

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA.  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**"MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN CAMINO SUNCHU  
HUAYCO – LADERAS"**

Por:

**FREDY CRUZ MANSILLA**

Proyecto de Grado, presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

**DICIEMBRE DE 2010**

**TARIJA - BOLIVIA**

V°B°

.....  
Ing. Sergio Antonio Cortez Deraz

**Tutor**

.....  
Ing. Alberto Yurquina  
**Dec. Fac. Ciencias y Tecnología**

.....  
Msc. Lic. Marlene Hoyos M.  
**Directora de "P.E.T."**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Adolfo R. Molina López

**Tribunal**

.....  
Ing. Trinidad Baldiviezo M.

**Tribunal**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

### **AGRADECIMIENTOS:**

- A Dios por permitirme alcanzar mis metas y ser el sendero que guía mi vida.
- A mi madre por ser compañera y eterno apoyo en el transcurso de mi vida.
- A mis hermanos, hermanas y demás familia por estar a mi lado y brindarme su cariño.
- Al Lic. Elmer Gareca V. y al Ing. Sergio Antonio Cortez Deraz, quiénes me apoyaron desinteresadamente haciendo posible la culminación del presente trabajo.

**DEDICADO A:**

A la memoria de mi padre que me inculco el sentido de superación, a mi madre por estar cada instante apoyándome y guiándome a cada paso que doy y a mi hija que es la inspiración de mi vida y la que me da fuerzas para seguir adelante.

## ÍNDICE

INDICE .....	-1-
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
CAPITULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS.....	2
1.2.1 Acceso intransitable en época de lluvias .....	2
1.2.2 Alto Porcentaje de Pérdidas post Cosecha.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	3
1.4 OBJETIVOS .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 METAS .....	5
1.6 SUPUESTOS.....	6
1.7 MARCO LÓGICO .....	6
1.8 METODOLOGÍA.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	7
2.1.1 Normas del diseño geométrico de carreteras .....	7
2.1.1.1 Normas Internacionales .....	7
2.1.1.2 Normas Nacionales .....	7
2.1.2 Parámetros del diseño geométrico de carreteras .....	8
2.1.2.1 Velocidad de proyecto .....	8
2.1.2.2 Pendiente .....	10

2.1.2.2.1	Pendiente Mínima .....	10
2.1.2.2.2	Pendiente Máxima.....	10
2.1.2.2.3	Pendiente Transversal.....	12
2.1.2.3	Peralte .....	13
2.1.2.3.1	Peralte Máximo Admisible.....	17
2.1.2.3.2	Desarrollo del peralte.....	17
2.1.2.4	Radio de curvatura .....	18
2.1.2.4.1	Radio mínimo de curvatura .....	19
2.1.2.4.2	Criterio propuesto por el Servicio Nacional de Caminos.....	20
2.1.2.5	Visibilidad .....	21
2.1.2.5.1	Distancia de visibilidad para frenar .....	22
2.1.2.5.2	Distancia de visibilidad para sobrepasar.....	24
2.1.2.5.3	Distancia de visibilidad horizontal en curva .....	28
2.1.2.6	Secciones .....	29
2.1.2.6.1	Calzada.....	30
2.1.2.6.2	Carril .....	30
2.1.2.6.3	Berma.....	33
2.1.2.6.4	Taludes.....	35
2.1.3	Proceso de diseño geométrico de carreteras .....	37
2.1.3.1	Diseño planimétrico.....	37
2.1.3.1.1	Elección de la ruta alternativa .....	38
2.1.3.1.2	Trazo Preliminar.....	38
2.1.3.1.3	Trazo Definitivo .....	40
2.1.3.1.4	Curvas Horizontales.....	40
2.1.3.2	Diseño alimétrico .....	41
2.1.3.2.1	Perfil Longitudinal.....	41
2.1.3.3	Elección de la Subrasante.....	42
2.1.3.3.1	Pendiente máxima especificada .....	43
2.1.3.3.2	Puntos obligados alimétricos.....	43
2.1.3.3.3	Compensación de volúmenes .....	43
2.1.3.3.4	Enlace de Sub rasantes por Curvas Verticales .....	44

2.2	CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	44
2.2.1	Secciones transversales .....	45
2.2.1.1	Sección en corte .....	45
2.2.1.2	Sección en relleno .....	45
2.2.1.3	Sección mixta .....	46
2.2.1.4	Cálculo de áreas .....	46
2.2.1.4.1	Cálculo de volúmenes .....	46
2.2.1.4.2	Cálculo de volumen en vía recta .....	46
2.2.1.4.3	Compensar volúmenes .....	50
2.3	TÉRMINOS ECONÓMICOS FINANCIEROS .....	51
2.3.1	Proyecto .....	51
2.3.2	Empresa.....	51
2.3.3	Competitividad .....	52
2.3.4	Rentabilidad.....	52
2.3.5	Criterios de Evaluación de Proyectos .....	52
2.3.5.1	Valor Actual Neto .....	53
2.3.5.2	Tasa Interna de Retorno.....	53
2.3.5.3	Relación Beneficio Costo .....	54
2.3.6	Oferta.....	54
2.3.7	Demanda de un Bien .....	54
CAPÍTULO III .....		56
3	DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	56
3.1	CARACTERIZACIÓN .....	56
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	56
3.1.2	Condiciones Climáticas.....	60
3.1.3	Aspectos Demográficos .....	61
3.1.3.1	Comunidades y Población Beneficiaria.....	61
3.1.3.2	Educación .....	63
3.1.3.3	Migración.....	64
3.1.3.4	Salud .....	66



3.1.4	Aspectos Económicos .....	66
3.1.4.1	Tipos de Viviendas .....	66
3.1.4.2	Tenencia de la Tierra .....	67
3.1.4.3	Principales Actividades Económicas .....	68
3.1.4.4	Destino de la producción Actual .....	71
3.1.4.5	Valoración de la producción.....	72
3.1.5	Aspectos Sociales .....	74
3.1.6	Servicios Básicos Existentes.....	74
3.1.6.1	Puesto de Salud .....	74
3.1.6.2	Agua Potable .....	75
3.1.6.3	Luz Eléctrica.....	75
3.1.6.4	Alcantarillado Sanitario - Baños .....	75
3.2	POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES .....	76
3.2.1	Potencialidades .....	76
3.2.2	Limitaciones .....	76
3.3	SITUACIÓN SIN PROYECTO .....	77
3.3.1	Análisis de la Demanda.....	77
3.3.1.1	Demanda Actual.....	77
3.3.1.2	Demanda Proyectada .....	79
3.3.2	Análisis de la Oferta.....	82
3.3.2.1	Oferta Actual .....	82
3.3.2.2	Proyección de la Oferta .....	83
3.3.3	Estudio de Sostenibilidad.....	83
3.3.4	Entidad encargada de la Operación y Mantenimiento .....	83
3.3.5	Plan de Administración y Gestión del Servicio.....	84
3.3.6	Plan de Operación y Mantenimiento .....	84
3.3.6.1	Ejecución .....	84
3.3.6.2	Mantenimiento. ....	84
CAPÍTULO IV .....		86
4	FASE PROPOSITIVA .....	86

4.1	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	86
4.1.1	Tramo Camino Sunchu Huayco – Laderas Centro.....	86
4.1.1.1	Parámetros de Diseño .....	86
4.1.1.1.1	Ancho De Plataforma.....	88
4.1.1.1.2	Radios De Curvatura.....	88
4.1.1.1.3	Pendiente De La Vía.....	88
4.1.1.1.4	Gradiente Transversal.....	89
4.1.1.1.5	Diseño Del Camino.....	89
4.1.1.1.6	Carpeta De Ripio.....	89
4.1.1.1.7	Recomendaciones.....	90
4.1.2	Tramo Laderas Norte .....	90
4.1.2.1	Ancho De Plataforma.....	92
4.1.2.2	Radios De Curvatura.....	92
4.1.2.3	Pendiente De La Vía.....	93
4.1.2.4	Gradiente Transversal.....	93
4.1.2.5	Diseño Del Camino.....	93
4.1.2.6	Carpeta De Ripio.....	94
4.1.2.7	Recomendaciones.....	94
4.1.3	Tramo Laderas Sud y Tramo Sunchu Huayco – Quebrada Sunchu Huayco....	95
4.1.3.1	Ancho De Plataforma.....	97
4.1.3.2	Radios De Curvatura.....	97
4.1.3.3	Pendiente De La Vía.-.....	98
4.1.3.4	Gradiente Transversal.-.....	98
4.1.3.5	Diseño Del Camino.....	98
4.1.3.6	Carpeta De Ripio.....	99
4.1.3.7	Recomendaciones.....	99
4.1.4	Diseño de Obras de Arte Menor.....	100
4.1.4.1	Diseño Alcantarillas (Obras de Arte Menor) .....	100
4.1.4.1.1	Geometría de las alcantarillas.....	100
4.1.4.1.2	Cargas a Considerar .....	101
4.1.4.1.3	Diseño Estructural (Cajón y Hastiales).....	104

4.1.5	Especificaciones Técnicas .....	104
4.1.6	Maquinaria y Equipo.....	104
4.1.7	Personal Necesario .....	105
4.2	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	106
4.2.1	Alternativa A .....	106
4.2.2	Alternativa B.....	107
4.3	COSTOS .....	108
4.3.1	Costos directos.....	108
4.3.1.1	Precio unitario de mano de obra.....	108
4.3.1.1.1	Haber básico del trabajador .....	108
4.3.1.1.2	Pago de beneficios sociales .....	108
4.3.1.1.3	Pago de impuestos.....	109
4.3.1.2	Clasificación de la mano de obra .....	110
4.3.1.2.1	Mano de obra no calificada: .....	110
4.3.1.2.2	Mano de obra semi calificada:.....	110
4.3.1.2.3	Mano de obra Calificada:.....	110
4.3.1.3	Costo horario de mano de obra .....	110
4.3.1.4	Precio Unitario de Equipo y Maquinaria de Construcción.....	111
4.3.2	Costos indirectos .....	111
4.3.2.1	Gastos Generales y Administrativos.....	111
4.3.2.2	Beneficios o utilidades.....	111
4.3.3	Costos de los Componentes a Precios Privados .....	111
4.3.3.1	Costo de Construcción.....	111
4.3.3.2	Costo de Supervisión .....	113
4.3.3.3	Costo de Indemnización .....	113
4.3.3.4	Costo de Operación y Mantenimiento .....	113
4.3.4	Costos de los Componentes a precios Sociales .....	114
4.3.4.1	Construcción a precios sociales .....	114
4.3.4.1.1	Trabajos Preliminares .....	114
4.3.4.1.2	Movimiento de Tierras.....	114
4.3.4.1.3	Obras de Arte Menor .....	114

4.3.4.1.4	Señalización Vertical para puente.....	115
4.3.4.1.5	Limpieza General.....	115
4.3.4.1.6	Presupuesto de Construcción a precio de mercado y social.....	115
4.3.4.2	Supervisión a Precios sociales.....	116
4.3.4.3	Mantenimiento a Precios sociales.....	116
4.4	BENEFICIOS .....	117
4.4.1	Beneficios por incremento de la producción Agrícola.....	117
4.4.2	Ahorro por disminución en pérdidas agrícolas.....	119
4.4.3	Beneficios por incremento de la producción Pecuaria.....	119
4.4.4	Ahorro por disminución en pérdidas Pecuarias.....	120
4.4.5	Ahorro en Costos de transporte de carga de la región .....	121
4.4.6	Pérdida en tiempo por traslado a pie .....	121
4.4.7	Plusvalía de terrenos.....	122
4.4.8	Valor Residual .....	123
4.5	ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO.....	123
4.6	CRONOGRAMA FÍSICO Y DE DESEMBOLSOS .....	124
CAPÍTULO V .....		125
5	FASE EVALUATIVA .....	125
5.1	EVALUACIÓN TÉCNICA .....	125
5.1.1	Verificación de Parámetros de Diseño Establecidos.....	125
5.1.2	Verificación De Cálculo De Los Componentes Del Proyecto .....	125
5.1.3	Cumplimiento De Las Especificaciones Técnicas Recomendadas .....	125
5.1.4	Verificación estudios de Topográfica, Geología, Hidrología y Suelos.....	126
5.1.5	Viabilidad Técnica .....	126
5.2	EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	126
5.3	EVALUACIÓN PRIVADA.....	127
5.3.1	Valor Actual Neto .....	127
5.3.2	Costo Anual Equivalente .....	127
5.3.3	Relación Beneficio Costo .....	127
5.3.4	Tasa Interna de Retorno .....	128

5.4	EVALUACIÓN SOCIAL .....	128
5.4.1	Análisis Costo Eficiencia.....	128
5.4.1.1	Costo de Inversión por familia .....	128
5.4.1.2	Costo de Inversión por Kilómetro de camino .....	129
5.4.2	Análisis Beneficio Costo.....	129
5.4.2.1	Valor Actual Neto Social.....	129
5.4.2.2	Costo Anual Equivalente Social.....	129
5.4.2.3	Valor Actual de Costos Social .....	130
5.4.2.4	Relación Beneficio Costo Social.....	130
5.4.2.5	Tasa Interna de Retorno Social .....	130
5.4.2.6	Momento Óptimo de la Inversión .....	130
5.5	IDENTIFICACIÓN DE EXTERNALIDADES .....	131
5.5.1	Migración.....	131
5.5.2	Productividad.....	131
5.5.3	Plusvalía De Terrenos .....	131
CAPÍTULO VI.....		132
6	FASE CONCLUSIVA.....	132
6.1	CONCLUSIONES.....	132
6.2	RECOMENDACIONES .....	133
BIBLIOGRAFÍA.....		134

ANEXOS

CONTENIDO