

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

**“ESTUDIO Y CONSERVACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL  
TRAMO PUENTE UNIÓN EUROPEA – CARACHIMAYO”**

**Por:**

**GILDO ALEGRIA QUISPE**

Trabajo dirigido a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Noviembre de 2013**  
**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

---

Ing. Celso Richard Reynoso Hoyos

**TUTOR**

---

Lic. Marlene Hoyos Montecinos

**DIRECTORA P.E.T.**

---

Ing. Ernesto Alvarez Gonzalvez

**DECANO**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Nelzon Rodriguez Lezana

---

Ing. Oscar Sierra Calvo

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas, únicamente responsabilidad del autor.

### **DEDICATORIAS:**

A Dios por el amor, la fe y la esperanza que ha sido el aliento de vida en todos estos años.

A mis padres, personas más importante de mi vida, por su interminable e incondicional apoyo y respaldo en todas mis decisiones, en especial a mi mama quien me heredó el mayor legado, sus valores, sé que desde el cielo estará muy feliz

A mis hermanos, por su apoyo y entrega incondicional quienes me ayudaron en los momentos difíciles y supieron darme un aliento de esperanza.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A mi querida Universidad Juan Misael Saracho por acogerme en sus aulas y jardines siendo el testigo silencioso de mi crecimiento y a mis docentes quienes sembraron en mí el deseo vehemente por hacer de esta hermosa profesión una fuente de servicio inagotable hacia la sociedad.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la culminación de este estudio.

## ÍNDICE

**Resumen**

**Dedicatoria**

**Agradecimiento**

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Alcances y limitaciones del estudio .....	4

### CAPÍTULO II CONCEPTOS GENERALES

	<b>Página</b>
2.1 Introducción .....	6
2.2 Tipología .....	7
2.2.1 Secciones y materiales .....	7
2.2.2 Análisis conceptual del comportamiento estructural .....	8
2.3 Medidas mínimas .....	8
2.4 Luces múltiples .....	8
2.5 Taludes de terraplén sobre alcantarillas .....	9
2.6 Muros de cabecera.....	10
2.6.1 Generalidades .....	10

2.6.2	Tipología .....	10
2.7	Alcantarillas sin cabecera.....	12
2.8	Alcantarillas normales y esviadas .....	13
2.9	Pendientes .....	14
2.10	Badenes y alcantarillas badenes .....	16
2.11	Fundación de alcantarillas.....	17
2.11.1	Generalidades.....	17
2.11.2	Fundación sobre suelos .....	17
2.11.3	Fundación sobre roca .....	17
2.12	Asentamiento de la fundación de conductos prefabricados .....	18
2.13	Abrasión .....	18
2.14	Corrosión.....	18
2.14.1	Generalidades.....	18
2.14.2	Medio corrosivo .....	19
2.15	Embancamiento y erosión.....	19
2.15.1	Conceptualización de la problemática .....	19
2.15.2	Obstrucción de alcantarillas .....	20
2.15.3	Erosión de alcantarillas .....	28
2.16	Alcantarillas de hormigón.....	32
2.16.1	Alcantarillas de sección rectangular.....	32
2.16.2	Alcantarillas de caños de hormigón.....	35
2.17	Alcantarillas de chapa ondulada cincada .....	42
2.18	Hidrología para el diseño de alcantarillas .....	50
2.18.1	Recurrencia para el diseño de alcantarillas .....	50
2.19	Hidráulica de alcantarillas.....	52
2.19.1	Introducción .....	52
2.19.2	Escurrimiento con salida libre.....	53
2.19.3	Escurrimiento con salida sumergida .....	68
2.19.4	Escurrimiento con velocidad significativa .....	69
2.19.5	Control de velocidad de escurrimiento .....	70
2.19.6	Funcionamientos hidráulicos frecuentes en alcantarilla .....	72

2.19.7	Criterios para el diseño de alcantarillas .....	73
2.19.8	Proyectos de alcantarillas .....	76

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS DEL TRAMO “PUENTE UNIÓN EUROPEA – CARACHIMAYO”**

	<b>Página</b>	
3.1	Inventario de alcantarillas .....	80
3.2	Metodología .....	81
3.2.1	Comisiones de estudio .....	81
3.2.2	Antecedentes previos .....	82
3.2.3	Método de trabajo .....	82
3.2.4	Hoja de ruta .....	83
3.2.5	Planillas de relevamiento .....	85
3.3	Condiciones hidráulicas .....	90
3.4	Condiciones estructurales .....	92
3.5	Informe .....	92
3.6	Sistematización del inventario .....	93
3.7	Inspección de estado .....	94
3.7.1	Generalidades .....	94
3.7.2	Inventario .....	95
3.7.3	Personal técnico .....	95
3.7.4	Tareas .....	96
3.7.5	Relevamiento de fallas y riesgos .....	96
3.7.6	Diagnóstico .....	97



## **CAPÍTULO IV**

### **PLANTEAMIENTO PARA UNA METODOLOGÍA DE CONSERVACIÓN EN LAS ALCANTARILLAS DEL TRAMO “PUENTE UNIÓN EUROPEA – CARACHIMAYO” EN BASE A LA EVALUACIÓN**

	<b>Página</b>
4.1 Generalidades .....	98
4.2 Objetivos de la conservación .....	100
4.3 Fases .....	101
4.3.1 Formatos de salida.....	102
4.3.1.1 Descripción del problema .....	102
4.3.1.2 Población y zona afectada por el problema.....	103
4.3.1.3 Objeto del estudio .....	103
4.3.1.4 Descripción del estudio.....	104
4.3.1.5 Características técnicas del proyecto .....	105
4.3.1.6 Impacto ambiental.....	106
4.4 Evaluación de resultados.....	107

## **CAPÍTULO V**

### **APLICACIÓN PRÁCTICA**

	<b>Página</b>
5.1 Hidrología de la Zona en Estudio.....	108
5.2 Verificación del Dimensionamiento de las Alcantarillas.....	112
5.3 Evaluación de las Alcantarillas .....	121

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
6.1 Conclusiones .....	122
6.2 Recomendaciones.....	124

**ANEXOS**

Anexo 01: Planos de Ubicación y Secciones Transversales.

Anexo 02: Relevamiento y Evaluación de Campo.

Anexo 03: Resumen de Relevamiento y Evaluación de Campo.

Anexo 04: Calificación de Alcantarillas.

Anexo 05: Nomogramas, Gráficos y Formatos de Diseño.

Anexo 06: Hoja de Diseño del Método de Nomogramas.

Anexo 07: Fotografías.

Anexo 08: Hidrología.