■			■			■			■		
Limpieza de Alcantarillas	■											
Limpieza de Cunetas		■			■			■			■	
Reparación de Obras de Drenaje			■			■			■			■
Limpieza de Vegetación				■					■			
<b>MANTENIMIENTO PERIODICO</b>												
Ripiado	El Ripiado será responsabilidad del Municipio de Caraparí (5° año de operación)											
<b>EMERGENCIAS</b>												
Restitución de Plataforma												
Despeje de vía Obstruida												

Fuente: Elaboración propia

## 2.15.4. Estructura Organizacional y de Gestión

### 2.15.4.1. Estructura organizacional

Un aspecto fundamental de la operación y mantenimiento de un camino, es la organización de una asociación de usuarios, con las normas, estatutos administrativos, para que sea la responsable permanente de esta actividad.

## 2.16. INGRESOS Y BENEFICIOS CON Y SIN PROYECTO

Los ingresos y beneficios que son producidos, tanto en las situaciones sin proyecto como con proyecto, son los provenientes de la producción tanto agrícola como ganadera en el área de influencia del proyecto. La estimación de estos ingresos puede ser apreciada en Anexos, correspondiente a la evaluación del proyecto.

## 2.17. INVERSIONES Y COSTOS, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN

### 2.17.1. Costos de Inversión

#### 2.17.1.1. Análisis de Precios Unitarios para cada Ítem

En la sección anexos, se adjunta el análisis de precios unitarios, con el detalle de costos directos e indirectos (con base en los rendimientos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo), como así también el detalle de gastos generales y utilidades.

#### 2.17.1.2. Presupuesto General

El presupuesto general del proyecto para cada uno de sus componentes se presenta en anexos; sin embargo, a continuación se presenta un resumen general del presupuesto (ver cuadro siguiente).

**Cuadro 2.37 Costos de Inversión**

DESCRIPCIÓN	Precio Total (Bs.)	Porcentaje (%)
<b>PRESUPUESTO GENERAL INFRAESTRUCTURA</b>		
Entidad Ejecutora del Proyecto	2778866.74	100.00
Comunidades Beneficiarias del Proyecto	0.00	0.00
<b>PRESUPUESTO DE GENERAL DE SUPERVISIÓN (7% del P. G. Infraestructura)</b>		
Entidad Ejecutora del Proyecto	194520.60	100.00
Comunidades Beneficiarias del Proyecto	0.00	0.00

Fuente: Detalle de la Inversión

Tipo de Cambio: 7,06 Bs. por 1 \$us

## 2.17.2. Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de mantenimiento vial se refieren a las actividades que se efectúan periódicamente en un camino, con el propósito de mantener la vía en condiciones aceptables, de manera que los vehículos puedan circular por ella sin dificultades.

El presupuesto contempla gastos en lo que respecta a mantenimiento, el costo de mantenimiento de esta infraestructura vial es de 60.369,40 Bolivianos anuales.

### Cuadro 2.38 Operación y Mantenimiento

#### PRESUPUESTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

##### A: MANTENIMIENTO DE RUTINA

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTI	P.U. (Bs.)	COSTO (Bs.)
1	Técnico Ingeniero Constructor	GLB	1	1.800	1.800
2	Bacheo	M3	60	30	1.800
3	Limpieza de Alcantarillas	PZA	24	30	720
4	Limpieza de cunetas	ML	14.900	2	29.799
5	Reparación de obras de drenaje disipadores	PZA	53	50	2.650
6	Limpieza de vegetación	HA	3	500	1.500
					<b>38.269</b>

##### B: MANTENIMIENTO PERIODICO

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTI	P.U. (Bs.)	COSTO (Bs.)
1	Ripiado	M3	120	75	9.000
2	Remoción de escombros	M3	10	50	500
					<b>9.500</b>

##### C: EMERGENCIAS

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTI	P.U. (Bs.)	COSTO (Bs.)
1	Restitución de plataforma	M3	150,0	80,0	12.000
2	Despeje de via obstruida	M3	10,0	60,0	600
					<b>12.600</b>

**TOTAL (Bs /año) = 60.369,40**

**TOTAL (Bs /mes) = 5.030,78**

**TOTAL (Bs /día) = 167,69**

Fuente: Detalle de la Inversión

Tipo de Cambio: 7,06 Bs. por 1 \$us

## CAPITULO III

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 3.1 TOPOGRAFIA.

La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Desde el punto de vista de la topografía se puede clasificar los terrenos en cuatro categorías, que son:

**a) Terreno Llano.-** De ordinario tiene pendientes trasversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del  $\pm 3\%$ .

**b) Terreno ondulado.-** Se caracteriza por tener pendientes trasversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineaciones más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.

**c) Terreno montañoso.-** Está constituido por cordones montañosos o "cuestas"; la planta está controlada por el relieve del terreno (Puntillas, Laderas de fuerte inclinación transversal, Quebradas profundas, etc.) Las pendientes trasversales de la vía suelen ser del 13% al 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación. Pendientes longitudinales de las vías de del 4% al 9% son comunes.

**d) Terreno escarpado.-** Aquí las pendientes del terreno trasversales de la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por lo tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%.

La topografía del camino de estudio se considera como un terreno montañoso por tener la mayoría de las pendientes trasversales y longitudinales en ese rango,

aunque en una parte del tramo presenta una pendiente mayor al 8% como un terreno escarpado, pero en la mayoría de los tramos permite un alineamiento recto, lo que limita que el alineamiento no sea en su totalidad recto con las pendientes fuertes, y el terreno accidentado.

### **3.1.1 Trabajo de campo.**

Para el presente proyecto se realizó el levantamiento topográfico con estación total Sokkia Set 10K.

En el campo se realizó el levantamiento sobre el eje del camino, que se fue definiendo en campo de acuerdo a parámetros técnicos como pendiente, radio de curvatura, tipo de suelo, etc. Se sacaron transversales cada veinte metros longitudinalmente y treinta metros hacia los costados del eje, según se veía necesario por los cambios de pendientes para el diseño geométrico.

Este levantamiento tuvo el objetivo de proporcionar la topografía a detalle de la totalidad del camino, la ubicación y características de todas las obras de arte, protección, áreas de cultivo a indemnizar, líneas de servicio y otras instalaciones públicas y privadas que pudieran encontrarse dentro del área levantada, para la confección del plano en planta, perfil longitudinal y perfiles transversales para trazar el eje definitivo del camino, calcular el movimiento de tierras más rentable de acuerdo al tipo de suelo, etc.

Para referencia de las coordenadas absolutas se usarán coordenadas UTM, tomando como punto inicial las coordenadas medidas con el sistema de navegación GPS que partirá del inicio del camino; en base de estas coordenadas se fueron calculando los Bench Marks (BMs), cementados de dimensiones estandarizadas y pintados de color rojo, los cuales están ubicados a cada 1000 m, y en la izquierda y derecha del camino, y en las partes finales del camino.

Todos ellos serán ubicados fuera del área futura de construcción y debidamente referenciados y protegidos, con objeto de garantizar su permanencia cuando se ejecuten el replanteo de todas las obras a construir.

Con el estudio topográfico se localizarán también los yacimientos de préstamo o fuentes de material para ser empleados en la construcción de los terraplenes, capa de rodadura y obras de arte en general.

### **3.1.2 Trabajo de Gabinete.**

Una vez recogido los datos que la estación nos proporcionó en coordenadas UTM, se procedió a procesar la información en el programa de nombre Autodesk Land Desktop 2009 que es una herramienta avanzada que nos ayuda mucho en el diseño geométrico , cálculo de volúmenes, planillas de replanteo , armado de planos planta-perfil, simplificando el tiempo de trabajo.

Partiendo de la categoría de camino y la normativa correspondiente se tomaron parámetros de diseño para el trazado geométrico y algunas tablas que se ve más adelante.

Dentro del trabajo de gabinete se realizaron los siguientes planos:

- Plano de planta general
- Plano planta - perfil
- Plano de transversales
- Plano de curva masa
- Plano de detalles

## **3.2 ANALISIS DE SUELOS**

### **3.2.1 Introducción**

El término suelo es todo material suelto, desintegrado, que se encuentra en la corteza terrestre, como: guijarros, piedras, granzones, arenas limos, arcillas, materiales turbosos y mezclas de estos materiales. La capa superficial de la tierra; rica en materia orgánica, se desintegra, con el nombre de “capa vegetal”.

Por lo general, los suelos son derivados en forma mecánica, biológica o química de la roca, que es el material sólido constitutivo del estrato externo de la corteza terrestre. Las rocas están compuestas de uno o más minerales, por lo que los suelos también están compuestos de una combinación de minerales de origen diverso.

El suelo es por lo tanto, un sistema de partículas sólidas de muy variados tamaños que actúan entre sí y que además contiene agua y aire.

El agua contenida desempeña un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo que debe considerarse como parte fundamental del mismo.

Para el proyecto se realizó el estudio de suelos para la subrasante del terreno natural; para tal efecto, se extrajo muestras del suelo natural del tramo cada 500 m. a una profundidad de 80 cm., cada muestra extraída pesaba aproximadamente 5000 gr. que es necesarias para realizar los ensayos de clasificación como se indica en la teoría de la práctica. Se pudo observar que en todo el trayecto del camino en estudio se encontraba suelos finos; de esta manera, las muestras fueron transportadas a un laboratorio de suelos para su posterior análisis.

### **3.2.2 Clasificación**

Dada la complejidad, y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica debe ir precedido por otro de clasificación completa.

Obviamente la Mecánica de Suelos desarrolló estos sistemas de clasificación desde un principio. Primeramente, dado el escaso conocimiento que sobre los suelos se tenía, fundándose en criterios puramente descriptivos, nacieron así varios sistemas y los basados en las características granulométricas, ganaron popularidad rápidamente.

Es evidente que un sistema de clasificación que pretenda cubrir hoy las necesidades correspondientes debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser éstas lo fundamental para las aplicaciones ingenieriles. A la vez, esta base debe ser preponderantemente cualitativa, puesto que un sistema que incluyese relaciones cuantitativas y de detalle respecto a las propiedades mecánicas, resultaría sin duda, excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica; además un sistema útil de clasificación debe servir para normar el criterio del técnico respecto al suelo del que se trate, previamente a un conocimiento más profundo y extenso de las propiedades del mismo; de hecho, una de las más importantes funciones de un sistema sería proporcionar la máxima información normativa, a partir de la cual el técnico sepa en qué dirección profundizar su investigación.

El sistema de clasificación usado actualmente y el más común todavía para diseño y construcción de caminos, es el propuesto por la Norma AASTHO y es con la cual se trabajó en este proyecto y el sistema unificado para definir o clasificar los tipos de suelos encontrados provenientes de la sub rasante.

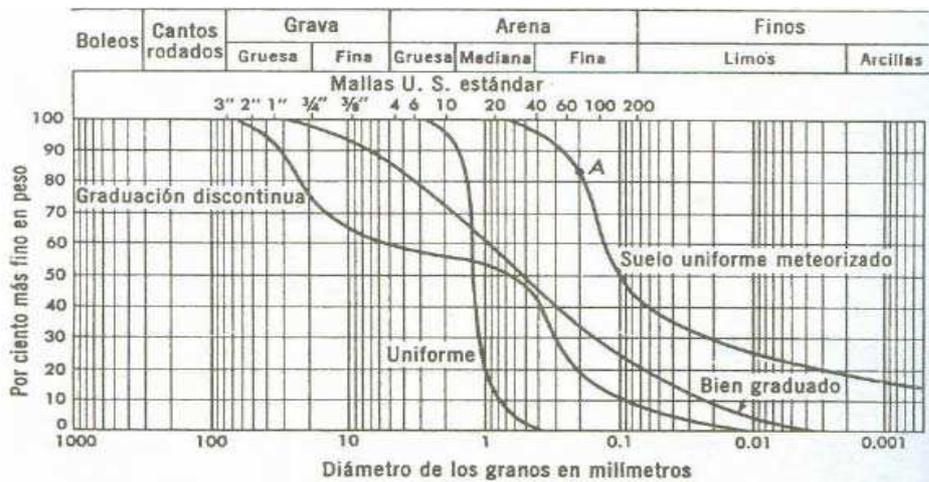
Para llegar a una clasificación de suelos es imprescindible realizar los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg que se verán a continuación.

### 3.2.2.1 Análisis Granulométrico

Es la distribución porcentual de los tamaños de partículas que conforma un suelo, realizado con ayuda de un juego de mallas que tienen un tamaño graduado establecido por las normas ASTM y AASHTO; su objetivo es determinar cuantitativamente el tamaño de las partículas de los agregados gruesos y finos como son las gravas, arenas, limos y arcillas.

Si bien se realiza una distribución de tamaños, esto no incide en la forma que puedan tener los granos de suelo, ya que al retener material en una malla se observa diferentes tamaños y el porcentaje que se calcula está basado estrictamente en los pesos que se retiene en la malla, referido al peso total que se utiliza en el ensayo.

**Figura 3.1 Gráfico para la representación de las curvas granulométricas**



Fuente: Normas ASTM.

### 3.2.2.2 Limites de ATTERBERG

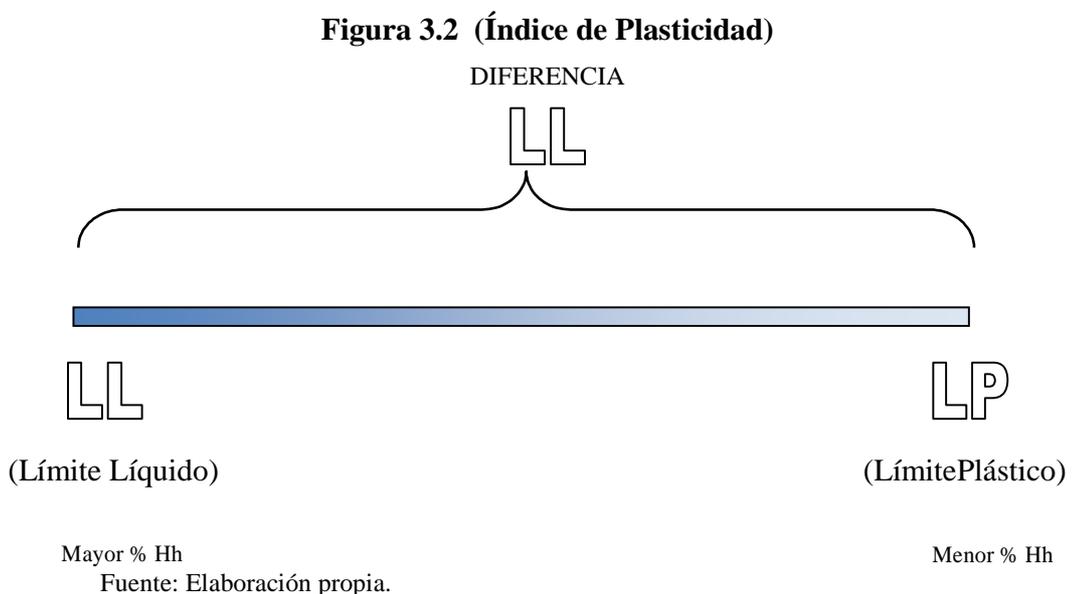
Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido,

semi-sólido, plástico y líquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro.

El método usado para medir estos límites se conoce como Método de Atterberg y los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estados se denominan límites de Atterberg. Ellos marcan una separación arbitraria, pero suficiente en la práctica, entre los cuatro estados mencionados anteriormente.

De estos límites los más conocidos y usados en la práctica de ingeniería son los límite líquido y límite plástico cuyos valores definen el índice de plasticidad (IP) como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - LP$ ).

Sin la determinación de estos límites denominados límites de Atterberg es imposible realizar una clasificación del suelo, a menos de que éste no presente plasticidad alguna, como es el caso de los suelos gravosos.



### 3.2.2.2.1 Límite Líquido

El límite líquido está definido como el contenido de humedad con el cual una masa de suelo colocada en un recipiente en forma de cuchara (aparato de Casagrande), se separa con una herramienta patrón (ranurador), se deja caer desde una altura de 1 cm. y sufre el cierre de esa ranura en 1 cm. después de 25 golpes de la cuchara contra una base de caucho dura o similar.

El límite líquido de un suelo da una idea de su resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

La muestra de ensayo debe ser igual o mayor que 100 grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla N°40 ASTM).

**Imagen 3.1** Aparato de Casagrande



Fuente: Elaboración Propia

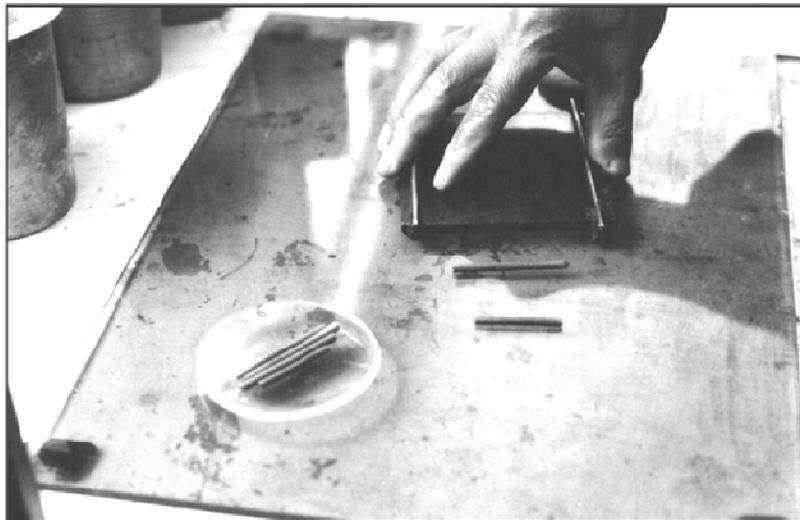
### 3.2.2.2.2 Limite Plástico

El límite plástico se ha definido arbitrariamente como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro de éste, se rompe o resquebraja al amasado presentando un diámetro de aproximadamente 3 mm.

Esta prueba es bastante subjetiva, es decir, depende del operador, el cual debe ayudarse con un alambre u otro material de 3 mm. de diámetro para hacer la comparación y establecer el momento en que el suelo se resquebraja y presenta el diámetro especificado.

La muestra necesaria para realizar este ensayo deberá tener un peso aproximado de 20 grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla Nº 40 ASTM).

**Imagen 3.2 Elaboración de los rollitos para determinar el límite plástico**



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2.3 Resultados.

Para el proyecto se realizaron todos los ensayos de granulometría y límites de Atterberg siguiendo el sistema de clasificación AASTHO, y el UNIFICADO obteniéndose tres tipos de suelos diferentes todos siendo suelos finos que se detallan en el siguiente cuadro N°1 y en la figura 3.

Después de realizada la clasificación, se realizó un análisis ubicando los suelos de acuerdo al lugar de donde se extrajo la muestra analizada; esto cada 800 metros.

Se puede observar una uniformidad de suelos finos, empezando en la parte del inicio con un tipo de suelo A – 6 también en la parte intermedia y parte baja junto a los terrenos de cultivos que en algunos tramos contiene materia orgánica; luego cambia a un tipo de suelo A – 4 siendo el suelo de mayor porcentaje que existe en la zona sobre todo al final del tramo, también se encontró suelo A – 7 que a su vez son suelos A – 7 – 5 y A – 7 – 6 que se encontraron en las partes medias del tramo siendo en una parte arcilla orgánica se lo reconoce por el color oscuro que presenta.

Estas arcillas y limos que se encuentran sobre todo en algunos tramos son muy cohesivas; esto se ve en época de lluvia por la dificultad que presenta al transitar y por los ahuellamientos que presenta; también se pudo ver la muy poca o casi nula de presencia de piedras en todo el trayecto.

Los respectivos ensayos y cálculos elaborados se encuentran en el Anexo I.

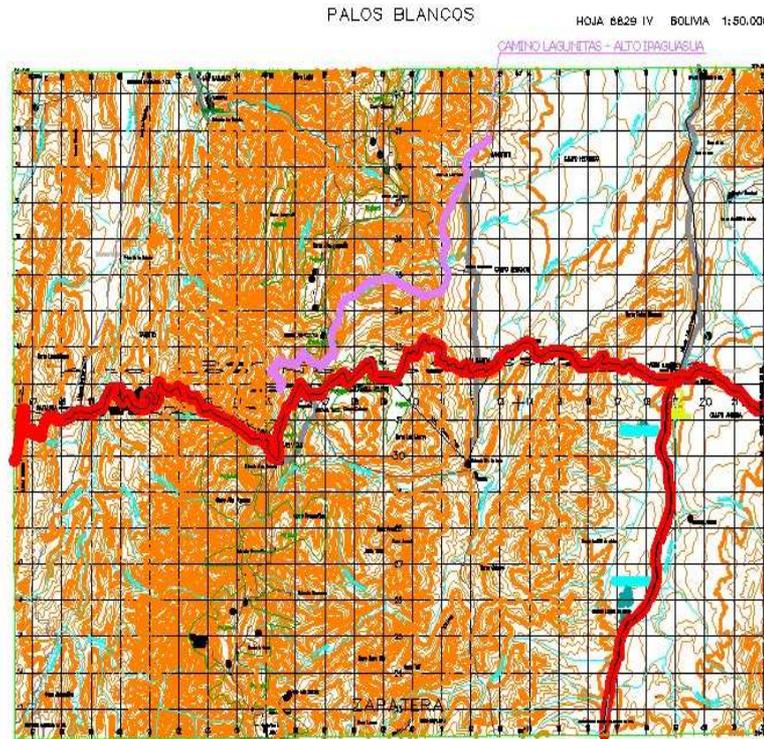
**Cuadro 3.1 Resultado de los tipos de suelos obtenidos en los ensayos de laboratorio**

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
A – 4	En las partes medias y al finalizar el tramo
A – 6	Al comenzar el tramo y al final del trayecto.

A -7	En las partes mas altas, son arcillas cohesivas
------	---

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.3 Ubicación de los tipos de suelos encontrados en la zona.**



Fuente: Elaboración propia.

Descripción.-

— Suelo A – 4

— Suelo A – 6

— Suelo A - 7

Dentro de la clasificación del todo el trayecto de las 11 muestras obtenidas se puede ver el (%) de la cantidad de suelo predominante.

**Cuadro 3.2 Resultado de los Tipos de Suelos en (%)**

<b>PREDOMINIO DE MUESTRA DE SUELO EN EL CAMINO LAGUNITAS – ALTO IPAGUASU – IBOIPITARENDA A NIVEL SUBRASANTE</b>		
<b>SUELO A - 4</b>	<b>SUELO A - 6</b>	<b>SUELO A-7</b>
5.00 Calicatas	4.00 Calicatas	2.00 Calicatas
45.45 %	36.36 %	18.18 %

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.4 Compactación**

La importancia de la compactación de los suelos consiste en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al sujetar el suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos y determinando la humedad óptima a la que el suelo pudo llegar a su densidad máxima en seco.

De los tres tipos de suelos que se obtuvieron de los análisis, serían los suelos donde estaría diseñada la capa de rodadura, siendo suelos muy finos que presentan cambio de volúmenes con el contacto del agua, siendo el suelo A-7-5 y A-7-6 que presenta cambios de volúmenes, se tomara muy en cuenta este tramo por ser un suelo más desfavorable.

Los otros tramos cuentan con un suelo A-4 y un A-6; en estos casos, también se tomará en cuenta estos tramos para el diseño de la capa de rodadura.

Para los ensayos de compactación se realizo con el T-180 y un ensayo de T-99, los cálculos se encuentran en el Anexo I obteniéndose los siguientes datos de compactación.

Cuadro 3.3 Resumen de Datos de Compactación

<b>RESUMEN DE DATOS DE COMPACT. CAMINO LAGUNITAS – ALTO IPAGUASU – IBOIPITARENDA</b>					
<b>SUELO A - 4</b>		<b>SUELO A - 6</b>		<b>SUELO A-7-6</b>	
<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad. Optima</b>	<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad. Optima</b>	<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad Optima</b>
2.01 (gr/cm3)	10.48 %	1.98 (gr/cm3)	11.42 %	1.78 (gr/cm3)	16.25 %

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.5 C.B.R.

El método C.B.R., fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. Stanton y D.J. Porter, del departamento de carreteras del estado de California. Desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR (California Bearing Ratio = Relación de Soporte California) se ha generalizado y es hoy en día uno de los más empleados en el cálculo de capas de rodadura.

Este método tiene por objetivo establecer una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte, tomando como material de comparación la piedra que es 100% (CBR = 100%) un CBR de 2% o 3%, indicará que el material tiene una capacidad de soporte muy baja; en ecuación esto se expresa:

$$C.B.R. = \frac{Carga\ Unitaria\ de\ Ensayo}{Carga\ Unitaria\ Patron} * 100$$

Los valores correspondientes a los ensayos realizados en el proyecto se encuentran con detalle en el Anexo I. Resumiendo se tiene los siguientes resultados de C.B.R. para los tres tipos de suelo:

Cuadro 3.4 Resumen de Datos de CBR

RESUMEN DE LOS CBR EN EL CAMINO LAGUNITAS – ALTO IPAGUASU – IBOIPITARENDA A NIVEL SUBRASANTE					
SUELO A - 4		SUELO A - 6		SUELO A-7-6	
CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
14.39	10.45	6.51	4.77	4.42	3.62

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6 Bancos de Material

Generalmente el material que se emplea en un terraplén es el que se encuentra sobre la misma ruta producto de cortes o préstamos laterales eliminando la corteza que contenga materia orgánica. Los bancos deberán contener la suficiente cantidad de material para que sea explotable. Los bancos para subrasante deberán ser homogéneos y de esta manera se evita que los espesores de la capa de rodadura varíen con demasiada frecuencia; se pueden encontrar en formaciones de roca muy alterada o en bancos arenosos estratificados.

Tipos de bancos de préstamo:

- *Longitudinales:* son producto de los cortes.
- *Laterales:* distancia al eje del camino de hasta 20 metros.
- *Banco de préstamo:* distancia al eje del camino de hasta 100m. Más de 10Km. No es aconsejable.

Para el caso del diseño de la capa de rodadura del tramo en estudio el material necesario para los rellenos será compensado con los cortes longitudinales ya que en todas las secciones de rellenos son desde pequeñas a medianas alturas.

Para la capa de rodadura y mejoramiento de la subrasante, será explotado de bancos a orillas de la quebrada de Alto Ipaguasu que se encuentra cerca del camino, y otro cercano a la comunidad Iboipitarendá.

### **3.3 DISEÑO GEOMETRICO**

#### **3.3.1 Análisis de Alternativas Técnicas**

Para el diseño del proyecto se utilizó una pendiente máxima de 12.00 % que está dentro de los parámetros que utiliza el Reglamento para Diseño de Caminos Vecinales (PDCR II); según normativa de la ABC, la pendiente máxima debería de ser del 10 hasta 12%. Para el diseño en planta se trazaron tres alternativas para lograr el mejor trazo del camino, específicamente en las zonas donde la topografía era muy escarpada, ya que en esos lugares se emplazaron radios de curvaturas mínimos según norma. También se tuvo en cuenta para el alineamiento del camino a las familias propietarias de las tierras que están entre los límites del camino, las cuales no permitían que el emplazamiento del camino afecte de gran manera a sus sembradíos o parcelas, lo cual fue el factor determinante para el emplazar el alineamiento final.

Se definió las alternativas de trazo con una poligonal abierta, ubicando los puntos de inflexión o PI's, en función de los radios de curvatura mínimos para aquellos casos que el ángulo de deflexión sea bastante grande.

Fueron consideradas tres alternativas, todas definidas en el campo con criterios técnicos, económicos y sociales.

#### **1. Alternativa I**

Comprende la apertura y mejoramiento de **14.90 Km.** de longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II. Este trazo se lo realizó tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo más coherente, donde se obtuvo trazos más rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de

curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

## **2. Alternativa II**

La Alternativa II Comprende el mejoramiento de **15.45 km.** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO, PDCR II.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de cultivos ,pastoreo , lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección, además aumenta la distancia del camino , se aumentaban algunas obras de arte , se encontraron pendientes longitudinales muy altas , las cuales estaban fuera de la norma.

### **3.3.2 Aspectos Técnicos de la Alternativa Elegida**

Para la elaboración de un proyecto de carretera se siguen varias etapas, que establecen en forma clara los objetivos; dentro de esas etapas en la Ingeniería de Proyecto se tienen sub etapas, entre las cuales se encuentra el reconocimiento y la elección de la ruta.

Sin duda es importante, antes de realizar el reconocimiento y la elección de alternativas, conocer los antecedentes que guardan relación con el tramo en estudio; entre estos antecedentes necesariamente estarán los de tipo social, económico, político y técnico.

Como el estudio contempla la apertura y el mejoramiento del tramo, se ha planteado dos alternativas para el trazo, considerando todas las normas de la ABC, AASTHO, PDCR II, tomando en cuenta las pendientes admisibles, los movimientos

de tierra, alineamientos, radios de curvatura y la adecuada ubicación de las obras de arte como las alcantarillas de alivio, alcantarillas de cruce, badenes, tratando de proyectar el camino, equilibrando las características técnicas, económicas, sociales y ambientales,

Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Trazado recto, Menor movimiento de tierras, Menor costo.

Una vez analizadas las dos alternativas se eligió la Alternativa I por ser la más adecuada a los parámetros técnicos, sociales, económicos y políticos mencionados, la alternativa I, se adapta de mejor manera al terreno y brinda mayor seguridad al conductor, presenta un menor costo y mejores indicadores de rentabilidad (presentados en los cuadros precedentes).

En tal sentido, se establece que el camino sea una ruta segura y que beneficie a la mayor cantidad de comunarios para que puedan llevar sus productos a comercializar a las localidades más cercanas, es muy importante su implementación para que el flujo vehicular no tenga problemas en todo el año especialmente en época de lluvias.

#### **3.3.2.1 Parámetros de Diseño**

Los parámetros adoptados en el presente diseño están en función de la Norma de la Administradora Boliviana de Carreteras ABC y auxiliariamente ciertos parámetros a los reglamentos usados por el PDGR II, como la ausencia de bermas, el Tráfico Promedio Diario y más que todo el diseño de las obras de arte para los drenajes.

Los demás parámetros están de acuerdo a la normativa del Administradora Boliviana de Carreteras ABC. Los parámetros adoptados se presentan en el cuadro 3.12.

**Cuadro 3.12 Parámetros a usar en el Diseño Geométrico**

Categoría del camino según norma ABC	Desarrollo D - 30
Volumen de tráfico día	< 50 según PDCR II
Carga AASTHO	HS - 20
Topografía	Montañosa
Velocidad de proyecto Vp.	30 Km/h
Peralte máximo	7 %
Radio mínimo	25 m - 12 m. según PDCR II
Coeficiente de fricción transversal máximo correspondiente a Vp	0.215
Pendientes máximas (Hasta altura de 2500 ms.n.m.)	12% en long. < 200 m.
Distancia mínima de frenado (i = 0%) Df	25 m
Distancia mínima de Adelantamiento Da	180 m.
Longitud máxima en recta Lr (m) = 20V	600 m.
Longitud mínima en rectas entre curvas de distinto sentido – Condición C (Lrmin=1.4*Vp)	Lrmin = 42 m
Longitud mínima en rectas entre curvas del mismo Sentido ( Terreno Montañoso)	Lrmin = 25 m
Valor K para curvas verticales en visibilidad de frenado	Convexas: 3 m ; Cóncavas: 4 m
Berma a cada lado	0,00 m
Ancho de carril	3.00 m

Sobre Ancho o Ensanche (Em) Min. – Max.	0.35 m. - 3.20 m.
Derecho de vía	30 m

Fuente: Normas de la ABC y los reglamentos del PDCR II

### 2.3.2.2 Capacidad de Diseño

En el estudio para el análisis del cálculo de la cantidad de vehículos / día, se consideró el valor adoptado por la Norma PDCR II igual a 50 vehículos / día.

El valor adoptado también responde directamente a un cálculo realizado, sobre el tráfico de vehículos circulante del camino que conduce a la comunidad a un pequeño tramo de Alto Ipaguasu a San Alberto y a las comunidades de Chirimollar, Itaperenda.

El valor del TPD se calculó siguiendo un aforo, y a encuesta a las familias que viven cerca del camino actual, brindando información que estima un tráfico bajo de vehículos; cabe mencionar que el tráfico es bajo no llegando a los 50 Vehículos / Día, debido a que el camino es en su gran mayoría apertura, los tipos de vehículos que circulan son:

Vehículos livianos: Automóviles, Camionetas

Camiones: Unidad Simple para Transporte de Carga.

En el estudio del diseño se considerará un vehículo definido por las Normas AASTHO adoptado por los reglamentos para diseño de caminos vecinales PDCR II, éste vehículo tipo será el HS - 20 con una carga por eje igual a 18000 lb.

### 3.3.2.3 Velocidad de diseño

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de

personas o cosas de un sitio a otro. Es un factor determinante del proyecto y de ella dependen las especificaciones geométricas.

El concepto de velocidad de proyecto permite definir las características mínimas del trazado de un tramo en las mismas condiciones que la velocidad específica define al uno de los elementos que lo componen. La velocidad de proyecto se identifica con la mínima velocidad específica de los elementos que forman el tramo, es decir, representa la oferta mínima del tramo en materia de velocidades.

Cuanto mayor sea la velocidad de proyecto de un tramo de carretera, mayores serán las dimensiones de sus elementos y menores sus curvaturas e inclinaciones; por tanto, a poco accidentado que sea el relieve del terreno en el que se inserte el trazado, mayor será el costo de las explanaciones y obras singulares necesarias. Por consiguiente, donde las circunstancias dejen de ser favorables el costo de la construcción puede obligar a limitar la velocidad de proyecto para acoplar el trazado a un relieve acentuado, sobre todo en zonas aisladas. Pero no se debe olvidar que, si bien los conductores aceptan fácilmente limitar su velocidad en los terrenos cuyo relieve sea evidentemente difícil, donde no lo sea suelen adoptar una velocidad excesiva para la visibilidad disponible y las maniobras necesarias.

**Cuadro 3.13 Velocidades de Diseño de Acuerdo a la Norma de la ABC**

CATEGORIA	VELOCIDAD DE PROYECTO		CODIGO TIPO
DESARROLLO	Llano a Ondulado Medio	50 Km/h	D - 30
	Ondulado Fuerte	40 Km/h	
	Montañoso	30 Km/h	

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

De acuerdo al cuadro mostrado y sabiendo la característica de la topografía montañosa del camino, se adoptará la velocidad directriz o de diseño igual a 30

Km/h., ésta ha de definir los demás parámetros con los que se trabajará y que se verán a continuación.

### 3.3.2.4 Radio de Curvatura

Según la norma de la ABC la aplicación del radio mínimo no es recomendable; sólo será utilizado en casos particulares, condicionado por razones técnicas o económicas.

El radio mínimo de una curva circular calculado con el criterio de seguridad al deslizamiento y confort para el conductor, responde a la siguiente expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 * (e_{max} + f)}$$

Donde:

Rmin = Radio mínimo de la curva circular [m]

V = Velocidad directriz [Km./hr]

e<sub>max</sub> = Peralte máximo [m/m]

f = Coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y capa de rodadura (Ver cuadro)

**Cuadro 3.14 Valores Máximos para el Peralte y la Fricción Transversal**

	<b>e<sub>max</sub></b>	<b>f</b>
<b>Caminos Vp 30 a 80 Km/h</b>	7 %	0.265-V/602.4
<b>Carreteras Vp80 a 120 Km/h</b>	8 %	0.193-V/1134

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

**Cuadro 3.15 Radios Mínicos Absolutos en Curvas Horizontales**

<b>Caminos Colectores - Locales - Desarrollo</b>			
<b>Vp</b>	<b>emax</b>	<b>f</b>	<b>Rmin</b>
<b>Km/h</b>	<b>(%)</b>		<b>(m)</b>
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
<b>Carreteras - Autopistas Autorrutas - Primarios</b>			
80	8	0.122	250
90	8	0.114	330
100	8	0.105	425
110	8	0.096	540
120	8	0.087	700

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

De acuerdo con el criterio de la norma, mientras menor sea el radio de curvatura, el peralte tiene que ser máximo. Para el diseño se tomó el valor máximo de peralte recomendado por la norma igual a 7 % para calcular el radio mínimo de curvatura:

El valor de  $f = 0.215$  para velocidad de 30 Km/h

El radio mínimo de acuerdo a la norma de la ABC, y calculado para el proyecto es de:

$R_{min} = 25$  m.

Sin embargo, según recomendaciones de la ABC este valor no es limitativo ya que pueden existir tramos con bastante conflicto, por lo que se puede reducir este valor.

La norma del PDCR II admite Radios mínimos de  $R_{min} = 12$  m.

Debido a que la zona de emplazamiento del camino es montañosa y como en las alternativas no se pudo encontrar otra posibilidad de emplazar la apertura del camino, se optó por utilizar radios mínimos  $R_{min} = 15$  m. en lugares críticos donde la

topografía es bastante escarpada y no da lugar a utilizar radios mínimos según la norma ABC.

### 3.3.2.5 Distancias de Visibilidad

La distancia de visibilidad es un aspecto muy importante en los proyectos viales; es necesario que en las carreteras exista tanto en planta como en perfil la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver adelante con una distancia tal que permita tomar con garantía decisiones oportunas.

Existen tres tipos de distancias de visibilidad; la distancia de visibilidad de frenado, la distancia de visibilidad de sobrepaso y la distancia de visibilidad horizontal en curva.

#### 3.3.2.5.1 Distancia de Visibilidad de Frenado

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

Donde:

Df = Distancia mínima de frenado en metros

V = Velocidad de proyecto en Km/h (30km/h)

t = tiempo de reacción y percepción (=2,0seg)

f<sub>i</sub> = coeficiente de fricción longitudinal. (=0,42 para V = 30km/h)

i = Pendiente longitudinal de entrada en decimal

**Cuadro 3.16 Valores Máximos del Coeficiente de Fricción Longitudinal entre Neumático y Pavimento mojado “fi”**

Velocidad Directriz [Km./hr]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
f <sub>i</sub>	0,42	0,415	0,41	0,46	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,295

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

**Cuadro 3.17 Distancias Mínimas de Frenado en Caminos con Rasantes Horizontales (m)**

V	t	fi	dt	df	Df (m)	
Km/h	s	-	m	m	dt +df	Adopt.
30	2	0.420	16.7	8.4	25.1	25
40	2	0.415	22.2	15.2	37.4	38
50	2	0.410	27.8	24.0	51.8	52
60	2	0.460	33.3	30.8	64.1	70
70	2	0.380	38.9	50.8	89.7	90
80	2	0.360	44.4	70.0	114.4	115
90	2	0.340	50.0	93.8	143.8	145
100	2	0.330	55.6	119.3	174.9	175
110	2	0.320	61.1	148.9	210.0	210
120	2	0.310	66.7	182.9	249.5	250
130	2	0.295	72.2	225.5	297.8	300

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras del ABC.

Las distancias mínimas de frenado en función de la velocidad de diseño surgen de aplicar los criterios establecidos por las normas , tal como se muestra en el cuadro 3.17, distancias mínimas de frenado para rasantes horizontales, es decir pendiente longitudinal igual a cero, caso que no concuerda con el proyecto, por lo que se calculó la distancia mínima de frenado, aplicando a la expresión propuesta el valor de dicha pendiente con el signo que le corresponda (se suma a la fricción en subida y se resta en bajada).

Como se puede observar la distancia de frenado varía de acuerdo a las pendientes; los casos más críticos son en bajadas de pendiente altas; los rangos de variación son de 25.20 a 28.48 m.

### 3.3.2.5.2 Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

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

La longitud mínima entre dos secciones que proporcionan oportunidades de sobrepaso y el porcentaje de la longitud total de estas secciones, respecto de la longitud del tramo, están condicionadas técnica y económicamente por las características topográficas del terreno sobre el que se desarrolla el trazado y por el volumen de tránsito que circula por la carretera.

Los valores mínimos a considerar en el diseño como visibilidades adecuadas para adelantar por la norma se muestran en el cuadro 3.19 para condiciones de absoluta seguridad, es decir, con la seguridad de que no exista la probabilidad de un accidente. Además, se debe analizar la necesidad de incrementar esta distancia en los caso de pendientes pronunciadas.

Para el proyecto se tomará en cuenta los tramos en que se sea posible el sobrepaso en alineación recta, mientras que para las curvas horizontales la distancia de sobre paso será analizada.

**Cuadro 3.19 Distancia Mínima de Visibilidad de Adelantamiento (Da)**

Velocidad de Proyecto km/h	Distancia Mínima de Adelantamiento "Da" (m)
30	180
40	240
50	300

60	370
70	440
80	500
90	550
100	600

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

**Cuadro 3.20 Porcentaje de la Carretera con Visibilidad Adecuada para Adelantar**

Tipo de terreno	% Mínimo	% Deseable
LLANO	45	>65
ONDULADO	30	>50
MONTAÑOSO	20	>30

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Para el proyecto adoptamos el valor correspondiente a la velocidad de proyecto de 30 Km/h en condiciones de absoluta seguridad.  $D_s = 180 \text{ m}$ .

Como se puede ver en el cuadro anterior, desde el punto de vista en planta existen 14 puntos donde se puede realizar la maniobra de sobrepaso, pero hay que tomar muy en cuenta el alineamiento vertical debido que el alineamiento vertical más el alineamiento horizontal son los que determinan los tramos donde se efectúen el sobrepaso. Con esta consideración los lugares favorables para realizar los sobrepasos quedarían así en los siguientes tramos:

**Cuadro 3.23 Porcentaje Calculado de la Carretera con Visibilidad Adecuada para Adelantar.**

Tipo de terreno	% Carretera con Visibilidad "Da"
Montañoso	20.29 %

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.5.3 Distancia de Visibilidad Horizontal en Curva

La distancia de visibilidad horizontal en curva es una longitud determinada cuyo objetivo es establecer la distancia a la cual dos vehículos que circulan en sentidos opuestos se visualicen uno a otro y puedan corregir su posición al carril que les corresponde.

Cuando un vehículo recorre una curva horizontal circular, cualquier obstáculo que se encuentre situado en la parte interior de la curva impide la visibilidad al conductor y por lo tanto hace la curva peligrosa. Lo anterior sucede comúnmente en los cortes, ya que el talud interior presenta una saliente que impide la visibilidad adecuada en la curva; también se constituyen en obstáculos los árboles, edificios, vegetación, etc. La distancia de visibilidad horizontal en curva  $d_h$  se calcula con la siguiente expresión:

$$d_h = 2 * \sqrt{(R')^2 - (R' - f)^2} \qquad R' = R - \frac{a}{2}$$

$$f = R' * \left( 1 - \cos \frac{G * d_f}{20} \right) \qquad G = \frac{1146}{R}$$

Donde:

$d_h$  = Distancia de visibilidad horizontal en curva [m]

$R'$  = Radio desde el centro O hasta el eje central del carril interno de la curva [m]

R = Radio de curvatura [m]

a = Ancho de carril [m]

f = Deflexión máxima de la curva, medida hasta el obstáculo [m]

G = Grado de curvatura [°]

$d_f$  = Distancia de visibilidad para frenar [m]

Para que no exista restricción de sobre paso en las curvas horizontales, se tiene que cumplir la siguiente condición:  $D_c > D_h$

Donde:

$D_c$  = Desarrollo de curva.

$D_h$  = Distancia de visibilidad horizontal en la curva.

En el cálculo de la distancia de visibilidad horizontal (Cuadro 3.24) puede apreciarse la condición de la maniobra de sobre paso en la curva, según ésta esté restringida o no y en donde se aplicaría esta restricción.

### **3.3.2.6 Trazado en Planta Definitivo**

El trazado definitivo se estableció siguiendo la alternativa I, el cual garantiza una operación segura y confortable considerando la Velocidad de Proyecto ( $V_p$ ) correspondiente a la categoría de la ruta.

Las principales consideraciones que controlan el diseño del alineamiento horizontal son:

- Categoría de la Ruta
- Topografía del Área
- Velocidad de Proyecto
- Diseño de las Curvas Horizontales
- Visibilidad de Frenado
- Visibilidad para adelantar
- Coordinación con el Alineamiento Vertical
- Costo de Construcción, Operación y Mantenimiento

Todos estos elementos están correlacionados de manera tal que el trazado resultante es el más seguro y económico, en armonía con los contornos naturales y al mismo tiempo adecuado a la categoría, la cual es camino de Desarrollo D - 30.

En su gran mayoría es apertura de camino, lo que implica que en un porcentaje bajo se siguió el trazo antiguo en los sectores donde se tenían puntos obligados y procurando en lo posible seguir el alineamiento actual en la mayoría de los tramos consolidados.

#### **3.3.2.6.1 Curvas Horizontales**

Las curvas horizontales fueron diseñadas como curvas simples debido a razones técnicas como ser el de respetar la propiedad privada y razones topográficas que

obligaron a rechazar la posibilidad del diseño de curvas espiral por el reducido espacio al que se encontraban las curvas, siendo aconsejable el uso de este tipo de curvas para radios amplios y con grandes desarrollos de curva. Los radios utilizados para cada curva pueden apreciarse en el cuadro

### 3.3.2.6.2 Peralte

El peralte es la sobre elevación del carril exterior sobre el carril interior, para verificar la perpendicularidad de la resultante de fuerzas que actúan sobre el vehículo.

Para esto la norma de la Administradora Boliviana de Carreteras ABC, parte de la ecuación de equilibrio fundamental en tramos circulares o curvos de una carretera:

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

Donde:

e = Peralte [m/m]

f = Coeficiente de fricción transversal entre los neumáticos del vehículo y el pavimento [adimensional]

V = Velocidad de diseño [Km./hr]

R = Radio de curvatura [m]

La norma adopta un peralte máximo de acuerdo a la categoría del camino para definir un radio de curvatura mínimo, esto significa que mientras el radio de curvatura se acerque al mínimo el peralte será el máximo admisible por la norma.

En casos en que los radios se alejen del mínimo, el peralte debe reducir hasta el caso en que no se precise del mismo; esto sucede en curvas con radios de curvatura muy grandes, en este caso el valor obtenido por la formula dará negativo.

Un valor muy importante para el uso de la fórmula de equilibrio es el factor de fricción neumático calzada o coeficiente de fricción transversal; la norma sugiere valores dependiendo de la velocidad de proyecto como se ve en el cuadro 14.

**Cuadro 3.27 Valores Máximos para el Peralte y la Fricción Transversal**

	<b>e<sub>max</sub></b>	<b>f</b>
<b>Caminos V<sub>p</sub> 30 a 80 Km/h</b>	7 %	0.265-V/602.4

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

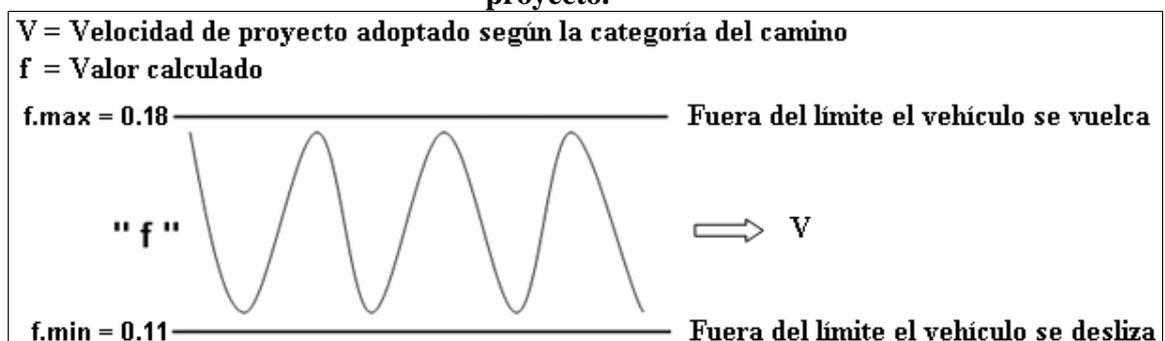
**Cuadro 3.28 Valores Máximos Admisibles del Coeficiente de Fricción Transversal (f)**

<b>Caminos Colectores - Locales - Desarrollo</b>			
<b>V<sub>p</sub></b>	<b>e<sub>max</sub></b>	<b>f</b>	<b>R<sub>min</sub></b>
<b>Km/h</b>	<b>(%)</b>		<b>(m)</b>
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 y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Si el valor de este coeficiente llegara a salir del rango dispuesto, el vehículo corre el riesgo de deslizarse o volcarse según como se ve en la figura 3.4

**Comportamiento del coeficiente de fricción en función a la velocidad de proyecto.**



Pero en el caso del proyecto y de cualquier otro, no todas las curvas se harán el radio mínimo, de tal manera que donde se precise, el radio será mayor y en casos especiales como en el que se encuentra en este proyecto, el radio será menor al mínimo; para tales casos la Norma de la ABC propone un criterio de diseño basado en lo siguiente. Una vez establecido el peralte máximo y el coeficiente de fricción transversal, para una determinada velocidad directriz debe calcularse el radio mínimo según la fórmula antes indicada y a medida que aumente el radio de curva circular por encima del mínimo se reducirá gradualmente el peralte “e”.

Esa reducción gradual se realizará con una relación curvilínea entre los peraltes y los radios de la curvatura, conforme a la siguiente expresión:

$$e = e_{max} \left( \frac{2R_{min}}{R} - \frac{R_{min}^2}{R^2} \right)$$

Donde:

e = Peralte calculado

e.max = Peralte máximo asumido 6 – 8 o 10 (para el proyecto 7 %)

Rmin = Radio mínimo calculado

R = Radio utilizado

Para el proyecto, se adoptaron radios de curvatura mayores al radio mínimo, el peralte se calculó con la expresión anterior tomando en cuenta que el valor del peralte calculado no debe ser mayor al sugerido por la norma; para el caso del radio mínimo se toma el valor de 7 % como peralte máximo.

El resultado del cálculo de los peraltes en cada curva se muestra en el cuadro 3.29

### a) Longitud del Desarrollo de Peralte

Ya sea que se trate de calzadas bidireccionales o unidireccionales, considerando la respectiva posición normal del eje de giro del peralte, la longitud requerida para la transición desde el bombeo (-b) al peralte total (+e) o (-e), queda dada por:

$$L = \frac{n * a * \Delta p}{\Delta}$$

L = Longitud de Transición del desarrollo del peralte (m)

n = Números de carriles entre el eje de giro del peralte y el borde de la calzada.

a = Ancho normal de un carril (m).

$\Delta p$  = Variación total de la pendiente transversal desde el borde (-b) y (+e).

$\Delta$  = Pendiente Relativa del Borde de la Calzada, respecto de la pendiente longitudinal del eje de la vía (%), cuyos valores normales y máximos se dan en la Tabla 3.29

**Cuadro 3.29 Valores Admisibles Pendiente Relativa de Borde  $\Delta\%$**

$V_p$ (km/h)	30-50	60-70	80-90	100-120
$\Delta$ Normal	0.7	0.6	0.5	0.35
$\Delta$ Max n = 1	1.5	1.3	0.9	0.8
$\Delta$ Max n > 1	1.5	1.3	0.9	0.8

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

### 3.3.2.6.3 Sobre ancho

El cálculo del sobre ancho depende de las características y dimensiones del vehículo de proyecto adoptado para el tramo de carretera, de la velocidad de diseño y del radio de la curva horizontal; su trayectoria coincidirá con la trayectoria de la transición del peralte

Para vehículos tipo, Bus Interurbano:

$$E = \frac{L_o^2}{R} + 0.15$$

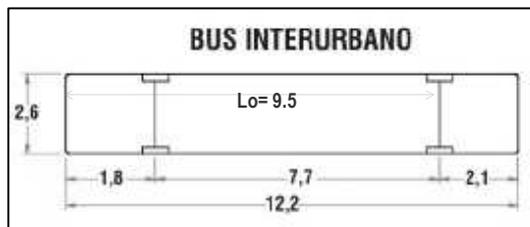
Donde:

E = Sobreancho en metros

R = Radio de curvatura en metros

Lo = Distancia entre parachoques delantero y último eje trasero (Camiones y Buses)

**Figura 3.5 Vehículo Tipo: Bus Interurbano**



Fuente: Características de los Vehículos - Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

El servicio nacional de caminos recomienda, además, que los valores sean redondeados a múltiplos de 0.10 metros y que valores de sobreancho menores de 0.35 metros sean despreciados.

En general, el sobreancho se justifica para radios menores de 450 metros; dependiendo esto de las características del vehículo tipo y de la velocidad de diseño del tramo del camino.

### **3.3.2.7 Trazado Altimétrico**

El trazado altimétrico se trató de adecuar a la topografía del terreno, así como la rasante de parte del camino anterior, dado que en un camino vecinal no se justifica grandes movimientos de tierra debido al costo del mismo. Se diseñó 50 curvas verticales en todo el tramo, viendo que las pendientes no sobrepasen el 12% que en este caso se encontró en algunos sectores donde la topografía así lo requería, como también se controló que ninguna pendiente llegara al mínimo de 0.4%, sobre todo

donde la sección sea de corte, porque es la pendiente mínima que debe tener toda carretera con el fin de que las precipitaciones pluviales escurran superficialmente por las cunetas.

### 3.3.2.7.1 Pendiente Longitudinal

Dentro del tramo en estudio no existe problemas debido al las pendientes longitudinales cuyo valor esté fuera del rango permisible de la norma. Como se menciona, la topografía de la zona es una topografía más montañosa que ondulada, existe once tramos con una pendiente alta de 12.00 % en longitudes < 200 m., que está dentro de los rangos permisible. En algunos tramos planos se dio una pendiente mínima de 0.4 para que escurra las aguas de las precipitaciones durante la época de lluvias. También se determinó estas pendientes en función de un estudio de tal modo que no se produzca bastante corte o relleno, que esté equilibrado aunque para este tipo de suelo es preferible que no exista mucho relleno.

Se determinaron las siguientes pendientes ubicadas en las progresivas que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.32 Pendientes Longitudinales Máximas Admisibles**

<b>PENDIENTES MAXIMAS ADMISIBLES</b>										
<b>CATEGORIA</b>	<b>VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)</b>									
	<b>≤30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>
<b>Desarrollo</b>	10_12	9_10	9	-	-	-	-	-	_(1)	-
<b>Local</b>	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
<b>Colector</b>	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
<b>Primario</b>	-	-	-	-	-	6	5	4.5	-	-
<b>Autorrutas</b>	-	-	-	-	-	6	5	4.5	-	-
<b>Autopistas</b>	-	-	-	-	-	5	-	4.5	-	4

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

### 3.3.2.7.2 Curvas Verticales

Las curvas verticales deben asegurar en todo punto del camino la visibilidad de frenado  $D_f$ . El cálculo de curvas verticales presenta dos situaciones posibles, a saber:

$$D_f > 2T ; 2T = L$$

$$D_f < 2T ; 2T = L$$

En el presente trabajo y la norma considera como situación general el caso  $D_f < L$  ya que representa el caso más corriente e implica diseños más seguros.

El parámetro  $K$  juega un papel importante en la determinación de la longitud mínima de una curva vertical, y se define como la distancia horizontal requerida para que se produzca un cambio de pendiente de un uno por ciento a lo largo de la curva, es decir, es una medida de la curvatura de la parábola. La longitud mínima de una curva vertical en relación con el parámetro  $K$  es igual a:

$$L = K \cdot A$$

Donde:

$L$  = Longitud mínima de la curva vertical [m.]

$K$  = Parámetro mínimo de la curva vertical [m.]

$A$  = Diferencia algebraica de pendientes en valor absoluto [%]

#### a) Curvas verticales convexas

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

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

$K_v$  = Parámetro Curva Vertical Convexa (m)

$D_f$  = Distancia de Frenado m

$h_1$  = Altura Ojos del Conductor 1,10 m

$h_2$  = Altura Obstáculo Fijo 0,20 m

Luego:

$$K_v = \frac{D_f^2}{4.48}$$

### b) Curvas verticales cóncavas

Se considera la distancia de frenado nocturna sobre un obstáculo fijo que debe quedar

dentro de la zona iluminada por los faros del vehículo.

El parámetro queda dado por:

$$K_v = \frac{D_f^2}{2 * (h + D_f \text{sen}\beta)}$$

$K_c$  = Parámetro Curva Vertical Cóncava (m)

$D_f$  = Distancia de Frenado f ( $V_p$ ) (m).

$h$  = Altura Focos del Vehículo = 0,6 m

$\beta$  = Angulo de Abertura del Haz Luminoso respecto de su Eje =  $1^\circ$

Luego:

$$K_v = \frac{D_f^2}{(1.2 + 0.035D_f)}$$

### Cuadro 3.33

**Valores Mínimos para Curvas Verticales Convexas y Cóncavas con Visibilidad de Frenado según AASTHO**

<b>Velocidad del Proyecto (Km./hr)</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>
<b>Valores mininos de K</b>										
<b>Curvas Verticales Convexas “Kv”</b>	3	4	7	12	18	30	47	65.8	98.5	140
<b>Curvas Verticales Cóncavas “Kc”</b>	4	5	10	14	19	26	34	42	52	63

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Se consideró la longitud mínima en función del coeficiente K en las curvas verticales, diseñadas de acuerdo a la norma de la ABC; se adoptó este parámetro en función de K porque en el programa que se trabajó se puede ver si el diseño de la longitud dada cumple con en valor mínimo recomendado. En realidad, no es aconsejable usar el valor mínimo de la curva vertical sino superior a éste. En el proyecto se usó una longitud superior a la mínima de acuerdo a la que más se ajustaba al terreno tomando en cuenta que el valor de K sea superior al mínimo. Los valores de K que son arrojados por el programa se pueden ver en anexos.

**3.3.2.8 Sección Transversal de la Infraestructura**

**3.3.2.8.1 Aspectos Generales**

Se incluirá en esta sección aquellos elementos de perfil transversal que delimitan las obras de tierra en su cuerpo principal: terraplenes y cortes, determinando la geometría de estos y posteriormente sus volúmenes.

Estos elementos son : la plataforma de subrasante ,los taludes de terraplén ,las cunetas y los taludes de corte ,las obras de contención de tierras y las obras que se realizan en el suelo de cimentación de la carretera o camino.

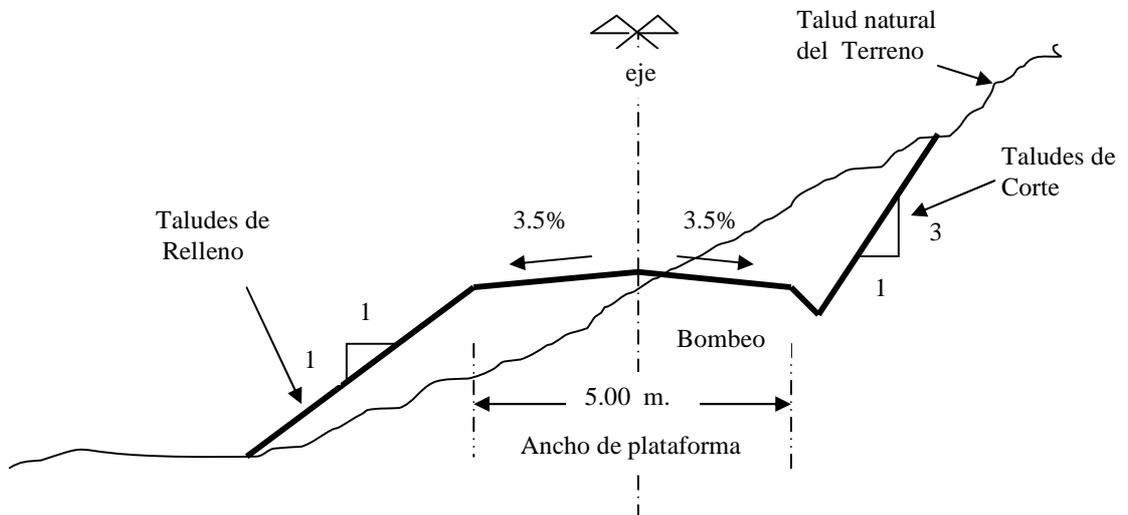
### 3.3.2.8.2 Sección Transversal de la Plataforma de Subrasante

La plataforma de subrasante es una superficie constituida por uno o más planos sensiblemente horizontales, que delimita el movimiento de tierras de la infraestructura sobre la cual se apoya la capa de rodadura.

La sección transversal de la plataforma queda constituida por su calzada, berma, sobreancho de plataforma, más el espacio requerido por las cunetas y continúan con el talud.

La sección transversal tipo que se utilizó en el diseño se detalla en la figura siguiente.

**Figura 3.6 Sección transversal tipo utilizada en el diseño del camino.**



Fuente: elaboración propia.

Las secciones transversales se obtuvieron cada 20 m. en rectas y cada 10 m en curvas.

### 3.3.2.8.3 Ancho de Calzada

De acuerdo a la norma de la ABC para una categoría de Camino de Desarrollo con topografía montañosa y velocidad de diseño igual a 30 km/h, se determina que tiene que usarse un ancho de calzada igual a 5.00 metros.

También se opto por tomar el ancho de calzada de 5.00 metros, debido a que en el tramo existente es pequeño, la sección de la calzada es de 4.00 m. y es realmente deficiente, ya que con frecuencia existen intentos de choques u otro tipo percances entre vehículos de ida como de vuelta. Por norma y razones de espacio será sin berma.

#### 3.3.2.8.3.1 Pendiente Transversal de la Calzada

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

**Cuadro 3.35 Bombeos de la Calzada**

Tipo de Superficie	Pendiente Transversal	
	(I' 10) ≤ 15 mm/h (1)	(I' 10) > 15 mm/h (1)
Pav. De Hormigón o Asfalto	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	3.0 (2)	3.5
Tierra, Grava, Chancado	3.0 - 3.5 (2)	3.5 - 4.0

(1) Determinar mediante estudio hidrológico

(2) En climas definitivamente desérticos, se puede rebajar los bombeos hasta un valor limite de 2.5%

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Se consideró una pendiente transversal constante en todo el camino igual al 3.5%, tomando en cuenta la intensidad en el estudio hidrológico es (I' 10) > 15 mm/h de lluvia, para una capa de rodadura de grava.

#### 3.3.2.8.4 Pendiente de Taludes

Las pendientes asumidas para los taludes de corte y relleno y recomendadas para el tipo de suelo areno arcilloso que se presenta en la zona, se muestra en el cuadro 3.36 o en la figura 3.6

**Cuadro 3.36 Taludes Usados en el Proyecto**

<b>TALUD</b> <b>DE:</b>	<b>PENDIENTE ADOPTADA</b> <b>( H / V )</b>
CORTE	1 / 3
RELLENO	1 / 1

Fuente: Elaboración propia.

En los anexos se muestran los taludes a corte y relleno sugeridos por la norma PDCR-II

#### 3.3.2.9. Software de Diseño.-

Para realizar el diseño geométrico de la carretera Alto Ipaguasu – Iboipitarendá, se hizo uso del paquete Autodesk Land Desktop 2009 , especializado en diseño de caminos, el cual permite realizar muchas iteraciones en poco tiempo, con el fin de elegir las alternativas más óptimas en cuanto al emplazamiento del alineamiento horizontal y vertical, permitiendo obtener resultados en forma rápida y exacta.

##### 3.3.2.9.1. Funciones Básicas:

- Ingreso, configuración y visualización de datos de campo
- Cálculo de curva horizontal
- Cálculo de curva vertical
- Secciones típicas de diseño dinámicas
- Creación de tablas de volúmenes de movimiento de tierra.
- Ploteo de diagrama total, perfil, planta sección transversal

#### **3.3.2.9.2. Creación de Superficie a partir de coordenadas**

- Configuración de los parámetros de la Superficie
- Ingreso de las coordenadas topográficas
- Generación de la superficie a través de la triangulación y curvas de nivel
- Configuración Zonal

#### **3.3.2.9.3. Alineamiento**

- Ajustes de ecuaciones de progresiva
- Múltiples alineamientos de diseño
- Definición de curvas horizontales.
- Definición de alineamiento de sobreebanco
- Etiquetado de las curvas horizontales según usuario

#### **3.3.2.9.4. Perfiles**

- Ingreso, configuración y edición gráficos de datos de perfil
- Estándares de velocidad de diseño de la AASHTO para perfiles
- Perfiles de Diseño Múltiples
- Definición de subrasante
- Definición de curvas verticales

#### **3.3.2.9.5. Transversales.-**

- Extracción de secciones transversales de un modelo de superficie Land Desktop directamente desde dibujos en CAD
- Edición de sección transversal (diseño, original y real)
- Traducción de datos de sección transversal y desde otros sistemas
- Introducción y reconocimiento de taludes y sobreebanco
- Introducción de parámetros y peraltes máximos.
- Factores de consolidación específicos de material aplicados a corte o relleno

#### **3.3.2.9.6. Volúmenes.-**

- Cálculos de movimiento de tierras, incluyendo volúmenes en bruto y en masa balance de volúmenes.
- Volúmenes considerando el efecto de los sobreanchos.

#### **3.3.2.9.7. Secciones Típicas del Land Desktop.-**

- Secciones Típicas Dinámicas para igualar alineamientos y perfiles múltiples.
- Biblioteca de secciones típicas para usuario.
- Edición de secciones típicas.
- Usar Componentes para construir geometría de sección típica.

#### **3.3.2.9.8. Salida (Ploteos e impresión).-**

- Formatos de ploteo definidos por el usuario a partir de Sheet Manager
- Opciones de Perfil sobre planta, sólo planta y sólo perfil.
- Anotación de elevación para hasta cuatro perfiles incluyendo colocación “sobre curva”
- Nomenclatura de pendientes, elevación y offset para un punto y rotulación de superficies en ploteos de secciones transversales.
- Rotulación de línea de referencia y dimensiones de R.O.W. (sentido de vía) en ploteos de sección transversal, etiquetado de volúmenes en cada transversal.
- Texto definido por el usuario y Flecha Norte personalizada para curvas horizontales y verticales

### **3.4. DISEÑO DE DRENAJE**

Es de conocimiento que en todas las técnicas aplicadas a ingeniería en camino, el problema fundamental es el de drenaje de las mismas, factor determinante de su diseño y ejecución, por lo que se lo estudia en forma amplia, aun sin contar con

mucha información completa, especialmente en la parte que corresponde a datos hidrológicos.

Es importante reconocer que los caminos vecinales no, se deterioran por el tráfico sino por la erosión hidráulica, que es la parte más importante para tener mayor duración de la vida útil de un camino. Para una mayor comprensión de un estudio, se divide en dos tipos de drenaje:

**a) Drenaje superficial.-** Es aquel que se encarga de garantizar la estabilidad del camino, su función es de recoger las aguas provenientes de quebradas, plataforma y los taludes y llevarlos en el tiempo más corto fuera de la obra.

**a.1) Drenaje Longitudinal.-** El drenaje longitudinal abarca a todas las obras que se ubican en ambos lados de la carretera y que cumplen la función de evacuar las aguas de una carretera de manera óptima, captando toda el agua que escurre por la calzada como también la de las áreas laterales; entre estas obras, las más importantes son:

- Cunetas
- Zanjas de coronamiento

**a.2) Drenaje Transversal.-** El drenaje transversal es aquel que con sus obras permite el paso de las corrientes hídricas por medio de puentes y de alcantarillas, transversales o sesgadas al eje de la carretera. De acuerdo a las características de las corrientes hídricas pueden ser:

- Puentes
- Alcantarillas menores cruce ( Pequeñas Quebradas o Torrenteras)
- Alcantarillas mayores cruce (Quebradas )
- Alcantarillas de alivio.

En este tipo de drenaje también se considera al bombeo lateral, las alcantarillas de alivio o boca tormentas ubicadas en lo posible cada 100 metros o donde sea necesario en el tramo para el desalojo de las aguas pluviales, alcantarillas de cruce y puentes.

**b) Drenaje subterráneo.**- este tipo de drenaje consiste en el directo ordenado para controlar el escurrimiento del agua subterránea tales como drenes y otros.

En el presente estudio sólo existe drenaje superficial por lo cual sólo se realizará los estudios para este tipo de drenaje.

### 3.4.1 Análisis Hidrológico

Para el análisis hidrológico correspondiente al proyecto, se buscó información hidrológica de las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio, pudiendo identificar las siguientes estaciones:

- Itau (Gran Chaco)
- Palmar Chico. (Gran Chaco)
- Yacuiba (Gran Chaco.)

**Cuadro 3.37 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas**

Estación	Latitud S	Longitud W	Altura m.s.n.m.	Tipo de Estación	Años Reportados
BERETY	21° 42'	63° 52'	800	Pluviométrica	1974 -2009
PALOS BLANCOS	21° 52'	63° 36'	614	Pluviométrica	1977 -2008
PUERTO MARGARITA	22° 01'	63° 42'	580	Pluviométrica	1978 -2009

Fuente: Elaboración propia a partir de las Estaciones Pluviométricos del SENAMHI

Se eligieron estas tres estaciones debido a la proximidad y a la similitud de su ciclo hidrológico de las comunidades de Alto Ipaguasu , Iboipitarendá.

El registro de lluvias máximas de dichas estaciones cuenta con un registro de 23 años la estación de Berety, Puerto Margarita con 28 años y la estación de Palos Blancos con 30 años; en tal sentido, son datos apreciables para el análisis hidrológico.

### **3.4.2 Precipitación Máxima de Corta Duración**

Las precipitaciones máximas de corta duración fueron calculadas con los datos de las estaciones ya mencionadas; primero se ordenó estos datos de acuerdo al calendario hidrológico de nuestro medio que comienza en octubre y finaliza en septiembre del siguiente año de los cuales se eligieron el dato mayor de cada año hidrológico y así se obtuvo de todos los años que cuentan con registro.

Los datos y cálculos se muestran en el siguiente cuadro.

#### **3.4.2.1 Proceso Estadístico de las Series según la Ley de Gumbel**

El proceso estadístico de las máximas históricas, se llevó a cabo aplicando las directrices de la ley de Gumbel, para cada serie de cada estación. Este proceso fue realizado con el objeto de obtener los valores de precipitación más probables para diferentes periodos de retorno, para fines de generar los caudales de diseño para el sistema hidráulico del tramo vial en estudio. Este proceso se realizó siguiendo la metodología presentada a continuación.

**a) Obtención de la Media (X).**- La media de cada una de las series de máximos fue calculada con la siguiente expresión:

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

**b) Obtención de Desviación Standard (S).**- Así mismo, para cada serie fue estimada, la desviación standard, para n + 1 datos:

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

**c) Cálculo de la Moda (Et).**- También conocido como valor modal:

$$Et = \bar{X} - 0.45 * S\{ht\}$$

El valor modal fue calculado para cada una de las series de cada estación estudiada; a su vez, los valores obtenidos fueron promediados para fines de una caracterización hidrológica de la zona en estudio.

**d) Parámetro Característico (K).**- Este parámetro fue calculado para cada una de las series de cada estación. El mismo caracteriza a una zona de igual clima, es decir, que debe ser único y constante para el área de influencia hidrológica de la estación. Según la teoría probabilística, este parámetro varía generalmente entre 0,5 y 1,5. Si el valor de K es mayor que 1.5, es necesario reprocesar la serie depurando los datos que causan el incremento de K.

$$K = \frac{S\{ht\}}{0.557 * Et}$$

El promedio de los valores obtenidos fue considerado como el "K" o valor característico de cada estación. Finalmente, para fines de la caracterización hidrológica de la zona estudiada, los "K" de cada estación fueron promediados obteniendo así, el valor característico de la zona de proyecto.

**Cuadro 3.38 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas**

<b>DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA MEDIA</b>			
<b>Año</b>	<b>Alturas de Precipitación (mm.)</b>		
	<b>Estación</b>		
	<b>Berety</b>	<b>Palos Blancos</b>	<b>Puerto Margarita</b>
1975	57.50		
1976	47.00		
1977	80.00		
1978	99.00	80.00	79.5
1979	91.00	135.50	230
1980	121.00	160.00	104
1981	160.00	106.50	144
1982	72.00	102.40	108
1983	60.00	69.40	110
1984	82.00	125.20	212.5
1985		104.80	178
1986		136.00	154
1987		110.20	
1988		92.30	
1989		124.20	81
1990	162.00	63.80	99
1991			106
1992	104.00		71.8
1993	80.00	98.90	104
1994		100.00	
1995		100.80	140
1996		190.00	119.3
1997		135.60	76
1998	60.00	82.30	50.2
1999	78.10	77.00	48
2000	80.30	182.00	115.3
2001		109.50	45.3
2002	71.00	122.50	88.6
2003	104.00	128.20	102.8
2004	52.00	105.00	138.9
2005	67.50	145.00	137.3
2006		170.30	136.7
2007	0.00	83.50	120.8
2008	0.00	0.00	57
2009	162.00	0.00	
	<b>Berety</b>	<b>Palos Blancos</b>	<b>Puerto Margarita</b>
MEDIA : (X)	82.19	108.03	112.79
DESVIACIÓN ESTANDAR : (S)	42.29	43.12	45.28
VARIANZA : (S <sup>2</sup> )	1788.22	1859.15	2050.15
C. V. :	0.51	0.40	0.40

MODA: (Et)	63.16	88.63	92.41
CARACTERISTICA: (K)	1.16	0.84	0.85
NUMERO DE AÑOS :	23	30	28
<b>Media Ponderada</b>	102.34		
<b>Desviación ponderada</b>	43.63		
<b>Varianza ponderada</b>	1905.03		
<b>C. V. Ponderado</b>	0.43		
<b>Moda Ponderado</b>	82.70		
<b>Característica Ponderado</b>	0.94		

Fuente: Elaboración propia.

Las series de valores máximos obtenidos de la información pluviográfica de las estaciones Berety, Puerto Margarita Palos Blancos, son analizados con la Ley de Gumbell para lo cual se obtiene los parámetros de la distribución, los que se anotan en el cuadro anterior.

Donde: 
$$h_{Tt} = E_t (1 + k_t \log T)$$

$h_{Tt}$  = Precipitación máxima (en mm.) para un periodo de retorno T (años) y en tiempo T en horas.

Et: Moda

Kt: Característica

**Cuadro 3.39 Altura de lluvia para diferentes periodos de retorno**

PERIODOS DE RETORNO AÑOS	ALTURAS DE LLUVIAS (mm.)
10 años	160.06
20 años	183.34
50 años	214.12

Fuente: Elaboración propia.

### Lluvias Máximas Horarias

Lluvias máximas diarias menores a 24 horas y mayores a 2 horas según la ley de Gumbel modificado

$$h_{rT} = Ed * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + Kd * \log (t)]$$

Ed= Moda Ponderada

Kd= Característica pondera

T= Periodo de retorno

hdt= Altura de lluvia máxima horaria

t= Tiempo de duración de la lluvia

$\beta$ = Es una constante que en nuestro medio se adopta generalmente 0.2

$\alpha$ = Equivalente de lluvia diaria que depende de la magnitud de la cuenca

Para  $A_c > 20$  ,  $\alpha = 12$  ;  $A_c < 20$  ,  $\alpha = 2$   $A_c$  en (Km<sup>2</sup>)

Se tomó para el estudio:  $A_c < 20$  ,  $\alpha = 2$

**Cuadro 3.40 Lluvias Máximas Horarias Menores a 24 Hrs. (mm)**

PERIODO DE RETORNO	DURACION DE LLUVIAS EN hrs.					
	2	4	6	12	18	24
10 años	160.06	183.86	199.39	229.04	248.38	263.09
20 años	183.34	210.61	228.40	262.36	284.52	301.37
50 años	214.12	245.96	266.74	306.41	332.29	351.97

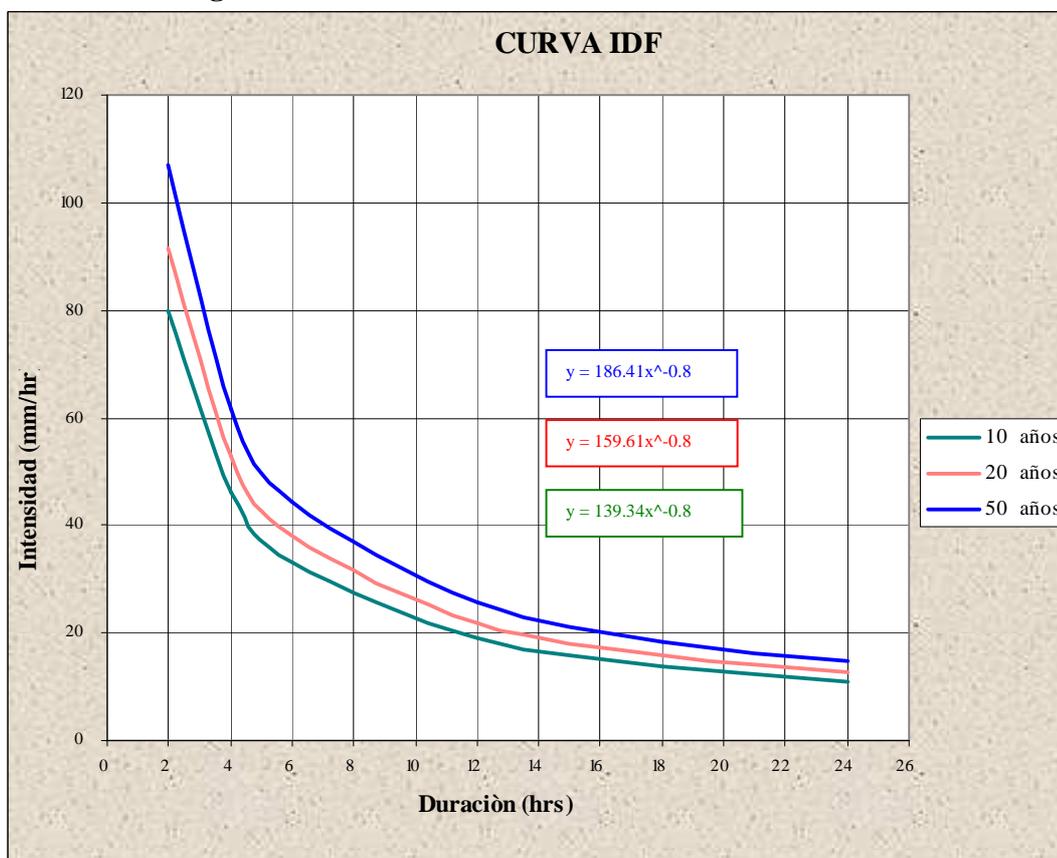
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.41 Intensidades Máximas (mm/hrs.)**

PERIODO DE RETORNO	DURACION DE LLUVIAS EN hrs					
	2	4	6	12	18	24
10 años	80.03	45.96	33.23	19.09	13.80	10.96
20 años	91.67	52.65	38.07	21.86	15.81	12.56
50 años	107.06	61.49	44.46	25.53	18.46	14.67

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.7 Curvas intensidad - Duración – Frecuencia**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.1 Caudales Máximos

Para calcular el caudal máximo de crecida en una intensidad de lluvia para un periodo de diseño igual a 50 años es preciso determinar el tiempo de concentración. Existen fórmulas empíricas para el cálculo del tiempo de concentración ( $t_c$ ) o de duración de las precipitaciones en áreas no edificadas; conceptualmente se define como el tiempo que tarda en llegar una gota de agua desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de la obra o de control.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiado el método de la fórmula racional para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas. El tiempo de

recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la fórmula de Chereque:

$$T_c = \left( 0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Siendo:

**T** = Tiempo de concentración en horas

**L** = Longitud del cauce principal en km.

**H** = Desnivel máximo

Para el diseño del proyecto, los valores de tiempo de concentración se muestran en el cuadro 3.42

Cuadro 3.42 Resumen Tiempo de Concentración

<b>Diseño</b>	<b>Tiempo de Concentración Medio (Hrs.)</b>
Cunetas	0.17
Alcant. de Alivio y Cruce	0.25
Badén	3.60

Fuente: Elaboración propia

Al hacer uso de los tiempos de concentración en las curvas intensidad frecuencia obtenemos como resultado la intensidad máxima para un periodo de diseño elegido; dado el caso para este proyecto, con un periodo de diseño igual a 50 años, los tiempos de concentración fueron encontrados para cada estructura en particular, es decir, cunetas, alcantarillas de alivio, cruce, badenes que se muestran en el anexo I. En el cuadro anterior se muestra las medias de los Tiempos de Concentración, a partir de éstos, se tiene las siguientes intensidades con las que se trabajará para todos los diseños hidráulicos correspondientes al presente diseño del camino que se está tratando.

La fórmula para calcular la intensidad introduciendo el tiempo en horas es la expuesta en la figura 3.7, determinada por medio de una regresión potencial:

$$I_{[T=50\text{años}]} \Rightarrow y = A \cdot x^B$$

$$I_{[T=50\text{años}]} \Rightarrow y = 186.41 \cdot x^{-0.8}$$

**Cuadro 3.43 Intensidades para a un periodo de retorno igual a 50 años**

PERIODO DE RETORNO = 50 Años			
Coef. A =	186.41		
Coef. B =	-0.8		
<b>Tiempo Concent. (Hrs.)</b>	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>	<b>3.60</b>
<b>Intensidad (mm/hr)</b>	781.61	569.94	66.85

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2.2 Diseño de Cunetas

#### 3.4.2.2.1 Diseño Hidráulico

##### DATOS

Derecho de vía	D =	30.00 m	b1=	12.00 m
Ancho de Carril	a =	3.00 m	b2=	3.00 m
Escorrentía Tierra	C1 =	0.15		
Escorrentía Grava	C2 =	0.22		
Escorrentía Ponderado	Cp =	0.16		

$$C_p = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2}{A_1 + A_2}$$

→

$$C_p = \frac{C_1 * b_1 + C_2 * b_2}{b_1 + b_2}$$

## CAUDAL DE APORTE METODO RACIONAL

$$T \text{ ( años )} = 50$$

$$i \text{ (mm/hr)} = 718.61$$

$$i \text{ (cm./hr )} = 71.86$$

$$C_p = 0.16$$

$$n = 0.02$$

Rugosidad Grava

**Figura 3.8**

Sección tipo usado en el proyecto

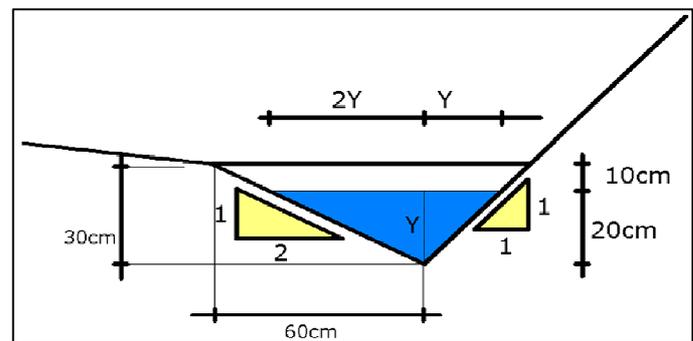
$$Q = 27.52 * C * i * A$$

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$A = \frac{3}{2} * y^2$$

$$P = y * (\sqrt{5} + \sqrt{2})$$

$$A * R^{2/3} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$



Formulas de acuerdo a la sección tipo

Reemplazando valores y despejando "y" se tiene:

$$y = \left( 1.20614 * \frac{Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Luego realizados los cálculos en todo el tramo en estudio se calculo el tirante normal  $Y_n = 30.0$  cm.

Hay que tomar en cuenta en especial la longitud ya que no hay que olvidarse que las alcantarillas de alivio se tienen que ubicar cada 100 metros y donde la topografía lo permita, pero más que un parámetro establecido de longitud, la topografía y los puntos bajos son los que en realidad obligan a ubicar las alcantarillas.

Se adoptó esta sección típica de las cunetas en base del manual para el diseño de caminos de bajo volumen de tránsito, una profundidad de 30 cm. para una zona

lluviosa, que recomienda que por razones de seguridad vial se deben evitarse cunetas muy profundas.

Se mantendrá las dimensiones de la sección tipo para todas las cunetas por motivos constructivos.

No todo el trayecto contara con cunetas en ambos lados del camino, sólo se construirá en las secciones que sean cortes y en algunos lugares que se ve convenientes por la topografía con el fin de evitar erosiones cerca del camino en las épocas de lluvias.

El cuadro 3.45 muestra la ubicación de las alcantarillas de alivio y de cruce los desvíos del caudal por otros sitios adecuados a la topografía.

**Cuadro 3.45 Ubicación de Alcantarillas de Alivio**

<b>Nº alcantarilla de alivio</b>	<b>Estación</b>	<b>Característica</b>	<b>Caudal proveniente</b>
1	0+370.00	Tubo Armco	Un solo lado
2	0+550.00	Tubo Armco	Un solo lado
3	0+640.00	Tubo Armco	Un solo lado
4	1+090.00	Tubo Armco	Un solo lado
5	1+190.00	Tubo Armco	Un solo lado
6	1+380.00	Tubo Armco	Un solo lado
7	1+530.00	Tubo Armco	Un solo lado
8	1+870.00	Tubo Armco	Un solo lado
9	2+440.00	Tubo Armco	Un solo lado
10	2+830.00	Tubo Armco	Un solo lado
11	2+970.00	Tubo Armco	Un solo lado
12	3+520.00	Tubo Armco	Un solo lado

13	3+960.00	Tubo Armco	Un solo lado
14	4+210.00	Tubo Armco	Un solo lado
15	5+680.00	Tubo Armco	Un solo lado
16	6+370.00	Tubo Armco	Un solo lado
17	7+750.00	Tubo Armco	Un solo lado
18	8+450.00	Tubo Armco	Un solo lado
19	10+720.00	Tubo Armco	Un solo lado
20	12+250.00	Tubo Armco	Un solo lado

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2.3 Diseño de Alcantarillas

#### 3.4.2.3.1 Diseño Hidráulico

Caudal aportado por las cunetas:

$$Q_1 = \text{caudal de las cunetas}$$

Caudal aportado por el sector Método Racional

$$Q = 27.52 * C * i * A$$

Datos

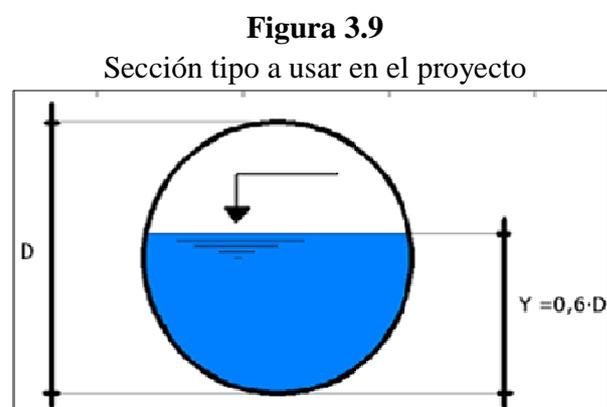
C = 0.22  
intensidad = 569.94 mm/hr  
intensidad = 5.70 cm./hr  
S alcantarilla = 0.03 m/m  
n = 0.025 Para tubos ARMCO

$$Q_2 = 27.52 * C * i * A$$

Caudal de aporte =  $Q = Q_1 + Q_2$

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * \left( \frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta \right)$$



$$P = \frac{D * \theta * \pi}{360}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Fórmulas de acuerdo a la sección a usar

Realizando los cálculos y despejando D tenemos

$$D = \left( \frac{4.7751 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

**Cuadro 3.46 Altura de Tirante de Agua Transportado por las Alcantarilla de Cruce**

<b>Nº alcantarilla de cruce</b>	<b>Estación</b>	<b>Característica</b>	<b>Caudal proveniente:</b>
1	1+260.00	Tubo Armco Simple	Un solo lado
2	5+960.00	Tubo Armco Doble	Un solo lado
3	14+225.00	Tubo Armco Simple	Un solo lado
4	14+275.00	Tubo Armco Simple	Un solo lado

Como se puede ver, los lugares con más caudales son las alcantarillas de cruce tipo cajón donde existían pequeñas quebradas. Pero según norma de la ABC y el PDCRII recomienda que los diámetros mínimos sean mayores o iguales a 1.00 m. por motivos de mantenimiento. En todas las alcantarillas se adoptó una pendiente de 3% para que tenga una velocidad auto limpiante.

Las alturas de terraplén de las alcantarillas estará en función de la topografía del lugar donde se ubique las alcantarillas, sacando esta altura de las secciones transversales, para posteriormente sacar la longitud total de la alcantarilla considerando el talud del terraplén, la profundidad mínima de excavación para la colocación de tuberías en terreno natural será no menor del treinta por ciento del diámetro exterior del tubo más el espesor del tubo.

#### **3.4.2.4 Diseño del Badén**

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por quebradas cuyo nivel de fondo de cauce coincide con el nivel de la rasante. Descargando materiales sólidos esporádicamente con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia.

Los badenes presentan la ventaja que son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes, pontones o puentes. Así mismo, en general, no son susceptibles de obstruirse.

Para el diseño hidráulico se tomaron los parámetros de acuerdo a las recomendaciones del PDCRII. Los parámetros son:

La topografía del sector, se debe realizar un levantamiento topográfico 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo para obtener la pendiente del cauce; la pendiente transversal del badén debe ser del 3 al 5 %, se adoptó una pendiente más o menos igual al terreno del 3%. Para establecer las dimensiones de los elementos del badén,

se diseño como un canal circular. Se fijó el radio del segmento o sea de la circunferencia que se recomienda que sea mayor o igual a 80 m.; se adoptó el mínimo 80 m. con el caudal de diseño calculado con la formula racional.

Con la ecuación de manning se calculó el tirante “y” que circulará por el segmento circular. Luego se dio un borde libre; se recomienda que esté entre 0.3 a 0.5 m. el proyecto se adopto el valor de 0.5 por seguridad. Con la altura “y” mas el borde libre que es la flecha y la altura total, se procedió a calcular la longitud de cuerda que viene a ser la longitud total del badén.

El ancho de la plataforma es determinado en función del ancho de la vía (4, 6 u 8 m); en el proyecto es de 6 m., el espesor debe ser determinado en función de la cargas y de la calidad del terreno de fundación (en la práctica se recomienda un espesor no menor a los 20 cm).

### 3.4.2.4.1 Diseño Hidráulico del Badén

Caudal aportado por las cunetas y alcantarillas:

$$Q_1 = \quad [m^3/s]$$

Caudal aportado por la quebrada

#### Datos

A. cuenca = [ha]

C = 0.22

S<sub>quebr</sub> = [m/m]

Intensidad = [mm/hr]

n = 0.016      Para H°C°

Método Racional

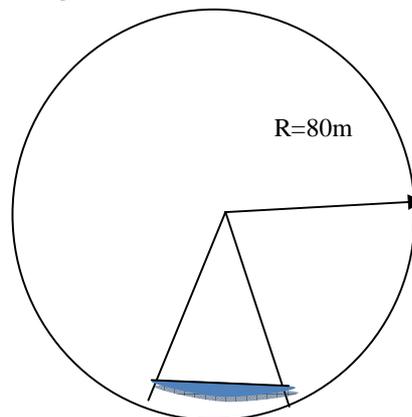
$$Q_{max} = \frac{c * I_{max} * A}{3.60}$$

$$Q_2 = [m^3/s]$$

Caudal total       $Q = Q_1 + Q_2$

$$Q = [m^3/s]$$

**Figura 3.10 Diseño Badén**



El diseño se tomará de un modelo tipo de badén según el PDCRII

$$\theta = 2 * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right) \quad A = \frac{D^2}{8} * \left(\frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta\right)$$

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2} \quad P = \frac{D * \theta * \pi}{360} \quad R = \frac{A}{P}$$

Haciendo operaciones y despejando "y" dando solución por tanteos, se tiene

$$A * R^{2/3} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$\left[ \frac{D^2}{8} * \left( \frac{\pi}{90} * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right) - \sin\left(2 * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right)\right) \right) \right] * \left[ \frac{\frac{D^2}{8} * \left( \frac{\pi}{90} * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right) - \sin\left(2 * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right)\right) \right)^{2/3}}{D * \frac{\pi}{180} * \cos^{-1}\left(\frac{D - 2y}{D}\right)} \right]^{3/2} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$y = \quad [\text{m}]$$

Longitud del badén  $L = \sqrt{4 * h * (D - h)} \quad h = y + \text{borde libre}$

$$L = \quad [\text{m}]$$

**Cuadro 3.47 Características Hidráulicas de los Badenes del Proyecto**

Nº de badén	Estación	Nombre de Quebrada	Longitud (m)	Ancho (m)
1	0+167.00	Quebrada 1	8.0	4.0
2	3+260.00	Quebrada 2	10.0	4.0
3	7+100.00	Quebrada 3	10.0	4.0
4	9+210.00	Quebrada 4	8.0	4.0
5	14+500.00	Quebrada 5	8.0	4.0

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5 DIMENSIONAMIENTO CAPA DE RODADURA**

#### **3.5.1 Generalidades**

Los caminos con superficie de rodadura no pavimentada pueden ser clasificados como sigue:

a. Caminos de tierra, constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.

b. Caminos gravosos, constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.

c. Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25 mm.

c.1 afirmados con gravas naturales o zarandeadas

c.2 afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado

d. Caminos con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:

d.1 afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

d.2 suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluidas las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda, medida en EE (Ejes Equivalentes) o por vehículos pesados,

es particularmente importante para ciertos tipos de caminos de bajo volumen pero que pudieran tener alto porcentaje de vehículos pesados, como los que se construyen para propósitos especiales como el minero y forestal (extracción de madera).

### 3.5.2 Tráfico

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

De acuerdo a los aforos y calculados realizados se tiene un TPD=10 (vehículos ambos sentidos)

Según parámetros de diseño el tráfico proyectado para 10 años, se clasificará según lo siguiente:

**Cuadro 3.48 Tráfico Proyectado para 10 años**

CLASE	TO	T1	T2	T3	T4
TPD (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 400
Vehículos Pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56	57 - 112
N° Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5 - 6.1 \times 10^5$

Fuente: Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito

### 5.3 Parámetros de Diseño de la Subrasante

La subrasante es la capa superficial, de terreno natural; las características físico mecánicas, su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado que se colocará encima.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante Muy Pobre	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	CBR = 3% - 5 %
S2: Subrasante Regular	CBR = 6% - 10 %
S3: Subrasante Buena	CBR = 11% - 19 %
S0: Subrasante Muy Buena	CBR > 20%

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6% para su compactación. La profundidad mínima especificada de esta capa detalla en figura 3.11 en el catálogo de estructuras de capas granulares, que se presenta más adelante.

Para el diseño se tomará el valor del CBR al 95% de la densidad máxima, como se muestran los cuadros continuación

**Cuadro 3.49 Resultado de los Tipos de Suelos en (%)**

<b>PREDOMINIO DE MUESTRA DE SUELO EN EL CAMINO LAGUNITAS – ALTO IPAGUASU – IBOIPITARENDA A NIVEL SUBRASANTE</b>		
<b>SUELO A - 4</b>	<b>SUELO A - 6</b>	<b>SUELO A-7</b>
5.00 Calicatas	4.00 Calicatas	2.00 Calicatas
45.45 %	36.36 %	18.18 %

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.50 Resumen de Datos de CBR**

<b>RESUMEN DE LOS CBR EN EL CAMINO LAGUNITAS – ALTO IPAGUASU – IBOIPITARENDA A NIVEL SUBRASANTE</b>					
<b>SUELO A - 4</b>		<b>SUELO A - 6</b>		<b>SUELO A-7-6</b>	
<b>CBR al 100%</b>	<b>CBR al 95%</b>	<b>CBR al 100%</b>	<b>CBR al 95%</b>	<b>CBR al 100%</b>	<b>CBR al 95%</b>
14.39	10.45	6.51	4.77	4.42	3.62

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estos resultados, podemos clasificar 2 categorías de subrasante:

S1 Subrasante Pobre                      Suelo A-6, A-7

S2 Subrasante Regular                      Suelo A-4

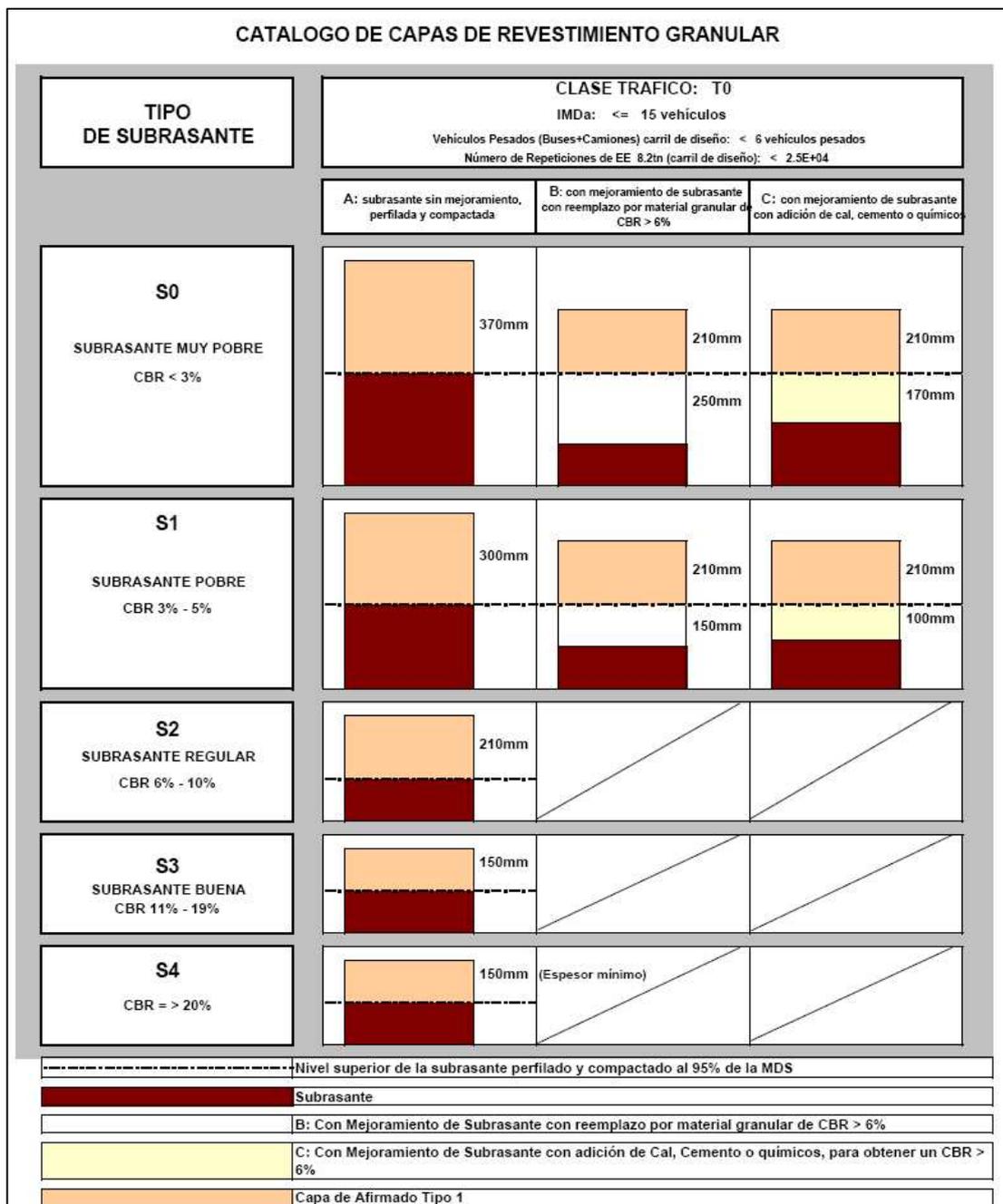
Como se puede apreciar en los cuadros 3.49, 3.50 existe un predominio del suelo A-4, se tomará como parámetro de diseño en la categoría de S2 Subrasante Regular, por lo tanto se realizará un solo diseño para todo el trayecto.

### **3.5.4 Método de Diseño**

Para el presente proyecto se aplicará el método del Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito (Perú).

La figura 3.11 en el catálogo de estructuras de capas granulares, está en función del tráfico, tipo de Subrasante, CBR que se presenta continuación:

Figura 3.11 Catalogo de Capas de Revestimiento Granular



Fuente: Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito

Según parámetros de diseño que se encuentran en la figura 3.11, se tiene el siguiente cuadro de resultados para una capa de rodadura

**Cuadro 3.51 Dimensionamiento de Capa de Rodadura**

<b>CLASE DE TRAFICO To TPD ≤ 15 VEHICULOS</b>		
Tipo de Subrasante	CBR % (6 - 10)	Capa de Rodadura (mm)
S2 Subrasante Regular	10	210

Fuente: Elaboración propia.

Colocar suelo A-4 que saldrá del movimiento de tierra, con un espesor de 20 cm., en los sectores donde se tiene suelo A-6 y A-7 .Para garantizar un CBR.>6% y posteriormente se colocará la capa de rodadura calculada espesor e=210 mm.

### **3.6 CALCULO DE VOLUMENES**

#### **3.6.1 Calculo de Áreas**

El cálculo de áreas es la medición en metro cuadrado de la sección en corte, relleno o mixto que se obtiene como resultado de las transversales dispuestas a lo largo del tramo cada 20 metros en rectas y cada 10 metros en curvas.

El programa Autodesk Land Desktop genera automáticamente estas áreas en función a diversos parámetros calculados y el resultado de los mismos puede verse en anexos en la parte que corresponde a memoria del cálculo geométrico.

#### **3.6.2 Cálculo de Volúmenes**

El cálculo de volúmenes de tierra viene a ser el resultado más importante de todo el diseño, ya que éste constituye una base importante para la economía o la no economía del diseño del camino considerando el tipo de suelo a moverse.

El cálculo de volúmenes es resultado del promedio de las áreas calculadas en la sección transversal multiplicada por la distancia que los separa y realizando

correcciones en las secciones donde existan curvas horizontales; las correcciones que se hacen por curvatura se debe a las excentricidades que existe entre la distancia de cada sección.

El programa Autodesk Land Desktop genera automáticamente estos volúmenes en función de las áreas de las secciones transversales más un factor de coeficiente de expansión por el corte o un coeficiente de contracción por el relleno que debe ser introducido.

**Cuadro 3.52 Factores de conversión**

Tipo de Suelo	Condición	CONVERTIDO A		
	Inicial	En sitio	Suelto	Compactado
Arcilla	En sitio	-	1.43	0.90
	Suelta	0.70	-	0.63
	Compactada	1.11	1.59	-

Fuente: Carreteras Estudio y Proyecto de Jacob Carciente

En el proyecto se tomó el coeficiente de contracción por relleno introduciendo en el programa un valor de 0.9; con este valor se contraerá al los volúmenes de corte para luego realizar la suma algebraica de volúmenes acumulados. Los cálculos se muestran en los anexos geométricos.

El volumen excedente, debido a corte y relleno, se lo multiplicar por el factor suelto de 1.43 para tener el volumen excedente.

### 3.6.3 Diagrama Masa

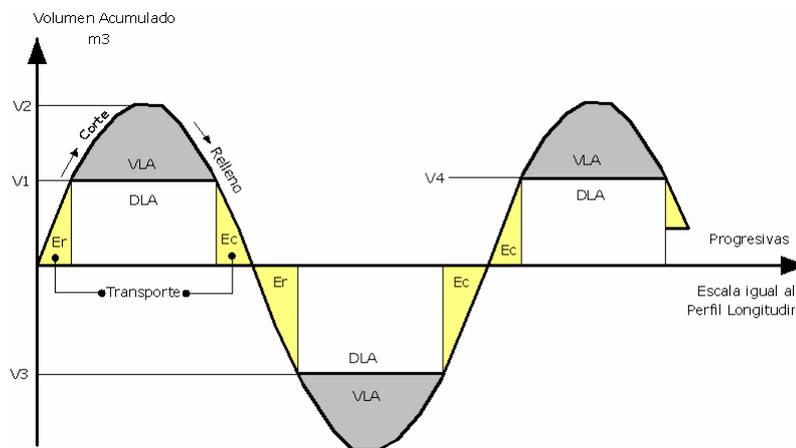
Es una representación gráfica de los volúmenes acumulados en el movimiento de tierras para la conformación de una carretera; este diagrama tiene mucha importancia a nivel de diseño donde se puede visualizar la buena o mala compensación que se ha realizado en el trazado.

En ejecución, este diagrama sirve para controlar y planificar los trabajos de movimiento de tierras.

Este diagrama está conformado por un eje horizontal que cruza a otro vertical en un punto cero denominado línea de balance, cuya escala es la misma de la horizontal del diseño en planta; en este eje horizontal están representadas todas las estacas y puntos singulares del trazado.

La escala vertical es una escala volumétrica cuyos valores deben definirse en función de los valores máximos del volumen acumulado, positivos por encima de la línea de balance y negativos por debajo. Un buen diseño debe tener una gráfica más o menos sinusoidal para su compensación dentro de la distancia de libre acarreo, pero no siempre es posible realizar este diseño.

**Figura 3.12**  
**Representación de un diagrama masa**



Fuente: Elaboración propia

El diagrama masa también es generado por el Programa Autodesk Land Desktop y se muestra junto a los planos, incluido en el presente proyecto.