

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO HIDRÁULICO DE LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE
YESERA NORTE”**

(Provincia Cercado – Dpto. de Tarija)

Realizado por:

JUAN BERNARDO TASTACA VASQUEZ

Julio de 2013

TARIJA-BOLIVIA

.....
Ing. Juan Carlos Loza Vélez
DOCENTE DE CIV-502

.....
Ing. Luis A. Yurquina
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

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

APROBADO POR:

.....
Ing.: Henry Monzón

.....
Ing.: Daniel Panique

.....
Ing.: Nelson Rodríguez

El docente y tribunal evaluador del presente 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 mí madre Hilda Olivia Vásquez Castillo, a mi padre Juan Domingo Tastaca Cruz y mis hermanos, 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, Griselda Fabiana Gutiérrez Osorio 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.

A los Ingenieros Fabricio Cáceres y Marino Gallardo.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Título del Proyecto	6
1.2 Problema actual	6
1.2.1. Planteamiento del problema	7
1.2.2. Formulación del problema	7
1.2.3. Sistematización del problema	7
1.3 Objetivos del proyecto	8
1.3.1. Objetivo general	8
1.3.2. Objetivos específicos	8
1.4 Justificación del proyecto	8
1.4.1. Justificación académica	9
1.4.2. Justificación técnica.....	9
1.4.3. Justificación social.....	9
1.4.4. Justificación institucional	9
1.5 Marco de referencia.....	10
1.5.1. Marco teórico.....	10
1.5.1.1 El Agua.....	10
1.5.1.2 Red de abastecimiento de agua potable	11
1.5.1.3 La captación y transferencia de agua cruda	11
1.5.1.4 Tratamiento del agua	12
1.5.1.5 Red de distribución de agua.....	12
1.5.1.6 Almacenamiento de agua.....	13
1.5.1.7 Obras de Captación.....	15
1.5.1.7.1 Captación de aguas superficiales.....	15
1.5.1.7.2 Captación de aguas sub-superficiales	21
1.5.1.7.3 Manantiales	23
1.5.1.7.4 Captación de aguas subterráneas.....	26
1.5.1.8 Aducción de Agua	29
1.5.1.8.1 Consideraciones generales	29
1.5.1.8.2 Estudio del perfil longitudinal	29
1.5.1.8.3 Cambios de diámetros	36
1.5.1.8.4 Válvulas ventosa y purgadora de lodos	37
1.5.1.9 Red de Distribución	38
1.5.1.9.1 Tipos de redes.....	38
1.5.1.9.2 Consideraciones generales	38
1.5.1.9.3 Materiales	39
1.5.1.9.4 Procedimientos de cálculo.....	40
1.5.1.9.5 Redes abiertas.....	40
1.5.1.9.6 Redes cerradas.....	41
1.5.1.9.7 Métodos para determinación de caudales.....	41
1.5.1.9.8 Consideraciones finales.....	44
1.5.2. Marco conceptual.....	46
1.5.3. Marco espacial.....	47
1.5.4. Marco temporal.....	47
1.6 Alcance del proyecto	47
2. CAPÍTULO II. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	50
2.1 Ubicación geográfica del proyecto.....	50
2.2 Acceso a la zona del proyecto	50
2.3 Descripción de la zona	51
2.4 Aspectos sociales	52
2.4.1. Población beneficiaria	52
2.4.2. Actitud de los comunarios ante el proyecto	53

2.5	Actividad económica de la población	53
2.6	Servicios básicos	53
2.6.1.	Salud	53
2.6.2.	Vivienda.....	54
2.6.3.	Educación	54
2.7	Organizaciones.....	54
2.8	Descripción del Sistema Actual	54
2.8.1.	Obra de Toma	54
2.8.2.	Tanque de almacenamiento	55
2.8.3.	Red de Distribución	55
2.9	Descripción de las obras proyectadas.....	55
2.9.1.	Obra de Toma	56
2.9.2.	Línea de Aducción.....	56
2.9.3.	Tanque de Almacenamiento	56
2.9.4.	Red de Distribución	57
3.	CAPÍTULO III. ESTUDIOS PRELIMINARES	58
3.1	Estudio topográfico	58
3.1.1.	Introducción.....	58
3.1.2.	Objetivo	59
3.1.3.	Ubicación.....	59
3.1.4.	Metodología de Trabajo.....	59
3.1.5.	Descripción del levantamiento topográfico	60
3.1.5.1	Generalidades	60
3.1.5.2	Equipos utilizados y personal utilizado	60
3.1.5.3	Descripción de los trabajos	60
3.1.5.3.1	Altimetría – Nivelación.	60
3.1.5.3.2	Planimetría.....	61
3.1.6.	Reporte Fotográfico	64
3.2	Estudio de la Calidad del Agua	65
3.2.1.	Aspecto	66
3.2.2.	Sabor.....	66
3.2.3.	Olor.....	66
3.2.4.	Ph.....	67
3.2.5.	Conductividad.....	67
3.2.6.	Sólidos Totales Disueltos	67
3.2.7.	Alcalinidad Total	67
3.2.8.	Carbonatos y Bicarbonatos	68
3.2.9.	Índice de Langelier	68
3.2.10.	Dureza.....	68
3.2.11.	Calcio.....	69
3.2.12.	Cloruros	69
3.2.13.	Sulfatos	69
3.2.14.	Magnesio	69
3.2.15.	Sodio.....	70
3.2.16.	Potasio	70
3.3.	Estudio Hidrológico	70
3.3.1.	Precipitaciones.....	71
3.3.2.	Caudales.....	74
3.3.2.1.	Caudal máximo	74
3.3.2.2.	Caudal mínimo.....	81
3.3.2.3.	Caudal Ecológico.....	90
4.	CAPÍTULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO	91
4.1	Parámetros de diseño.....	91

4.1.1.	Índice de crecimiento poblacional	91
4.1.2.	Población horizonte	91
4.1.3.	Dotación media diaria	95
4.1.4.	Dotación futura	95
4.1.5.	Consumo medio diario	97
4.1.6.	Consumo máximo diario	97
4.1.7.	Consumo máximo horario	97
4.2.	Componentes del Sistema	101
4.2.1.	Fuentes de abastecimiento	101
4.2.2.	Línea de aducción	102
4.2.3.	Tratamiento	103
4.2.4.	Tanque de almacenamiento	104
4.2.4.1.	Tanque de almacenamiento para el sistema	104
4.2.5.	Red de distribución	106
4.2.5.1.	Tipos de redes	106
4.2.5.2.	Red abierta o ramificada	106
4.2.5.3.	Red cerrada o anillada	106
4.2.5.4.	Red mixta o combinada	106
4.2.5.5.	Presiones de servicio	107
4.2.5.6.	Velocidades	107
4.2.5.7.	Diámetros mínimos	107
4.3.	Diseño de obras civiles	108
4.3.1.	Diseño y cálculo de obra de toma	108
4.3.2.	Diseño y cálculo Línea de aducción y red de distribución	108
4.3.2.1.	Diseño y cálculo Línea de aducción	109
4.3.2.2.	Diseño y cálculo Red de distribución	111
4.3.3.	Puentes colgantes en el proyecto	113
4.4.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto	114
4.4.1.	Especificaciones técnicas	114
4.4.2.	Cómputos Métricos	114
4.4.3.	Precios Unitarios	114
4.4.4.	Presupuesto General	115
4.4.5.	Plan y Cronograma de obras	115
4.4.6.	Componentes del Proyecto	116
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
5.1.	Generalidades	118
5.2.	Conclusiones	118
5.3.	Recomendaciones	119
	BIBLIOGRAFÍA	120

Índice de Cuadros

Cuadro 1.1. Coberturas del agua potable en Bolivia	6
Cuadro 1.2. Valores del rugosidad absoluta	32
Cuadro 1.3. Valores de viscosidad cinemática (m ² /s) a diferentes temperaturas	32
Cuadro 2.1. Coordenadas de ubicación comunidad Yesera Norte.....	50
Cuadro 2.2. Distancias al área del proyecto	51
Cuadro 2.3. Número de beneficiarios según censo 2013.....	52
Cuadro 2.4. Actividad socioeconómica por número de familias según censo 2013.....	53
Cuadro 2.5. Características de los tanques de almacenamiento.....	55
Cuadro 2.6. Características de la red de distribución	55
Cuadro 2.7. Características de la obra de toma	56
Cuadro 2.8. Características de la línea de aducción	56
Cuadro 2.9. Características del tanque de almacenamiento.....	56
Cuadro 2.10. Características de la red de distribución	57
Cuadro 3.1. Coordenadas de ubicación comunidad Yesera Norte.....	59
Cuadro 3.2. BM's establecidos para la nivelación	61
Cuadro 3.3. Errores finales en las poligonales	61
Cuadro 3.4. Datos de la Poligonal 1	61
Cuadro 3.5. Datos de la Poligonal 2	62
Cuadro 3.6. Parámetros de control y resultados del Informe de Calidad de agua	66
Cuadro 3.7. Precipitaciones máximas en 24 h.....	73
Cuadro 3.8. Resumen Calculo del Tiempo de Concentración	76
Cuadro 3.9. Alturas de lluvia máxima horaria.....	78
Cuadro 3.10. Intensidades de lluvia.....	79
Cuadro 3.11. Coeficientes de Escurrimiento	80
Cuadro 3.12. Altura de precipitación anual (mm)	82
Cuadro 3.13. Parámetros de cada Estación (Media, Desviación Std y N° de datos)	82
Cuadro 3.14. Ponderación de Parámetros (Media, Desviación Std y N° de datos)	83
Cuadro 3.15. Probabilidad para diferentes Periodos de Vida Útil y Riesgos	83
Cuadro 3.16. Precipitaciones Mínimas (mm)	84
Cuadro 3.17. Caudales Medios Mensuales Estación Yesera Sur (m ³ /s)	84
Cuadro 3.18. Precipitaciones Medias Mensuales Estación Yesera Sur (mm)	84
Cuadro 3.19. Resumen precipitación anual – caudales medios anuales	85
Cuadro 3.20. Perdidas Medias Anuales (mm).....	85
Cuadro 3.21. Características de las cuencas	86
Cuadro 3.22. Porcentaje de Distribución de Caudales Medios Mensuales Rio Yesera	87
Cuadro 3.23. Distribución de Caudales Medios Mensuales Quebrada Mal Paso	87
Cuadro 3.24. Primer Aforo Quebrada Mal Paso.....	87
Cuadro 3.25. Segundo Aforo Quebrada Mal Paso.....	88
Cuadro 3.26. Primer Aforo Vertiente 1 (Margen Derecho).....	88
Cuadro 3.27. Segundo Aforo Vertiente 1 (Margen Derecho).....	88
Cuadro 3.28. Primer Aforo Vertiente 2 (Margen Izquierdo)	89
Cuadro 3.29. Segundo Aforo Vertiente 2 (Margen Izquierdo)	89
Cuadro 4.1. Métodos de cálculo de población.....	92
Cuadro 4.2. Crecimiento Poblacional Aducción Tanque Nuevo - Tanque Antiguo Sistema 1	93
Cuadro 4.3. Crecimiento Poblacional Tanque Nuevo - Red de Distribución Sistema 2	94
Cuadro 4.4. Dotaciones medias	95
Cuadro 4.5. Dotación futura	96
Cuadro 4.6. Valores de K2	98
Cuadro 4.7. Distribución de consumos en el tiempo Aducción Tanque Nuevo - Tanque Antiguo Sistema 1 ..	98
Cuadro 4.8. Distribución de Consumos en el tiempo Tanque Nuevo - Red de Distribución Sistema 2	99
Cuadro 4.9. Características nuevo tanque de almacenamiento.....	106
Cuadro 4.10. Parámetros de diseño obra de toma	108
Cuadro 4.11. Características y dimensiones de la obra toma	108
Cuadro 4.12. Parámetros de diseño Aducción obra de toma – tanque nuevo.....	109
Cuadro 4.13. Características de aducción Toma – Tanque Nuevo	110

Cuadro 4.14. Parámetros de diseño línea de tubería tanque nuevo – tanque antiguo	111
Cuadro 4.15. Características línea de tubería tanque nuevo tanque antiguo.....	111
Cuadro 4.16. Parámetros de diseño tanque nuevo – red de distribución	112
Cuadro 4.17. Característica línea de tubería tanque nuevo – red de distribución principal.....	112
Cuadro 4.18. Características línea de tubería tanque nuevo – red de distribución secundaria	113
Cuadro 4.19. Puentes en el trazo	113
Cuadro 4.20. Formato de planilla de precios unitarios	114
Cuadro 4.21. Presupuesto general	115
Cuadro 4.22. Tiempos de ejecución de acuerdo a módulos.....	115
Cuadro 4.23. Planilla de Componentes del proyecto.....	116
Cuadro 4.24. Datos de la ubicación de las obras	117

Índice de Figuras

Figura 1.1. Hipoclorador	12
Figura 1.2. Red de Distribución	12
Figura 1.3. Tanque Semienterrado	13
Figura 1.4. Obras de captación.....	16
Figura 1.5. Dique - toma: Captación directa por medio de Tée horizontal.....	17
Figura 1.6. Captación directa por bombeo.....	18
Figura 1.7. Presa Derivadora.....	19
Figura 1.8. Sección transversal de presa derivadora.....	19
Figura 1.9. Presa subálvea	22
Figura 1.10. Sección transversal presa subálvea.....	23
Figura 1.11. Captación Indirecta por Manantial	24
Figura 1.12. Pozos Excavados e Hincados	27
Figura 1.13. Pozos Profundos.....	28
Figura 1.14. Línea Piezométrica.....	30
Figura 1.15. Línea piezométrica tramo sinuoso.....	33
Figura 1.16. Presiones negativas en la línea de aducción	34
Figura 1.17. Presiones normales en la línea de aducción	35
Figura 1.18. Presiones normales en la línea de aducción	36
Figura 1.19. Puntos de entrega de caudal	37
Figura 1.20. Red Cerrada y Red abierta	45
Figura 2.1. Coordenadas de ubicación de la comunidad Yesera Norte	50
Figura 2.2. Distribución de género	52
Figura 2.3. Protección de Vertiente tipo bofedal	55
Figura 3.1. BM's (TX1 – TX2) y BM 1	60
Figura 3.2. Poligonales.....	63
Figura 3.3. Personal de Topografía	64
Figura 3.4. Punto de cambio de estación	64
Figura 3.5. Punto de cambio A29.....	65
Figura 3.6. Cuenca del proyecto.....	71
Figura 3.7. Ubicación de Estaciones Climatológicas y Pluviométricas.....	72
Figura 3.8. Método Grafico ($T_c < 2h$).....	77
Figura 3.9. Curvas htt - D - T	78
Figura 3.10. Curvas I - D - T	79
Figura 3.11. Estaciones próximas a la cuenca patrón (Yesera)	81
Figura 3.12. Probabilidad de Precipitaciones Mínimas	83
Figura 3.13. Calibración de Ecuación Perdidas vs Precipitaciones	85
Figura 3.14. Punto de Aforo Quebrada Mal Paso.....	90
Figura 4.1. Crecimiento Poblacional Aducción Tanque Nuevo - Tanque Antiguo Sistema 1	93
Figura 4.2. Crecimiento Poblacional Tanque Nuevo - Red de Distribución Sistema 2.....	94
Figura 4.3. Comportamiento de la dotación futura.....	96
Figura 4.4. Distribución de consumos en el tiempo Aducción Tanque Nuevo - Tanque Antiguo Sistema 1...	99
Figura 4.5. Distribución de Consumos en el tiempo Tanque Nuevo - Red de Distribución Sistema 2	100