

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



**“DISEÑO HIDRAULICO DE LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE REJARÁ SUR”**

**Por:**

**FREDDY VILLCA SULLCA**

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

**Febrero de 2013  
TARIJA-BOLIVIA**

VºBº

.....  
**Ing. Juan Carlos Loza Vélez**  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
**Ing. Luis Alberto Yurquina**  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

.....  
**Lic. Gustavo Succi.**  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Monzón de los Ríos Henry**

.....  
**Ing. Oscar Ricaldi**

.....  
**Ing. Nelson Rodríguez**

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.

**DEDICATORIA:**

Dedicada a Carmen Sullca Romero mi madre,  
Paulino Villca León mi padre, que formaron  
parte en mi desarrollo espiritual y  
profesional, gracias por todo.

### **AGRADECIMIENTO:**

A Dios, por darme derecho a la vida, la salud y la educación.

A mi novia, Natali Ayala por haberme brindado su apoyo en los momentos más difíciles.

A mis docentes y compañeros por formar parte del proceso de aprendizaje en la universidad.

“El sabio no dice todo lo que piensa, pero  
siempre piensa todo lo que dice”

Aristóteles.

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

**DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA OO. Y SS.**

**“DISEÑO HIDRAULICO DE LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE REJARÁ SUR”**

**Por:**

**FREDDY VILLCA SULLCA**

**Proyecto elaborado en la asignatura CIV - 502**

**Proyecto de Ingeniería Civil II**

**Febrero de 2013  
TARIJA-BOLIVIA**

## ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Pensamiento	
Resumen Ejecutivo	

### CAPÍTULO I (INTRODUCCIÓN)

1.1 Título del Proyecto.....	1
1.2 Problema actual.....	1
1.2.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2.2 Formulación del problema.....	3
1.2.3 Sistematización del problema.....	3
1.3 Objetivos del proyecto.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación del proyecto.....	4
1.4.1 Justificación académica.....	5
1.4.2 Justificación técnica.....	5
1.4.3 Justificación social.....	6
1.4.4 Justificación institucional.....	6
1.5 Alcance del proyecto.....	7

### CAPÍTULO II (DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO)

2.1 Ubicación geográfica del proyecto.....	9
2.2 Acceso a la zona del proyecto.....	10
2.3 Descripción de la zona.....	10
2.4 Aspectos sociales.....	11
2.4.1 Población beneficiaria.....	11
2.4.2 Actitud de los comunarios ante el proyecto.....	12
2.5 Actividad económica de la población.....	13
2.6 Servicios básicos.....	13
2.6.1 Salud.....	13
2.6.2 Vivienda.....	13
2.6.3 Educación.....	14
2.6.4 Comunicaciones.....	14
2.7 Organizaciones.....	14



### **CAPÍTULO III (ESTUDIOS PRELIMINARES)**

3.1 Estudio Topográfico.....	15
3.2 Estudio de la calidad del agua.....	15
3.3 Cuantificación del agua.....	17
3.4 Caudal ecológico.....	18

### **CAPÍTULO IV (INGENIERÍA DEL PROYECTO)**

4.1 Parámetros de diseño.....	19
4.1.1 Índice de crecimiento poblacional.....	19
4.1.2 Población horizonte.....	20
4.1.2.1 Aplicación de métodos según el tamaño de la población.....	21
4.1.3 Dotación media diaria.....	23
4.1.4 Dotación futura.....	24
4.1.5 Caudal medio diario.....	26
4.1.6 Caudal máximo diario.....	26
4.1.7 Caudal máximo horario.....	27
4.2 Componentes del sistema.....	29
4.2.1 Fuentes de abastecimiento y captación (obra de toma).....	29
4.2.2 Línea de aducción.....	30
4.2.3 Tratamiento.....	31
4.2.4 Tanque de almacenamiento.....	32
4.2.5 Red de distribución.....	34
4.2.5.1 Tipos de redes.....	34
4.2.5.1.1 Red abierta o ramificada.....	34
4.2.5.1.2 Red cerrada o anillada.....	34
4.2.5.1.3 Red mixta o combinada.....	35
4.2.5.2 Presiones de servicio.....	35
4.2.5.3 Velocidades.....	35
4.2.5.4 Diámetros mínimos.....	35
4.2.5.5 Pendientes.....	36
4.3 Diseño de obras civiles.....	36
4.3.1 Obra de toma.....	36
4.3.2 Línea de aducción y red de distribución.....	36
4.3.2.1 Línea de aducción.....	36
4.3.2.2 Red de distribución.....	38

4.3.2.3 Puentes colgantes en el proyecto.....	39
4.3.2.4 Válvulas de aire.....	40
4.3.2.5 Válvulas de purga.....	40

## **CAPÍTULO V (PRESUPUESTO DEL PROYECTO)**

5.1 Información básica para el presupuesto.....	41
5.1.1 Análisis de precios unitarios.....	41
5.1.1.1 Materiales.....	41
5.1.1.2 Mano de obra.....	42
5.1.1.3 Equipo, maquinaria y herramientas.....	42
5.1.1.4 Gastos generales y administrativos.....	43
5.1.1.5 Utilidades.....	43
5.1.1.6 Impuestos.....	43
5.1.2 Cómputos métricos.....	44
5.1.3 Presupuesto del proyecto.....	44

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO 1 - CENSO 2012 DE LA COMUNIDAD DE REJARÁ SUR**

**ANEXO 2 - INFORME DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

**ANEXO 3 - INFORME DE CALIDAD DEL AGUA**

**ANEXO 4 - CUANTIFICACIÓN DEL AGUA**

**ANEXO 5 - CALCULO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN**

**ANEXO 6 - CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

**ANEXO 7 - CÓMPUTOS MÉTRICOS**

**ANEXO 8 - ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**ANEXO 9 - PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA**

**ANEXO 10 – CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**

**ANEXO 11 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**ANEXO 12 – PRESIONES MÁXIMAS**

**ANEXO 13 – MÉTODO DE SIMULTANEIDAD**

**ANEXO 14 – FICHA AMBIENTAL**

**ANEXO 15 – CALCULO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE COLGANTE**

**ANEXO 16 – CALCULO ESTRUCTURAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

**ANEXO 17 – ESTUDIO TARIFARIO**

**ANEXO 12 – ANÁLISIS Y JUSTIFICACION DEL TIPO DE TUBERIA**

**CROQUIS DE UBICACIÓN**

**PLANOS.**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b> - Coberturas del agua potable en Bolivia.....	1
<b>Cuadro 2.1</b> - Distancias al área del proyecto.....	10
<b>Cuadro 2.2</b> - Número de beneficiarios según censo 2012.....	12
<b>Cuadro 2.3</b> - Actividad socioeconómica por número de familias según censo 2012....	13
<b>Cuadro 3.1</b> - Parámetros de control y técnicas de análisis para agua potable.....	16
<b>Cuadro 4.1</b> - Aplicación de métodos de cálculo para la estimación de la población futura en poblaciones menores a 10 000 habitantes.....	21
<b>Cuadro 4.2</b> - Crecimiento poblacional.....	22
<b>Cuadro 4.3</b> – Dotación media diaria.....	24
<b>Cuadro 4.4</b> – Dotación futura.....	25
<b>Cuadro 4.5</b> – Valores del coeficiente $k_2$ .....	27
<b>Cuadro 4.6</b> – Distribución de consumos en el tiempo.....	28
<b>Cuadro 4.7</b> – Valores del Coeficiente de Hazen-Williams.....	37
<b>Cuadro 4.8</b> – Puentes en el trazo.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Coordenadas de ubicación de la comunidad Rejará Sur.....	9
<b>Figura 2.2</b> – Distribución de género.....	12
<b>Figura 3.1</b> - Fotografía del aforamiento.....	17
<b>Figura 4.1</b> – Gráfico de crecimiento de la población en función de los años Horizonte.....	23
<b>Figura 4.2</b> – Comportamiento de la dotación futura.....	26
<b>Figura 4.3</b> – Distribución de los consumos en el tiempo.....	29