

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

**PROPUESTA DE PROYECTO DE  
INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE URBANIZACIÓN  
MONTE SUD”**

**PRESENTADO POR:**

**UNIV. CRISTIAN MAXIMILIANO SEGOVIA VIRACOCHE**

Marzo de 2012

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**PROPUESTA DE PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE URBANIZACIÓN MONTE SUD”**

**ELABORADO EN LA MATERIA CIV-501 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL I  
Y DESARROLLADO EN LA MATERIA  
CIV-502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II DE LA MENCIÓN HIDRÁULICA**

**POR:**

**UNIV. CRISTIAN MAXIMILIANO SEGOVIA VIRACOCHE**

Marzo de 2012

**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**

A Dios y a la virgen por darme fuerza y voluntad para salir adelante.

A mi familia por su infinita comprensión y permanente apoyo.

## INDICE

<b>1. GENERALIDADES</b> .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo general .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2.1. Académica .....	2
1.2.2. Teórica .....	2
1.2.3. Social .....	2
1.2.4. Institucional .....	3
1.3. MARCO DE REFERENCIA .....	3
1.4. ALCANCES .....	3
<b>2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO</b> .....	4
2.1. INFORMACIÓN GENERAL .....	4
2.1.1. Ubicación geográfica.....	4
2.1.2. Límites territoriales.....	4
2.1.3. Extensión .....	4
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	5
2.2.1. Climatológicas .....	5
2.2.2. Orográficas .....	5
2.2.3. Hidrológicas.....	5
2.2.4. Infraestructura.....	5
2.2.5. Vías de comunicación y transporte.....	6
2.2.6. Servicios básicos.....	6
<b>3. ESTUDIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO</b> .....	7
3.1. ESTUDIOS DE CARÁCTER TÉCNICO.....	7
3.1.1. Estudios topográficos .....	7
3.2. ESTUDIOS AUXILIARES COMPLEMENTARIOS .....	7
3.2.1. Estudios Hidrogeológicos.....	7
3.2.2. Estudios Geotécnicos.....	7
3.3. POBLACIÓN DEL PROYECTO .....	8
3.3.1. Crecimiento de la población .....	9
3.3.1.1. Tasa promedio anual de crecimiento .....	9
3.3.1.2. Población futura .....	9
3.4. PERIODO DE DISEÑO.....	10

3.5.	DOTACIÓN DE AGUA .....	11
3.5.1.	Dotación media diaria.....	11
3.5.2.	Dotación futura de agua.....	12
3.5.3.	Caudales de diseño .....	12
3.5.3.1.	Caudal medio diario.....	12
3.5.3.2.	Caudal máximo diario.....	13
3.5.3.3.	Caudal máximo horario.....	13
3.5.3.4.	Demanda contra incendio .....	13
<b>4.</b>	<b>FUENTES Y FORMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA .....</b>	<b>14</b>
4.1.	DEFINICIÓN .....	14
4.2.	TIPOS DE FUENTES DE AGUA .....	14
4.3.	SELECCIÓN DE FUENTES DE AGUA .....	14
4.4.	AGUAS SUPERFICIALES .....	15
4.4.1.	Captaciones superficiales .....	15
4.5.	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	15
4.5.1.	Acuíferos .....	16
4.5.1.1.	Parámetros de uso general en acuíferos .....	17
4.5.1.1.1.	Porosidad.....	17
4.5.1.1.2.	Permeabilidad o Conductividad hidráulica .....	17
4.5.1.1.3.	Transitividad.....	18
4.5.1.1.4.	Coefficiente de almacenamiento.....	18
4.5.1.1.5.	Gradientes y cargas .....	18
4.6.	HIDRÁULICA DE POZOS .....	18
4.6.1.	Régimen permanente de un pozo.....	18
4.6.1.1.	Acuífero confinado .....	19
4.6.1.2.	Acuífero no confinado .....	20
4.6.2.	Régimen no permanente de un pozo.....	22
4.7.	PERFORACIÓN DE POZOS .....	22
4.7.1.	Métodos de perforación .....	23
4.7.1.1.	Perforación por Percusión.....	23
4.7.1.2.	Perforación por Rotación .....	24
4.7.1.3.	Perforación Manual.....	25
4.7.2.	Procedimiento para la perforación de un pozo .....	25
4.8.	GALERÍAS FILTRANTES .....	27
4.9.	VERTIENTE.....	28
<b>5.</b>	<b>ADUCCIÓN E HIDRÁULICA DE TUBERÍAS.....</b>	<b>28</b>

5.1.	TIPOS DE ADUCCIÓN .....	29
5.2.	ADUCCIÓN POR GRAVEDAD.....	29
5.3.	ADUCCIÓN POR BOMBEO.....	29
5.3.1.	Diseño hidráulico de aducción por bombeo .....	30
5.3.1.1.	Caudal de bombeo.....	31
5.3.1.2.	Tubería de succión .....	32
5.3.1.3.	Tubería de impulsión .....	32
5.3.1.4.	Dimensionamiento tubería aducción por bombeo .....	33
5.3.1.4.1.	Fórmula de Darcy-Weisbach (1850) .....	33
5.3.1.4.1.	Fórmula de Hazen – Williams (1906) .....	34
5.3.2.	Golpe de Ariete.....	36
5.3.3.	Estaciones de bombeo .....	37
5.3.3.1.	Clasificación de las estaciones de bombeo .....	37
5.3.3.2.	Criterios de diseño .....	37
5.3.3.2.1.	Estimación de caudales .....	37
5.3.3.2.2.	Cavitación.....	38
5.3.3.2.3.	Carga neta positiva de succión (CNPS) .....	39
5.3.3.2.4.	Sumergencia mínima.....	40
5.3.4.	Aire y vacío dentro las tuberías .....	40
5.4.	BOMBAS .....	41
5.4.1.	Potencia del equipo de bombeo .....	41
5.4.2.	Tipos de bombas .....	42
5.4.2.1.	Bombas centrífugas.....	43
5.4.2.2.	Bombas axiales .....	43
5.4.2.3.	Bombas mixtas.....	43
5.4.2.	Bombas en serie.....	44
5.4.3.	Bombas en paralelo .....	45
5.4.4.	Bombeo por etapas .....	46
5.4.5.	Número de bombas a instalar .....	47
<b>6.</b>	<b>ALMACENAMIENTO DE AGUA .....</b>	<b>48</b>
6.1.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	48
6.1.1.	Capacidad del tanque de almacenamiento.....	48
6.1.2.	Volumen de regulación.....	49
6.1.2.1.	Volumen de regulación por curvas de consumo .....	49
6.1.2.2.	Volumen de regulación por coeficientes empíricos.....	50
6.1.3.	Volumen contra incendios .....	51



6.1.4.	Volumen de reserva.....	51
6.1.5.	Ubicación del tanque.....	52
6.2.	TIPOS DE TANQUES.....	52
6.2.1.	Tanques de cabecera (regulación).....	52
6.2.2.	Tanques superficiales.....	52
6.2.3.	Tanques elevados.....	53
6.3.	ACCESORIOS DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	54
6.3.1.	Tubería de entrada.....	54
6.3.2.	Tubería de paso directo (BY- PASS).....	54
6.3.3.	Tubería de salida.....	54
6.3.4.	Tubería de limpieza.....	54
6.3.5.	Tubería de rebose.....	55
<b>7.</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>57</b>
7.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA RED.....	57
7.1.1.	Definición del área de la red.....	57
7.1.2.	Trazado de la red.....	58
7.1.3.	Presiones de servicio.....	58
7.1.4.	Velocidades de diseño.....	59
7.1.5.	Diámetros mínimos.....	59
7.1.6.	Caudales de diseño.....	59
7.1.7.	Ubicación y profundidad de las tuberías.....	60
7.1.8.	Válvulas reguladoras e hidrantes.....	62
7.1.9.	Pendientes.....	62
7.2.	TIPOS DE REDES.....	63
7.3.	RED ABIERTA O RAMIFICADA.....	63
7.3.1.	Determinación de caudales en redes abiertas.....	63
7.3.1.1.	Método de longitud unitaria.....	64
7.3.1.2.	Método de la repartición media.....	66
7.3.1.3.	Método de simultaneidad y número de grifos.....	66
7.3.2.	Diseño hidráulico de redes abiertas.....	66
7.4.	RED CERRADA O ANILLADA.....	67
7.4.1.	Determinación de caudales en redes cerradas.....	68
7.4.1.1.	Método de área unitaria.....	68
7.4.1.2.	Método de densidad poblacional.....	70
7.4.1.3.	Método del número de familias.....	70
7.4.2.	Diseño hidráulico de redes cerradas.....	70

7.4.2.1. Método de Hardy – Cross .....	71
7.4.3. Modelos computacionales .....	72
7.5. CONEXIONES DOMICILIARIAS .....	73
7.5.1. Medidores de agua potable .....	74
7.6. FORMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	74
7.6.1. Distribución por gravedad .....	74
7.6.2. Distribución por bombeo directo.....	75
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>78</b>

## INDICE DE FIGURAS

### 4. FUENTES Y FORMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA

- Figura 4.1:** Acuíferos Libres, Confinados y Semiconfinados  
**Figura 4.2:** Acuífero Confinado en Régimen Permeable  
**Figura 4.3:** Niveles de descensos en dos puntos de observación  
**Figura 4.4:** Acuífero no confinado en régimen permeable  
**Figura 4.5:** Niveles de descensos en un punto de observación  
**Figura 4.6:** Características de un pozo  
**Figura 4.7:** a) equipo motorizado de perforación de percusión  
 b) el trepano es la herramienta de rotura  
**Figura 4.8:** a) equipo motorizado de perforación por rotación  
 b) el tricono es la herramienta de perforación  
**Figura 4.9:** Equipo de perforación manual  
**Figura 4.10:** Maquinaria de perforación de pozos de agua  
**Figura 4.11:** Vertiente para uso domestico

### 5. ADUCCIÓN E HIDRÁULICA DE TUBERÍAS

- Figura 5.1:** Perfil de la línea de aducción  
**Figura 5.2:** Altura de bombeo, bomba sumergible  
**Figura 5.3:** Altura de bombeo, bomba no sumergible  
**Figura 5.4:** Estación de bombeo fija. Estación de bombeo flotante  
**Figura 5.5:** Cavitación  
**Figura 5.6:** Carga neta positiva de succión  
**Figura 5.7:** Sumergencia mínima  
**Figura 5.8:** Bolsa de aire y vacío  
**Figura 5.9:** Bombas rotodinámicas  
**Figura 5.10:** Bombas en serie  
**Figura 5.11:** Bombas en paralelo  
**Figura 5.12:** Bombas por etapas

### 6. ALMACENAMIENTO DE AGUA

- Figura 6.1:** Volumen de un tanque de almacenamiento  
**Figura 6.2:** Hidrograma de consumo de una población menor a 2000 habitantes  
**Figura 6.3:** Ubicación del tanque  
**Figura 6.4:** Tanque de almacenamiento superficial de cabecera  
**Figura 6.5:** Tanque de almacenamiento elevado  
**Figura 6.6:** Detalles de tanque de almacenamiento

## **7. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

- Figura 7.1:** Ubicación y profundidad de las tuberías
- Figura 7.2:** Esquema de una red abierta o ramificada
- Figura 7.3:** Esquema de longitud virtual
- Figura 7.4:** Esquema de una red cerrada con tuberías secundarias interconectadas
- Figura 7.5:** Esquema de una red cerrada con tuberías secundarias sin conexión
- Figura 7.6:** Esquema de una red cerrada por el método de área unitaria
- Figura 7.7:** Esquema de la ley de continuidad de la masa en los nudos
- Figura 7.8:** Conexión domiciliaria tipo
- Figura 7.9:** Distribución por gravedad
- Figura 7.10:** Distribución por bombeo

## INDICE DE TABLAS

### 3. ESTUDIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

- Tabla 3.1:** Resumen de resultados estudios topográficos.  
**Tabla 3.2:** Resumen de resultados estudios hidrogeológicos  
**Tabla 3.3:** Resumen de resultados estudios geotécnicos  
**Tabla 3.4:** Indicadores Demográficos  
**Tabla 3.5:** Aplicación de los Métodos  
**Tabla 3.6:** Periodo de diseño (años)  
**Tabla 3.7:** Dotación media diaria (l/hab-d)  
**Tabla 3.8:** Valores del coeficiente  $k_2$

### 4. FUENTES Y FORMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA

- Tabla 4.1:** Distribución del volumen de agua del planeta  
**Tabla 4.2:** Algunos Materiales de los Acuíferos

### 5. ADUCCIÓN E HIDRÁULICA DE TUBERÍAS

- Tabla 5.1:** Valores del coeficiente CHW de Hazen-Williams  
**Tabla 5.2:** Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta)  
**Tabla 5.3:** Tipos de bombas eléctricas recomendadas por tipo de fuente

### 7. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

- Tabla 7.1:** Profundidad y ancho de zanja  
**Tabla 7.2:** Valores del coeficiente  $k$  de simultaneidad  
**Tabla 7.3:** Cronología de los métodos para el análisis de redes de distribución de agua potable.

## INDICE ANEXOS

**ANEXO 1.** UBICACIÓN EN LA MACRO Y MICRO REGIÓN.

**ANEXO 2.** ESTUDIOS DE DISEÑO.

a). *ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.*

b). *ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS.*

c). *ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.*

**ANEXO 3.** PARÁMETROS DE DISEÑO.

a). *POBLACION DEL PROYECTO.*

b). *CONSUMO DE AGUA.*

c). *CAUDALES DE DISEÑO.*

**ANEXO 4.** INGENIERIA DEL PROYECTO.

a ). *DISEÑO TÉCNICO.*

b ). *DISEÑO DE TANQUE DE ALMACANAMIENTO.*

c ). *DISEÑO HIDRAULOCO Y ELECCION DE BOMBA.*

d ). *RED DE DISTRIBUCION.*

e ). *DOSIFICACIÓN DE CLORO*

f ). *REPORTE DE RESULTADOS - SOFTWARE CYPECAR(INFRAESTRUCTURAS URBANAS)*

**ANEXO 5.** COMPUTOS METRICOS.

**ANEXO 6.** PRESIOS UNITARIOS.

**ANEXO 7.** PRESUPUESTO GENERAL.

**ANEXO 8.** CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

**ANEXO 9.** ESPESIFICACIONES TECNICAS.

**ANEXO 10.** CONSIDERACIONES AMBIENTAL.

**ANEXO 11.** PLANOS DE DISEÑO.