

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS  
MATERIALES**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA SALUCO - YESERA NORTE -  
PROVINCIA DE CERCADO DEL DEPARTAMENTO TARIJA”**

**Por:**

**CARLOS ABRAHAM HEREDIA TABOADA**

**SEMESTRE – II - 2025**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA SALUCO - YESERA NORTE -  
PROVINCIA DE CERCADO DEL DEPARTAMENTO TARIJA”  
(PROVINCIA CERCADO DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

Por:

**CARLOS ABRAHAM HEREDIA TABOADA**

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

**SEMESTRE – II - 2025**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Carlos Heredia Castro y Zulma Taboada Roca, por enseñarme que los cimientos más fuertes provienen del amor, el esfuerzo y la fe constante y a mi novia Carla Najhely Soto Donaire y a mis hermanos, por sostener este sueño con paciencia y fuerza, como los tirantes de

**i. Advertencia**

**ii. Dedicatoria**

**iii. Agradecimiento**

**iv. Pensamiento**

**v. Resumen ejecutivo**

**RESUMEN** \_\_\_\_\_ **1**

**CAPITULO I** \_\_\_\_\_ **2**

**1. DIAGNOSTICO** \_\_\_\_\_ **2**

**1.1. PROBLEMA** \_\_\_\_\_ **2**

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA \_\_\_\_\_ 2

1.1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA \_\_\_\_\_ 3

1.1.3. SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA \_\_\_\_\_ 3

**1.2. OBJETIVOS** \_\_\_\_\_ **4**

1.2.1. GENERAL \_\_\_\_\_ 4

1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS \_\_\_\_\_ 4

**1.3. JUSTIFICACIÓN** \_\_\_\_\_ **5**

1.3.1. ACADEMICA. \_\_\_\_\_ 5

1.3.2. TECNICA \_\_\_\_\_ 5

1.3.3. SOCIAL. \_\_\_\_\_ 5

**1.4. MARCO TEORICO DE REFERENCIAS** \_\_\_\_\_ **6**

1.4.1. TEORICO \_\_\_\_\_ 6

1.4.2. CONCEPTUAL. \_\_\_\_\_ 6

1.4.3. ESPACIAL \_\_\_\_\_ 7

1.4.4. TEMPORAL \_\_\_\_\_ 8

**1.5. ALCANZE DE LA PROPUESTA.** \_\_\_\_\_ **8**

1.5.1. ANALISI DE ALTERNATIVAS. \_\_\_\_\_ 9

1.5.2. RESULTADOS A LOGRAR \_\_\_\_\_ 10

1.5.3. APORTE ACADEMICO _____	10
<b>CAPITULO II _____</b>	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEORICO _____</b>	<b>11</b>
<b>2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO _____</b>	<b>11</b>
<b>2.2. ESTUDIO DE SUELO _____</b>	<b>11</b>
2.2.1. Clasificación de suelos _____	11
2.2.2. Capacidad portante _____	12
<b>2.3. Estudio hidrológico hidráulico _____</b>	<b>12</b>
2.3.1. Precipitación máxima diaria _____	13
2.3.2. Precipitaciones máximas de corta duración _____	13
2.3.3. Estudio de crecidas _____	15
2.3.4. Caudal de diseño _____	18
2.3.5. Tirante de circulación _____	19
2.3.6. Método de Socavación _____	19
<b>2.4. Idealización de la estructura _____</b>	<b>20</b>
2.4.1. Definición _____	20
2.4.2. Partes de la estructura _____	21
2.4.3. Filosofía de seguridad _____	23
2.4.4. Seguridad. _____	24
2.4.5. Denominación de las cargas _____	27
<b>2.5. Diseño y calculo estructural de superestructura y subestructura _____</b>	<b>40</b>
2.5.1. Materiales _____	41
2.5.2. Consideraciones de diseño _____	46
2.5.3. Análisis y diseño de la Losa _____	48
2.5.4. Hormigón Armado. _____	49
2.5.5. Estribos _____	61
<b>CAPITULO III _____</b>	<b>68</b>
<b>3. INGENIERÍA DEL PROYECTO. _____</b>	<b>68</b>

<b>3.1. Análisis del estudio de suelos.</b>	<b>68</b>
<b>3.2. Análisis del levantamiento Topográfico</b>	<b>68</b>
<b>3.3. Análisis del estudio Hidrológico</b>	<b>68</b>
3.3.1. Tiempo de concentración.	69
3.3.2. Caudal máximo	69
3.3.3. Tirante de circulación máximo	69
3.3.4. Profundidad de socavación	70
<b>3.4. Idealización de la superestructura y subestructura</b>	<b>71</b>
3.4.1. Superestructura	71
3.4.2. Subestructura.	89
3.4.3. Economía del proyecto	94
<b>3.5. Cálculos métricos.</b>	<b>94</b>
<b>3.6. Especificaciones técnicas</b>	<b>94</b>
<b>3.7. Precios Unitarios.</b>	<b>94</b>
3.7.1. Presupuesto general de la obra	95
<b>3.8. Cronograma de ejecución</b>	<b>95</b>
<b>3.9. Viabilidad de uso de grúa y condiciones.</b>	<b>95</b>
3.9.1. Cálculo orientativo de capacidad de izado	95
3.9.2. Requisitos del terreno y de apoyo de la grúa.	95
3.9.3. Alineamiento, apoyo y tolerancias en montaje.	96
3.9.4. Control estructural durante el izado	96
3.9.5. Seguridad y planificación	96
<b>CAPITULO IV</b>	<b>98</b>
<b>APORTE ACADEMICO</b>	<b>98</b>
<b>4.1. Introducción</b>	<b>98</b>
<b>4.2. Justificación del Aporte</b>	<b>98</b>
<b>4.3. Descripción del Estribo con Contrafuertes</b>	<b>98</b>

<b>4.4. Criterios Normativos y Metodología de Diseño.</b>	<b>99</b>
<b>4.5. Análisis estructural.</b>	<b>100</b>
4.5.1. Cargas consideradas	100
4.5.2. Combinaciones de carga	101
4.5.3. Análisis de los elementos estructurales.	102
4.5.4. Resultados esperados del análisis	103
<b>4.6. Consideraciones constructivas</b>	<b>103</b>
<b>4.7. Metodología Constructiva del Estribo con Contrafuertes</b>	<b>103</b>
4.7.1. Preparación del Terreno y Excavación	103
<b>4.8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS.</b>	<b>106</b>
4.8.1. DEFINICION DEL PROBLEMA.	106
4.8.2. CRITERIOS DE EVALUACION	107
4.8.3. Comparación técnica	107
4.8.4. Matriz comparativa resumida	108
4.8.5. Consideraciones geotécnicas	109
4.8.6. Riesgo y control de calidad	109
<b>4.9. Diseño estructural del estribo con contrafuerte</b>	<b>110</b>
<b>4.10. Comparación económica entre estribo en voladizo y estribo con contrafuertes</b>	<b>116</b>
4.10.1. Criterios de Comparación	116
4.10.2. Parámetros de Costos Utilizados	116
4.10.3. Datos Técnicos Comparativos	116
4.10.4. Estimación de Costos.	117
4.10.5. Análisis de Resultados.	117
<b>4.11. Conclusiones</b>	<b>118</b>
<b>4.12. Recomendaciones</b>	<b>118</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>120</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>120</b>
<b>5.1. Conclusiones</b>	<b>120</b>

**ANEXOS**

A.1. ESTUDIO DE SUELOS

A.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

A.3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

A.4. MEMORIAS DE CÁLCULOS Y DISEÑOS.

A.5. MEMORIA DE CÁLCULO APORTE ACADÉMICO

A.6. PRECIOS UNITARIOS.

A.7. CÓMPUTOS MÉTRICOS.

A.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

A.9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A.10. FOTOS DEL LUGAR

A.11. RESPALDO INSTITUCIONAL

A.12. RESPALDO DE GRUA

A.13 PLANOS ESTRUCTURALES



## INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Combinación de carga y factores de carga	26
TABLA 2.2 Factores de carga para cargas permanentes, $\gamma_p$	27
TABLA 2.3 Factor de Presencia Múltiple (m)	31
TABLA 2.4 Incremento por carga dinámica, IM	31
TABLA 2.5 Coeficiente de Arrastre	32
TABLA 2.6 Coeficiente de Arrastre Lateral	33
TABLA 2.7 (Valores de $V_0$ y $Z_0$ para diferentes condiciones de la superficie contra el viento)	34
TABLA 2.8 (Valores aproximados de los movimientos relativos requeridos para llegar a condiciones de empuje activo o pasivo del suelo)	35
TABLA 2.9 Ángulo de Fricción Entre Diferentes Materiales	38
TABLA 2.10 (Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico.)	39
TABLA 2.11 (Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre muros de sostenimiento paralelos al tráfico)	39
TABLA 2.12 Fajas Equivalentes	40
TABLA 2.13 Nomenclatura, áreas, perímetros y pesos de barras estándares	45
TABLA 2.14 Propiedades de los cables y barras del pretensado	46
TABLA 2.15 Factores de resistencia $\phi$ en el estado límite de resistencia para construcciones convencionales	48
TABLA 2.16 Limites de tensión en hormigón pretensado antes de las perdidas – elementos totalmente pretensados	54
TABLA 2.17 Limites de tensión en hormigón pretensado antes de las perdidas – elementos totalmente pretensados	55

TABLA 2.18 Factores de resistencia para el estado límite de resistencia de las fundaciones superficiales	63
Tabla N° 3.1 Parámetros de la cuenca	68
Tabla N° 3.2 Estación pluviométrica de la zona de estudio	68
Tabla N°3.4 Tiempo de concentración	69
Tabla N° 3.5 Caudal máximo	69
Tabla N° 3.6 Profundidad de socavación	70
Tabla N° 3.7 Resultados del estudio hidráulico	70
Tabla N° 4.1. Matriz comparativa	108

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación	8
FIGURA 2.1 Componentes de un puente, vista longitudinal	21
FIGURA 2.2 Componentes de un estribo	22
FIGURA 2.5 Características del camión de diseño	29
FIGURA 2.6 Tándem de Diseño	29
FIGURA 2.7 Carga de carril de diseño	30
FIGURA 2.8 Simbología para el empuje activo	37
FIGURA 2.10 Componentes de un estribo	61
FIGURA 2.11: Típicas Aplicaciones de factores de carga	62
FIGURA 2.12 Modos de falla	64
Figura 3.2 Esquema de cargas vivas	72
Figura 3.3. Esquema de cargas muertas	74
Figura 3.5 Esquema de cargas muertas	Figura 3.6 Esquema de cargas vivas 75
Figura 3.7 Esquema de losa	76
Figura 3.8 Esquema de cargas muertas en la losa interna	77
Figura 3.9 Esquema de capa de rodadura en losa interna	77
Figura 3.10 Esquema de camión 1 carril cargado	78
Figura 3.12 Esquema de camión 1 carril cargado hipótesis II.	79
Figura 3.13 Esquema de losa externa.	79
Figura 3.14 Esquema cargas permanentes	80
Figura 3.16 Esquema cargas muertas peso propio y vereda	82
Figura 3.17 Esquema carga distribuida de capa de rodadura.	83
Figura 3.18 Esquema de carga por el peso propio de la viga	83

Figura 3.19 Esquema carga distribuida de capa de peso propio de Diafragmas	83
Figura 3.20 Esquema carga viva de camión de diseño	84
Figura 3.21 Esquema carga viva de Tándem	84
Figura 3.22 Esquema carga carril.	85
Figura 3.23 Esquema carga de camión posición para cortante	85
Figura 3.24 Esquema carga de Tándem para cortante	85
Figura 3.25 Esquema carga de carril para cortante	86
Figura 3.26 Esquema de diafragmas	87
Figura 3.27 Esquema del Pre-dimensionamiento del neopreno	88
Figura 4.1. modelación 3D de estribo con contra fuerte	99
Figura 4.2. Excavación de cimientos	104
Figura 4.3. Cimentación de estribo	104
Figura 4.4. Armado en el caso de muros con contrafuertes.	105