

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO TÉCNICO DE ATAJADOS PARA LA COMUNIDAD DE  
HUANCOIRO”**

**Por:**

**LUIS ALBERTO PUITA MARTÍNEZ**

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

**Septiembre de 2013**

**TARIJA-BOLIVIA**

**V°B°**

.....

Ing. Juan Carlos Loza Vélez.

**DOCENTE GUÍA**

.....

MSc. Ing. Luis A. Yurquina

**DECANO**

**FACULTAD CIENCIAS Y**

**TEGNOLOGIA**

.....

MSc. Lic. Gustavo Succi

**VICEDECANO**

**FACULTAD CIENCIAS Y**

**TEGNOLOGIA**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

-----

**Ing. José Navia Ojeda.**

-----

**Ing. Jaime Zenteno.**

-----

**Ing. Moisés Perales.**

El tribunal calificador del presente proyecto de grado, no se solidariza con la forma; términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme vida, salud y fortaleza en momentos de debilidad y a mis padres, por educarme y formarme en los valores morales de la sociedad.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermanos, quienes me motivaron y apoyaron en todo momento, para que se materialice y se haga realidad este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

#### EL PROYECTO

	<b>Página</b>
1.1.-Problema actual .....	1
1.1.1.- Planteamiento del problema.....	1
1.1.2.- Formulación del problema .....	2
1.1.3.- Sistematización del problema .....	3
1.2.- Objetivos del proyecto.....	3
1.2.1.- Objetivo general .....	3
1.2.2.- Objetivos específicos .....	3
1.3.- Justificación del proyecto.....	4
1.3.1.- Justificación teórica.....	4
1.3.2.- Justificación académica .....	4
1.3.3.- Justificación técnica.....	4
1.3.4.- Justificación social.....	5
1.3.5.- Justificación institucional.....	5

### CAPÍTULO II

#### ASPECTOS SOCIALES Y FÍSICOS DEL PROYECTO

2.1.- Ubicación geográfica.....	6
2.2.- Población.....	7
2.2.1.- Población beneficiaria. ....	9
2.2.2.- Actitud de los comunarios ante el proyecto .....	9

2.3.- Principales actividades de la población.....	9
2.4.- Servicios básicos. ....	9
2.4.1- Agua Potable.....	9
2.4.2- Alcantarillado Sanitario. ....	10
2.4.3- Fuentes y uso de energía. ....	10
2.4.4.- Salud.....	10
2.4.4.1 - Infraestructura y personal. ....	10
2.5.- Vivienda. ....	11
2.6.- Educación. ....	12
2.7.- El clima. ....	13
2.8.- Flora.....	13
2.9.- Fauna. ....	14
2.10.- Hidrografía.....	14
2.11.- Orografía. ....	14
2.12.- Precipitaciones.....	14
2.13.- Caudales. ....	16
2.14.- Acceso a la zona del proyecto.....	16
2.15.- Organizaciones. ....	18
2.15.1- OTB`S. ....	18
2.15.2.- Central Campesina 1ra. Sección Provincia Méndez. ....	19

## **CAPÍTULO III**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

3.1.- Proceso de diseño. ....	20
3.1.1.- Criterios técnicos para el emplazamiento de atajados.....	20
3.1.2.- Ubicación del lugar de emplazamiento del atajado.....	20
3.1.3.- Topografía y pendiente del terreno natural. ....	21
3.1.4.- Características del suelo.....	21
3.1.5.- Área mínima del micro cuenca de aporte y escorrentía superficial.....	23
3.1.6.- Fuentes de agua.....	23
3.1.7.- Precipitaciones en la zona. ....	24
3.1.7.1.- Calibración - precipitación media anual .....	25
3.1.8.- Capacidad del atajado.....	27
3.1.9.- Oferta de agua.....	27
3.1.10.- Demanda de agua. ....	28
3.1.10.1.- Uso para riego.....	28
3.1.10.1.1.- Análisis de demandas.....	33
3.1.10.1.2.- Calendario de cultivo. ....	34
3.1.10.2.- Uso pecuario. ....	35
3.1.10.3.- Uso doméstico .....	36
3.1.11.- Pérdidas de agua.....	37
3.1.11.1.- Pérdidas por evaporación.....	37
3.1.11.2.- Pérdidas por filtraciones temporales. ....	40
3.1.12.- Balance Hídrico.....	41



3.2.- Diseño de la estructura del atajado.....	47
3.2.1.- Altura del volumen muerto. (Hm) .....	49
3.2.2.- Altura de diseño.....	50
3.2.3.- Altura del bordo libre. ....	50
3.2.4.- Ancho de coronamiento. ....	51
3.3.- Determinación de la capacidad del atajado.....	51
3.3.1.- Requerimiento de agua.....	51
3.3.2.- Diseño geométrico del atajado.....	52
3.3.3.- Movimiento de tierra. ....	53
3.3.4.- Obras complementarias.....	60
3.3.4.1.- Canales de captación.....	60
3.3.4.1.1- Ubicación o emplazamiento en planta. ....	60
3.3.4.1.2- Altimetría o emplazamiento vertical.....	60
3.3.4.1.3.- Forma de la sección.....	61
3.3.4.1.4.- Dimensión de la sección .....	62
3.3.4.1.5.- Bordo libre.....	64
3.3.4.1.6.- Rugosidad.....	65
3.3.4.1.7- Partes complementarias. ....	66
3.3.4.1.8.- Criterios de diseño.....	66
3.3.4.1.9.- Dimensionamiento del canal. ....	67
3.3.4.2.- Desarenador. ....	69
3.3.4.2.1.- Diseño de desarenador. ....	70
3.3.4.2.2.- Criterios de diseño.....	71

3.3.4.2.3.- Dimensionamiento. ....	71
3.3.4.3.- Canal de ingreso. ....	76
3.3.4.4.- Obra de toma.....	77
3.3.4.4.1.- Características generales de las obras de toma.....	78
3.3.4.4.1.1.- Funciones.....	78
3.3.4.4.2.- Capacidad de la toma. ....	78
3.3.4.4.3.- Localización de las tomas.....	79
3.3.4.4.4.- Condiciones topográficas.....	79
3.3.4.4.5.- Condiciones hidráulicas.....	79
3.3.4.4.6.- Capacidad de azolves.....	80
3.3.4.4.7.- Hidráulica de tomas.....	80
3.3.4.4.7.1.- Pérdidas.....	82
3.3.4.4.7.2.- Pérdidas por rozamientos.....	82
3.3.4.4.7.3.- Pérdidas en las rejillas.....	83
3.3.4.4.7.4.- Pérdidas en compuertas y válvulas. ....	83
3.3.4.4.7.5.- Pérdidas a la salida.....	84
3.3.4.5.- Cámara disipadora de energía.....	86
3.3.4.6.- Aliviadero. ....	87
3.3.4.6.1.- Laminación.- .....	88
3.3.4.7.- Cerco de protección perimetral.....	91
3.3.- Geo membranas. ....	92
3.3.1.- Introducción.....	92
3.3.2.- Materiales.....	93

3.3.3.- Geo membranas de polietileno de alta densidad (HDPE).....	94
3.3.4.- Características físicas y mecánicas del material.....	94
3.3.5.- Impermeabilización con Geo membranas.....	95
3.3.5.1.- Metodología de diseño.....	96
3.3.5.2.- Diseño del Espesor.....	97
3.3.5.3.- Ventajas.....	99
3.3.5.4 Geo textil.....	100
3.3.5.5.- Ventajas.....	100
3.3.5.6.- Alternativas de impermeabilización.....	100
3.4.- Introducción a los sedimentos.....	102
3.4.1.- Vida útil de un atajado como embalse.....	103
3.4.2.- Modalidades del transporte sólido.....	103
3.4.3.- Interacción Sedimento-Estructura.....	105
3.4.5.- Análisis de sedimentos en el atajado.....	105

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESUPUESTO**

4.- Introducción.....	107
4.1.- Cómputos métricos.....	107
4.1.1.- Principios generales para realizar el cómputo.....	108
4.2.- Los Costos en construcción.....	108
4.3.-Costo de directo.....	109
4.4.- Materiales.....	110
4.4.1.- Costo de los Materiales.....	110

4.4.2.- Rendimiento de los Materiales. ....	110
4.5.- Mano de Obra. ....	111
4.5.1.- Costo de la Mano de Obra.....	111
4.5.2.- Rendimiento de la Mano de Obra.....	111
4.6.- Beneficios Sociales.....	112
4.7.- Herramientas. ....	112
4.8.- Costos indirectos.....	113
4.9.- Gastos Generales. ....	113
4.10.- Utilidad.....	113
4.11.- Impuestos. ....	114
4.12.- Presentación de un presupuesto. ....	114
4.13.- Presupuesto de obra. ....	115
4.13.1.- Análisis de maquinaria.....	115
4.13.2.- Presupuesto de acarreo de material de impermeabilización para diferentes distancias de acarreo. ....	116
4.13.3.- Presupuesto de acarreo de material de impermeabilización para diferentes distancias de acarreo. ....	117
4.13.4.- Presupuesto general (impermeabilización con arcilla).....	118
4.13.5.- Presupuesto general (impermeabilización con geo membrana). ....	120

## **CAPÍTULO V**

### **(OPERACIÓN-MANTENIMIENTO)**

5.- Organización de operación y mantenimiento.....	123
5.1.- Organización .....	123

5.2.- Operación propuesta.....	124
5.3.- Mantenimiento .....	126

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1.- Conclusiones del proyecto .....	130
6.2.- Recomendaciones del proyecto .....	132
Bibliografía .....	133

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Ubicación de la provincia Méndez .....	6
Cuadro 2.2 Ubicación geográfica de la comunidad .....	7
Cuadro 2.3 Ubicación del lugar de los atajados .....	8
Cuadro 2.4 Acceso a la comunidad de Huancoiro .....	17
Cuadro 2.5 Tramo comunidad (Huancoiro)-atajados.....	18
Cuadro 2.6 OTB`S.....	19
Cuadro 2.7 Central campesina de la primera sección de la provincia Méndez.....	19
Cuadro 3.1 Porcentaje admisible de material .....	22
Cuadro 3.2 Isoyetas .....	24
Cuadro 3.3 Comportamiento de la lluvia-Modelo calibrado.....	26
Cuadro 3.4 Eficiencias en aplicación de riego .....	32
Cuadro 3.5 Demanda de agua según especie.....	35
Cuadro 3.6 Demanda de agua doméstica.....	36
Cuadro 3.7 Permeabilidad de suelos .....	41
Cuadro 3.8 Elementos geométricos de secciones transversales .....	63
Cuadro 3.9 Coeficiente de rugosidad de canales Manning.....	65
Cuadro 3.10 Velocidades máximas en canales de tierra.....	69
Cuadro 3.11 Clasificación de partículas .....	72
Cuadro 3.12 Coeficiente a .....	73
Cuadro 3.13 Diámetro-Velocidad de escurrimiento .....	74
Cuadro 3.14 Desarenador.....	76
Cuadro 3.15 Canal de ingreso.....	77

Cuadro 3.16 Sistema desfogue .....	77
Cuadro 3.17 Cámara de protección .....	86
Cuadro 3.18 Cámara disipadora de energía .....	87
Cuadro 3.19 Canal vertedor de excedencias.....	88
Cuadro 3.20 Cerco de protección perimetral .....	92
Cuadro 3.21 Geomembrana .....	95
Cuadro 3.22 Impermeabilización con geomembrana.....	96
Cuadro 3.23 Ángulos de fricción geomembrana.....	99
Cuadro 3.24 Geomembrana HDPE vs Esfuerzo.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Coordenadas de la comunidad .....	7
Tabla 2.2	Coordenadas de los atajados .....	8
Tabla 2.3	Población (INE) .....	8
Tabla 2.4	Tasa de crecimiento intercensal.....	8
Tabla 2.5	Infraestructura establecimiento de salud .....	10
Tabla 2.6	Tipos de vivienda por distrito municipal .....	11
Tabla 2.7	Estructura y oferta educativa .....	12
Tabla 2.8	Coordenadas- Serranías.....	14
Tabla 2.9	Estaciones-Precipitación media.....	15
Tabla 2.10	Estaciones -Evaporación.....	16
Tabla 3.1	Clasificación de suelos .....	23
Tabla 3.2	Datos-Estaciones pluviométricas.....	25
Tabla 3.3	Temperatura .....	29
Tabla 3.4	Humedad relativa .....	30
Tabla 3.5	Coefficientes Kc.....	30
Tabla 3.6	Demandas de cultivo .....	33
Tabla 3.7	Calendario de cultivo propuesto .....	34
Tabla 3.8	Calendario de cultivo propuesto .....	34
Tabla 3.9	Comparación de modelos .....	38
Tabla 3.10	Agua-Atajado .....	51
Tabla 3.11	Volúmenes Corte-Relleno.....	58
Tabla 3.12	Variación Corte-Relleno .....	59



Tabla 3.13 Coeficiente K .....	75
Tabla 3.14 Diámetro-Desfogue .....	84
Tabla 5.1 Mantenimiento en un año.....	125
Tabla 5.2 Mantenimiento en dos años.....	125
Tabla 5.3 Mantenimiento en tres años .....	125
Tabla 5.4 Mantenimiento en cuatro años.....	126
Tabla 5.5 Mantenimiento en cinco años .....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Geometría del atajado .....	47
Figura 3.2 Niveles de agua en un Atajado .....	49
Figura 3.3 Diseño geométrico .....	52
Figura 3.4 Explanación-atajado .....	57
Figura 3.5 Explanación-Diferentes cotas .....	57
Figura 3.6 Canal de captación .....	62
Figura 3.7 Modo de transporte de solidos.....	104

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1** Población de la comunidad de Huancoiro.

**Anexo 2** Hidrología del proyecto.

**Anexo 3** Informe de laboratorio de suelos.

**Anexo 4** Área bajo riego óptimo.

**Anexo 5** Diseño hidráulico.

**Anexo 6** Diseño Geomembrana.

**Anexo 7** Especificaciones técnicas.

**Anexo 8** Presupuesto alternativa 1 (Impermeabilización con Arcilla).

**Anexo 9** Presupuesto alternativa 2 (Impermeabilización con Geomembrana).

**Anexo 10** Ficha Ambiental.