

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO
DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“EVALUACIÓN DEL ESTANQUE DE AGUAS EN CUNETAS
DETERMINANDO EL NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS EN LAS
CARRETERAS”**

Por:

GORENA MERCADO RODRIGO ISMAEL

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

Semestre II – 2022
TARIJA – BOLIVIA

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

**“EVALUACIÓN DEL ESTANQUE DE AGUAS EN CUNETAS
DETERMINANDO EL NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS EN LAS
CARRETERAS”**

Elaborado por:

GORENA MERCADO RODRIGO ISMAEL

SEMESTRE II-2022

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A mis padres Santos Gorena y Marcelina Mercado por su apoyo incondicional, y por su deseo de superación de mi vida. Por siempre estar ahí en las buenas y en las malas. Son la razón de mi inspiración.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

	Pagina
1.1 Antecedentes	1
1.2. Situación problemática.....	2
1.2.1. Problema	2
1.2.2. Relevancia y factibilidad del problema.....	2
1.2.3. Delimitación temporal y espacial del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Operacionalización de las variables	5
1.6.1. Variable independiente.....	5
1.6.2. Variable dependiente.....	5
1.7. Identificación del tipo de Investigación	5
1.8. Unidades de estudio y decisión muestral	5
1.8.1. Unidad de estudio.....	5
1.8.2. Población.....	5
1.8.3. Muestra.....	5
1.8.4. Selección de la técnica de muestreo.....	6
1.9. Métodos y técnicas empleadas	6

1.9.1. Métodos.....	6
1.9.2. Técnicas.....	7
1.10. Procesamiento de la información.....	7
1.11. Alcance de la investigación.....	7

CAPITULO II

DRENAJE SUPERFICIAL "OBRAS DE ARTE MENOR"

	Pagina
2.1 Generalidades.....	9
2.1.1 Estanque de Aguas en cunetas	10
2.2 Control de aguas superficiales	11
2.3 Drenaje superficial	11
2.3.1 Caudal de diseño	12
2.4 Drenaje transversal.....	21
2.4.1 Antecedentes de terreno necesarios.....	21
2.4.2 Ubicación, alineación y pendiente de las alcantarillas.....	22
2.4.3 Elección del tipo de alcantarilla.....	26
2.4.4 Diseño hidráulico	28
2.4.5. Drenaje de la plataforma	53
2.5 Inspección Visual de estructura de drenaje.....	58
2.5.1 Drenaje transversal.....	58
2.5.2 Drenaje longitudinal.....	69
2.5.3 Metodología de Evaluación de obras de drenaje.....	76

CAPITULO III
APLICACIÓN PRACTICA

	Pagina
3.1 Características generales de la zona de estudio.....	90
3.1.1 Ubicación	90
3.2. Materiales y métodos	90
3.2.1 Materiales.....	90
3.3 Metodología aplicada en la recolección y procesamiento de datos.....	91
3.3.1 Recopilación de información básica	91
3.3.1.1 Información cartográfica.....	91
3.3.1.2 Información topográfica.....	91
3.3.1.3 Información hidrológica.....	91
3.4 Trabajo de campo.....	91
3.4.1 Alcantarillas analizadas.....	91
3.5 Estación pluviométrica “El Puente”	133
3.6 Cálculo hidrológico.....	134
3.6.1 Cálculo de caudal máximo “Alcantarillas”	140
3.6.2 Cálculo de caudal máximo “Cunetas”	144
3.7 Cálculo hidráulico	146
3.7.1 Cálculo hidráulico Alcantarillas.....	146
3.7.2 Cálculo hidráulico “Verificación Cunetas”	150
3.7.3 Selección del diámetro optimo.....	152
3.8 Inspección técnica	153
3.8.1 Datos generales	153

3.8.2 Levantamiento de daños en cunetas.....	153
3.8.3 Inspección técnica “Cunetas”.....	155
3.8.4 Inspección Técnica “Alcantarilla.....	157
3.8.5 Análisis de resultados.....	199
3.8.6 Cómputos Métricos.....	204
3.8.7 Precios unitarios.....	207

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pagina
4.1 Conclusiones.....	211
4.2 Recomendaciones.....	212

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS HIDRÁULICO

ANEXO B: FOTOGRAFÍAS CUNETAS

ANEXO C: FOTOGRAFÍAS ALCANTARILLAS

ANEXO D: CALCULO PCI

PLANOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Tamaño de la muestra	6
Tabla 2. Períodos de retorno para diseño	12
Tabla 3. Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración en regiones con pendientes.....	15
Tabla 4. Coeficientes de escurrimiento (C).....	19
Tabla 5. Factores de pendiente para microcuencas rurales	20
Tabla 6. Factores de área.....	20
Tabla 7. Factores de suelo.	20
Tabla 8. Carga hidráulica de diseño (He, M).....	30
Tabla 9. Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos	31
Tabla 10. Coeficientes de regresión para alcantarillas con control de entrada.....	40
Tabla 11. Coeficientes de pérdida de carga a la entrada en alcantarillas con control de salida	43
Tabla 12. Coeficientes de rugosidad para materiales usados en alcantarillas	44
Tabla 13. Normas para drenaje de la plataforma	54
Tabla 14. Capacidad hidráulica de cunetas y canales	56
Tabla 15. Velocidades máximas admisibles en contrafosos y cunetas revestidas ...	58
Tabla 16. Precipitación máxima en 24 horas (mm).....	133
Tabla 17. Precipitaciones máximas en 24 horas	134
Tabla 18. Altura de lluvias máximas.....	136
Tabla 19. Precipitaciones máximas para periodos de duración mayores a 2 horas	137

Tabla 20.	Precipitaciones máximas para periodos de duración menores a 2 horas	138
Tabla 21.	Intensidades para periodos de duración mayores a 2 horas	138
Tabla 22.	Intensidades para periodos de duración menores a 2 horas	138
Tabla 23.	Tormenta de diseño "Hietograma"	139
Tabla 24.	Caudal máximo alcantarillas	142
Tabla 25.	Caudal máximo cunetas	144
Tabla 26.	Dimensionamiento hidráulico actual "Alcantarillas"	146
Tabla 27.	Dimensionamiento hidráulico propuesto "alcantarillas"	148
Tabla 28.	Calculo hidráulico "Cunetas"	150
Tabla 29.	Diámetro optimo	152
Tabla 30.	Convenciones y severidades para daños en cunetas y en canales de conducción.....	153
Tabla 31.	Levantamiento de daños en cunetas.....	155
Tabla 32.	Análisis de condiciones y severidades para daños en cunetas	199

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina	
Figura 1.	Sistema de drenaje y partes de la infraestructura vial	9
Figura 2.	Distintas soluciones en función de la dirección del flujo.....	24
Figura 3.	Ubicación de alcantarillas, respecto de la pendiente del cauce.....	28
Figura 4.	Clasificación de tubos y cajones, según condiciones de entrada para el cálculo de he, con control de entrada	36
Figura 5.	Alcantarilla de tubo de hormigón con control de entrada	37

Figura 6.	Alcantarilla de tubo corrugado circular con control de entrada	38
Figura 7.	Tubos circulares con control de entrada. eficiencia hidráulica según material y tipo de entrada.....	41
Figura 8.	Escurremientos en alcantarillas con control de salida	45
Figura 9.	Partes principales de una alcantarilla con poceta	60
Figura 10.	Partes principales de una alcantarilla con poceta (continuación).....	60
Figura 11.	Alcantarilla simple, Alcantarilla doble, Alcantarilla múltiple	61
Figura 12.	Secciones típicas de cunetas.....	69
Figura 13.	Formato para el levantamiento de daños en cunetas	80
Figura 14.	Reporte de dimensiones para muro cabezal y aletas	85
Figura 15.	Reporte de dimensiones para guardarruedas.....	85
Figura 16.	Formato para el levantamiento de daños en alcantarilla	89
Figura 17.	Curva Precipitación-Duración-Periodo de retorno.....	137
Figura 18.	Curvas I-D-T	139
Figura 19.	Hietograma.....	139
Figura 20.	Análisis de daños en cunetas.....	199
Figura 21.	Análisis de daños en la carretera.....	203