

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



**“DISEÑO HIDRAULICO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA  
URBANIZACION JAPON”**

**Por:**

**VLADIMIR EDUARDO ORTIZ TAPIA**

**Julio del 2012  
TARIJA-BOLIVIA**

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

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

**“DISEÑO HIDRAULICO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA  
URBANIZACION JAPON”**

**Por:**

**VLADIMIR EDUARDO ORTIZ TAPIA**

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

**Proyecto de Ingeniería Civil II**

**Diciembre del 2011  
TARIJA-BOLIVIA**

## HOJA DE EVALUACIÓN

### EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación: .....

Calificación numeral: .....

Calificación literal: .....

Nombre y firma docente CIV 502: .....

### EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación y defensa: .....

Calificación numeral: .....

Calificación literal: .....

Nombre y firma tribunal 1: .....

Nombre y firma tribunal 2: .....

Nombre y firma tribunal 3: .....

### CALIFICACIÓN FINAL:

Evaluación continua (40%): .....

Evaluación final (60): .....

Calificación final: .....

Nombre y firma docente CIV 502: .....

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Dedicada a Elena Yolanda Tapia Salazar mi madre, Marco Antonio Ortiz Yufra mi padre y Marco Antonio Ortiz Tapia mi hermano, que formaron parte en mi formación espiritual y profesional, gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTO**

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

A mi familia, por enseñarme a perseverar, darme apoyo moral y espiritual.

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

## INDICE

<b>CAPITULO I - INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. PROBLEMATICA ACTUAL.....	2
1.1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.2. Formulacion del problema.....	3
1.1.3. Sistematizacion del problema.....	3
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	3
1.2.1. Objetivo General .....	3
1.2.2. Objetivos Especificos .....	3
1.3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	4
1.4. MARCO DE REFERENCIA.....	4
1.5. ALACANCE.....	5
<b>CAPITULO II - DESCRIPCIÓN TECNICA DEL PROYECTO.....</b>	<b>7</b>
2.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	7
2.1.1. Ubicación geográfica.....	7
2.1.2. Límites territoriales.....	8
2.1.3. Extensión.....	8
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	9
2.2.1. Climatológicas.....	9
2.2.2. Orográficas.....	9
2.2.3. Infraestructura.....	9
2.2.4. Vías de comunicación y transporte.....	10
2.2.5. Servicios básicos.....	10
2.3. ASPECTOS SOCIALES.....	11
2.3.1. Población beneficiaria.....	11
2.3.2. Actividad económica de la población.....	11
<b>3 FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>12</b>
3.1. FUENTES Y FORMAS DE CAPTACION DE AGUA.....	12
3.1.1. DEFINICIÓN.....	12
3.1.2. TIPOS DE FUENTES DE AGUA.....	12
3.1.3. SELECCION DE FUENTES DE AGUA.....	12
3.1.4. AGUAS SUPERFICIALES.....	13
3.1.4.1. Captaciones superficiales.....	14
3.1.5. AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	14
3.1.5.1. Acuíferos.....	15
3.1.5.1.1. Parámetros de uso general en acuíferos.....	16
3.1.5.1.1.1. Porosidad.....	16
3.1.5.1.1.2. Permeabilidad o Conductividad hidráulica.....	16
3.1.5.1.1.3. Transítividad.....	17
3.1.6. HIDRÁULICA DE POZOS.....	17
3.1.6.1. Procedimiento para la perforación de un pozo.....	18
3.2. ESTUDIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....	21
3.2.1. ESTUDIOS DE CARÁCTER TÉCNICO.....	21

3.2.1.1.	Estudio topográfico.....	21
3.2.1.2.	Estudio de la calidad de agua.....	21
3.2.1.3	Estudio tecnico del pozo.....	23
3.2.2.	<b>PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO.....</b>	<b>23</b>
3.2.2.1.	Crecimiento de la población.....	24
3.2.2.1.1.	Población futura.....	24
3.2.2.1.2.	Aplicaciones de los metodos.....	25
3.2.3.	<b>PERIODO DE DISEÑO.....</b>	<b>26</b>
3.2.4.	<b>DOTACIÓN DE AGUA.....</b>	<b>27</b>
3.2.4.1.	Dotación media diaria.....	27
3.2.4.2.	Dotación futura de agua.....	28
3.2.4.3.	Caudales de diseño.....	28
3.2.4.3.1.	Caudal medio diario.....	28
3.2.4.3.2.	Caudal máximo diario.....	29
3.2.4.3.4.	Demanda contra incendio.....	29
3.3.	<b>ADUCCIÓN E HIDRÁULICA DE TUBERÍAS.....</b>	<b>30</b>
3.3.1.	TIPOS DE ADUCCIÓN.....	30
3.3.2.	ADUCCIÓN POR GRAVEDAD.....	30
3.3.3.	ADUCCIÓN POR BOMBEO.....	30
3.3.3.1.	Diseño hidráulico de aducción por bombeo.....	31
3.3.3.1.1.	Caudal de bombeo.....	33
3.3.3.1.2.	Tubería de succión.....	33
3.3.3.1.3.	Tubería de impulsión.....	34
3.3.3.1.4.	Dimensionamiento tubería aducción por bombeo.....	35
3.3.3.1.4.1.	Fórmula de Darcy-Weisbach (1850).....	36
3.3.3.1.4.2.	Fórmula de Hazen – Williams (1906).....	37
3.3.3.2.	Golpe de Ariete.....	38
3.3.4.	<b>BOMBAS.....</b>	<b>39</b>
3.3.4.1.	Potencia del equipo de bombeo.....	40
3.3.4.2.	Tipos de bombas.....	41
3.3.4.2.1.	Bombas centrífugas.....	41
3.3.4.2.2.	Bombas axiales.....	41
3.3.4.2.3.	Bombas mixtas.....	41
3.3.4.2.	Bombas en serie.....	42
3.3.4.3.	Bombas en paralelo.....	44
3.3.4.4.	Bombeo por etapas.....	45
3.4.1.	<b>TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>46</b>
3.4.1.1.	Capacidad del tanque de almacenamiento.....	46
3.4.1.2.	Volumen de regulación.....	47
3.4.1.2.1.	Volumen de regulación por coeficientes empíricos.....	47
3.4.1.3.	Volumen contra incendios.....	48
3.4.1.4.	Volumen de reserva.....	49
3.4.1.5.	Ubicación del tanque.....	50
3.4.2.	<b>ACCESORIOS DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>51</b>
3.4.2.1.	Tubería de entrada.....	51



3.4.2.2.	Tubería de paso directo (BY- PASS).....	51
3.4.2.3.	Tubería de salida.....	51
3.4.2.4.	Tubería de limpieza.....	51
3.4.2.5.	Tubería de rebose.....	52
3.5.	<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>53</b>
3.5.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA RED.....	53
3.5.1.1.	Definición del área de la red.....	54
3.5.1.2.	Trazado de la red.....	54
3.5.1.3.	Presiones de servicio.....	55
3.5.1.4.	Velocidades de diseño.....	55
3.5.1.5.	Diámetros mínimos.....	56
3.5.1.6.	Caudales de diseño.....	56
3.5.1.7.	Ubicación y profundidad de las tuberías.....	57
3.5.1.8.	Válvulas reguladoras e hidrantes.....	59
3.5.2.	TIPOS DE REDES.....	59
3.5.3.	RED ABIERTA O RAMIFICADA.....	60
3.5.3.1.	Diseño hidráulico de redes abiertas.....	60
3.5.4.	RED CERRADA O ANILLADA.....	61
3.5.4.1.	Determinación de caudales en redes cerradas.....	62
3.5.4.1.1.	Método de área unitaria.....	63
3.5.4.1.2.	Método de densidad poblacional.....	64
3.5.4.1.3.	Método del número de familias.....	65
3.5.4.2.	Diseño hidráulico de redes cerradas.....	65
3.5.4.2.1.	Método de Hardy – Cross.....	66
3.5.4.3.2.	Modelos computacionales.....	66
3.5.5.	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	66
3.5.5.1.	Medidores de agua potable.....	67
3.5.6.	FORMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	67
3.5.6.1.	Distribución por gravedad.....	67
3.5.6.2.	Distribución por bombeo directo.....	67
	<b>CAPITULO IV - INGENIERIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>70</b>
4.1.	POBLACION DEL PROYECTO.....	70
4.2.	CONSUMO DE AGUA.....	71
4.3.	CAUDALES DE DISEÑO.....	71
4.4.	CALIDAD DEL AGUA.....	72
4.5.	CAPTACIÓN DE AGUA.....	74
4.6.	ESTACIONES DE BOMBEO.....	74
4.7.	ALMACENAMIENTO.....	75
4.8.	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	76
	<b>CAPITULO V - PRESUPUESTO.....</b>	<b>77</b>
5.1.	PRESUPUESTO POR ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	77
5.1.1.	Actividades y/o Ítems de Obra.....	78
5.1.2.	Computo Métrico.....	78
5.2.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	79
5.2.1.	Definición.....	79

<b>5.2.1.1.</b>	Materiales.....	80
<b>5.2.1.2.</b>	Mano de Obra.....	81
<b>5.2.1.2.1.</b>	Cargas Sociales.....	81
<b>5.2.1.3.</b>	Herramientas y Equipo Menor .....	88
<b>5.2.1.4.</b>	Gastos Generales .....	89
<b>5.2.1.5.</b>	Utilidad.....	90
<b>5.2.1.6.</b>	Impuestos.....	90

## INDICE DE FIGURAS

### 2. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

<b>Figura 2.1:</b>	Puntos de ubicacion de la urbanizacion japon.....	7
--------------------	---------------------------------------------------	---

### 3. FUNDAMENTO TEORICO

<b>Figura 3.1:</b>	Acuíferos Libres, Confinados y Semiconfinados.....	15
<b>Figura 3.3:</b>	Características de un pozo .....	17
<b>Figura 3.3:</b>	Maquinaria de perforación de pozos de agua.....	19
<b>Figura 3.4:</b>	Altura de bombeo, bomba sumergible.....	31
<b>Figura 3.5:</b>	Altura de bombeo, bomba no sumergible.....	32
<b>Figura 3.6:</b>	Bombas en serie.....	43
<b>Figura 3.7:</b>	Bombas en paralelo.....	44
<b>Figura 3.8:</b>	Bombas por etapas.....	45
<b>Figura 3.9:</b>	Volumen de un tanque de almacenamiento.....	46
<b>Figura 3.10:</b>	Ubicación del tanque.....	50
<b>Figura 3.11:</b>	Ubicación y profundidad de las tuberías.....	57
<b>Figura 3.12:</b>	Esquema de una red abierta o ramificada.....	60
<b>Figura 3.13:</b>	Esquema de una red cerrada con tuberías secundarias interconectadas.....	61
<b>Figura 3.14:</b>	Esquema de una red cerrada con tuberías secundarias sin conexión.....	62
<b>Figura 3.15:</b>	Esquema de una red cerrada por el método de área unitaria.....	64
<b>Figura 3.16:</b>	Distribución por gravedad.....	68
<b>Figura 3.17:</b>	Distribución por bombeo.....	68

## INDICE DE TABLAS

### 2. DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

<b>Tabla 2.1:</b>	Coordenadas de ubicacion de la urbanizacion Japon.....	8
<b>Tabla 2.2:</b>	Numero de beneficiarios segun censo 2012.....	11
<b>Tabla 2.3:</b>	Actividad socioeconomica por numero de familias segun censo 2012.....	11

### 3. FUNDAMENTO TEORICO

<b>Tabla 3.1:</b>	Distribución del volumen de agua del planeta.....	13
<b>Tabla 3.2:</b>	Algunos Materiales de los Acuíferos.....	16
<b>Tabla 3.3:</b>	Parametros de control y tecnicas de analisis para agua potable.....	21
<b>Tabla 3.4:</b>	Informacion tecnica del pozo.....	23
<b>Tabla 3.5:</b>	Indicadores Demográficos.....	24
<b>Tabla 3.6:</b>	Aplicación de los Métodos.....	25
<b>Tabla 3.7:</b>	Periodo de diseño (años).....	26
<b>Tabla 3.8:</b>	Dotación media diaria (l/hab-d).....	27
<b>Tabla 3.9:</b>	Valores del coeficiente $k_2$ .....	29
<b>Tabla 3.10:</b>	Valores del coeficiente CHW de Hazen-Williams.....	38
<b>Tabla 3.11:</b>	Tipos de bombas eléctricas recomendadas por tipo de fuente.....	42
<b>Tabla 3.12:</b>	Profundidad y ancho de zanja.....	58

### 4. INGENIERIA DEL PROYECTO

<b>Tabla 4.1:</b>	Resultados población futura.....	70
<b>Tabla 4.2:</b>	Análisis físico - químico.....	73
<b>Tabla 4.3:</b>	Resultados del pozo.....	74
<b>Tabla 4.4:</b>	Resultados estación línea de bombeo.....	75

### 5. PRESUPUESTO

<b>Tabla 5.1:</b>	Incidencia de inactividad.....	82
<b>Tabla 5.2:</b>	Incidencia de beneficios.....	83
<b>Tabla 5.3:</b>	Resumen de subsidios.....	84
<b>Tabla 5.4:</b>	Aporte a entidades.....	86
<b>Tabla 5.5:</b>	Materiales de seguridad industrial e higiene.....	87
<b>Tabla 5.6:</b>	Resumen de incidencias por cargas sociales.....	87
<b>Tabla 5.7:</b>	Resumen de Incidencias por Gastos Generales.....	90
<b>Tabla 5.8:</b>	Presupuesto.....	91

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1 -** UBICACION DE LA ZONA EN ESTUDIO
- ANEXO 2 -** INFORME DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
- ANEXO 3 -** INFORME DE LA CALIDAD DEL AGUA
- ANEXO 4 -** INFORME TECNICO DEL POZO
- ANEXO 5 -** INGENIERIA DEL PROYECTO
  - a). POBLACION DEL PROYECTO.*
  - b). CONSUMO DE AGUA.*
  - c). CAUDALES DE DISEÑO.*
  - d). DISEÑO DE TANQUE DE ALMACANAMIENTO.*
  - e). DISEÑO HIDRAULICO Y ELECCION DE BOMBA.*
  - f). RED DE DISTRIBUCION.*
  - g). DOSIFICACION DE CLORO*
- ANEXO 6 -** COMPUTOS METRICOS
- ANEXO 7 -** PRECIOS UNITARIOS
  - a). ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS*
  - b). COTIZACIONES*
- ANEXO 8 -** PRESUPUESTO GENERAL
- ANEXO 9 -** ESPECIFICACIONES TECNICAS
- ANEXO 10 -** CRONOGRAMA DE EJECUCION
- ANEXO 11 -** FICHA AMBIENTAL
- ANEXO 12 -** PLANOS DE DISEÑO