

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCEPTOR, DE
LAS LOCALIDADES ERQUIS, COIMATA Y LA VICTORIA A
LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Por:

ALFREDO FRANCISCO PEREZ GUERRERO

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

Diciembre de 2010

TARIJA - BOLIVIA

VºBº:

.....
Ing. Msc. Luis Alberto Yurquina Flores
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
Lic. Msc. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Juan Carlos Loza Velez

.....
Ing. Alberto Calderón Orellana

.....
Ing. Oscar Ricaldi Torres

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:

El presente Proyecto está dedicado a mi amada esposa Grisselleth, a mis queridos hijos y toda mi familia por el apoyo incondicional y tolerancia que tuvieron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por permitirme realizar este trabajo, Ing. Alberto Calderón por su orientación profesional, a mis catedráticos por transmitirme sus conocimientos y todas esas personas que influyeron en mi formación profesional.

Pensamiento:

Las bases del mundo, los cimientos de la vida y de las relaciones humanas han sido fijados por los siglos de los siglos. Esto no quiere decir que no cambien, pero medidos por la duración de una vida parecen eternos. La relación entre su duración y la longitud de una existencia humana es la misma que la que existe entre la superficie agitada, móvil y rápida de un río y su fondo estable y sólido, cuyos cambios son lentos e imperceptibles.

	Página
2.2.6.4. Caudal máximo horario doméstico (QMH).....	30
2.2.6.5. Caudal de diseño (QDT).....	30
2.2.6.6. Caudal de conexiones erradas.....	31
2.2.6.7. Caudal de infiltración.....	31
2.2.6.8. Aporte de caudal institucional.....	32
2.3. Criterios de diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	33
2.3.1. Criterios de diseño hidráulico.....	33
2.3.2. Coeficiente de rugosidad.....	34
3.3.3. Propiedades hidráulicas de los conductos circulares.....	34
2.3.3.1. Flujo en tuberías con sección llena.....	34
2.3.3.2. Flujo en tuberías con sección parcialmente llena.....	35
2.3.4. Criterio de velocidad.....	37
2.3.4.1. Velocidad mínima.....	38
2.3.4.2. Velocidad máxima.....	39
2.3.4.3. Velocidad crítica.....	40
2.3.5. Criterio de la fuerza tractiva.....	40
2.3.5.1. Fuerza tractiva mínima.....	42
2.3.5.2. Fuerza tractiva recomendable.....	43
2.3.6. Condiciones de flujo.....	43
2.3.6.1. Variación de caudales de aguas residuales.....	43
2.3.7. Pendiente mínima.....	45

2.3.7.1. Pendiente mínima admisible para colectores de alcantarillado sanitario.....	46
2.3.7.2. Pendientes mínimas para diferentes relaciones de caudal.....	48

Página

2.3.8. Pendiente máxima admisible.....	48
2.3.9. Diámetro mínimo.....	49
2.3.10. Tirante máximo.....	49
2.3.11. Cargas sobre alcantarillas.....	49
2.3.11.1. Cargas que soportan las alcantarillas y conductos subterráneos.....	49
2.3.11.2. Grupos de cargas en conductos subterráneos.....	50
2.3.11.3. Tipos de cargas que soportan las alcantarillas.....	51
2.3.11.4. Resistencia de soporte de los conductos.....	54
2.3.11.5. Factor de carga.....	54
2.3.11.6. Tipos de apoyo en las alcantarillas.....	54
2.4. Memoria de cálculo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	57
2.4.1. Ensayos, estudios y cálculos previos al hidráulico.....	57
2.4.1.1. Levantamiento de censo poblacional.....	57
2.4.1.2. Análisis de suelo.....	57
2.4.1.3. Estudio topográfico.....	57
2.4.1.4. Diseño geométrico.....	57
2.4.1.5. Trazado de ejes.....	58
2.4.1.6. Medición de longitudes.....	58

	Página
2.4.1.7. Colocación de cámaras de inspección.....	59
2.4.1.8. Numeración de cámaras de inspección.....	59
2.4.1.9. Áreas tributarias.....	59
2.4.2. Cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario	60
2.5. Diseño de un Ramal Convencional.....	62
2.4.3. Cálculo estructural de las tuberías del sistema de alcantarillado sanitario.....	71
2.4.3.1. Cálculo de la carga muerta.....	71
2.4.3.2. Cálculo de la carga viva.....	74
2.4.3.3. Carga total.....	76
2.4.3.4. Factor de carga.....	76
2.5. Resumen de cálculos métricos y presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.....	77
CAPÍTULO III.....	79
Conclusiones y recomendaciones.....	79
3.1. Conclusiones.....	79
3.2. Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....	81

Índice de Anexos

- Anexo 1 Características técnicas para tuberías de alcantarillado sanitario
- Anexo 2 Ensayos de suelos
- Anexo 3 Planilla de resultados de cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario.
- Anexo 4 Especificaciones técnicas
- Anexo 5 Presupuesto de obra (interceptor sanitario)
- Anexo 6 Análisis de precios unitarios (interceptor sanitario)
- Anexo 7 Cronograma de actividades

PLANOS

Índice de Fotografías

Página

Fotografía 1. Ruptura del Interceptor del angosto de Tomatitas **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía 2. Interceptor del angosto de Tomatitas, contaminando un canal de riego.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía 3. Foto satelital de la ubicación de las comunidades. **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía 4. Alcantarillado Sanitario de PVC **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía 5. Cámara de inspección..... **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía 6. Arranques de interceptor en Erquis, Coimata y La Victoria **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de figuras

Página

Figura 1. Manguito de unión con junta elástica	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Ensayo de penetración con el cono holandés	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Sección de una tubería Parcialmente llena ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Conductos en zanja	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Conductos en terraplén.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Tipos de apoyo o asiento (clase A1, clase A2).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Tipos de apoyo o asiento (Clase B, C Y D)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Alternativas de trazado geométrico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Numeración de las cámaras de inspección ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Delimitación de áreas tributarias	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Factor de carga del terreno	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. Tipo de apoyo seleccionado	¡Error! Marcador no definido.

Índice de cuadros

Página

Cuadro 1. De ubicación de las comunidades coordenadas geográficas y altitud.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 2. De ubicación del proyecto coordenadas geográficas y altitud.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 3 El tipo de suelo que se presenta en el lugar del proyecto	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Periodos de diseño en función de componentes del sistema de Alcantarillado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Rangos de densidad poblacional	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Dotación media de agua potable (L/hab./día)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 . Valores del coeficiente k2	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Valores de caudal de Infiltración en Tubos .	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 . Pendientes Mínimas – Criterio de Velocidad	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Pendientes Mínimas – Criterio de la Fuerza Tractiva .	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Pendiente Mínima – para relación de caudal ($Q_{mi}/Q_{II} = 0,15$)	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 9. Pendiente Mínima para Diferentes Relaciones de Caudal;**Error! Marcador no definido.**

Tabla 10. Parámetros de diseño **Error! Marcador no definido.**

Tabla 11 Valores del coeficiente Cd **Error! Marcador no definido.**

Tabla 12 . Carga máxima (Pv) (Kg / m²) **Error! Marcador no definido.**

Tabla 13. Resumen de cálculos métricos y precios unitarios . **Error! Marcador no definido.**

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. De ubicación de las comunidades coordenadas geográficas y altitud.	4
Cuadro 2. De ubicación del proyecto coordenadas geográficas y altitud.	5
Cuadro 3 El tipo de suelo que se presenta en el lugar del proyecto	26

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Manguito de unión con junta elástica	16
Figura 2. Ensayo de penetración con el cono holandés	26
Figura 3. Sección de una tubería Parcialmente llena	36
Figura 4. Conductos en zanja	50
Figura 5. Conductos en terraplén.....	51
Figura 6. Tipos de apoyo o asiento (clase A1, clase A2).....	55
Figura 7. Tipos de apoyo o asiento (Clase B, C Y D)	56
Figura 8. Alternativas de trazado geométrico	58
Figura 9. Numeración de las cámaras de inspección	59
Figura 10. Delimitación de áreas tributarias	60
Figura 11. Factor de carga del terreno	74
Figura 12. Tipo de apoyo seleccionado	77

Índice de Fotografías

	Página
Fotografía 1. Ruptura del Interceptor del angosto de Tomatitas	2
Fotografía 2. Interceptor del angosto de Tomatitas, contaminando un canal de riego. 3	
Fotografía 3. Foto satelital de la ubicación de las comunidades.	6
Fotografía 4. Alcantarillado Sanitario de PVC	11
Fotografía 5. Cámara de inspección.....	12
Fotografía 6. Arranques de interceptor en Erquis, Coimata y La Victoria	61

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Periodos de diseño en función de componentes del sistema de Alcantarillado	20
Tabla 2. Rangos de densidad poblacional	23
Tabla 3. Dotación media de agua potable (L/hab./día)	24
Tabla 4 . Valores del coeficiente k2	30
Tabla 5. Valores de caudal de Infiltración en Tubos	32
Tabla 6 . Pendientes Mínimas – Criterio de Velocidad	39
Tabla 7. Pendientes Mínimas – Criterio de la Fuerza Tractiva	42
Tabla 8. Pendiente Mínima – para relación de caudal ($Q_{mi}/Q_{II} = 0,15$)	47
Tabla 9. Pendiente Mínima para Diferentes Relaciones de Caudal.....	48
Tabla 10. Parámetros de diseño	62
Tabla 11 Valores del coeficiente Cd.....	72
Tabla 12 . Carga máxima (Pv) (Kg / m^2)	75
Tabla 13. Resumen de cálculos métricos y precios unitarios	78