

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO

ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR EN LA COMUNIDAD
DE ERQUIS”**

(Erquis Sud – Erquis Oropesa)

POR:

JOAQUIN ROBERTO NOVAK ORTEGA

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre - II- 2018

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO
ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL
“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR EN LA COMUNIDAD
DE ERQUIS”

(Erquis Sud – Erquis Oropesa)

POR:

JOAQUIN ROBERTO NOVAK ORTEGA

Semestre - II- 2018

Tarija – Bolivia

V°B°

.....
Dr. Ing. Dubravcic Alaiza Arturo Juan Jesús
DOCENTE

.....
MSc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez
**DECANO FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
MSc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
**VICEDECANA FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Michael Echalar Flores
TRIBUNAL 1

.....
MSc. Ing. Víctor Mostajo Rojas
TRIBUNAL 2

.....
Ing. Juan Pablo Ayala
TRIBUNAL 3

HOJA DE APROBACIÓN

Fecha de presentación:

Tarija.de..... Del 2018

Fecha de defensa y aprobación

Tarija.....de.....del 2018

Nota de aprobación evaluación continua (40 %):

Numeral.....

Literal.....

Nota de aprobación evaluación final (60 %):

Numeral.....

Literal.....

Nota final de aprobación (100 %)

Numeral.....

Literal.....

Docente: Dr. Ing. Dubravcic Alaiza Arturo Juan Jesús.

Advertencia

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

Agradecimientos

A Dios: Por haberme dado fuerza, haber sido mi auxilio y sostenido con su diestra victoriosa.

A mi Mamá: Por amarme y consentirme como sólo ella lo sabe hacer.

A mi Hermana: Por ser mi protectora, desde niño hasta siempre.

Dedicatoria

*Este trabajo se lo dedico a mi amada familia,
pues considero que su incondicional apoyo
durante la elaboración de este proyecto,
quedará perpetuado en mi corazón,
acentuando mi incalculable afecto por mi
madre y hermana.*

Pensamiento:

“el triunfo del verdadero hombre surge de las cenizas del error”

Pablo Neruda

RESUMEN EJECUTIVO

1. Nombre del proyecto:

Diseño estructural puente vehicular en la comunidad “Erquis”

2. Localización del proyecto.

País: Bolivia.
Departamento: Tarija.
Provincia: Méndez.
Sección: Primera sección.
Municipio: San Lorenzo.
Coordenadas: 316556.53 m E; 7622882.16 m S.

3. Características del proyecto.

El diseño a realizar contiene las siguientes características:

Tipo de proyecto: Puente vehicular.
Número de carriles: 2
Número de vanos: 1
Número de vigas: 4
Luz del puente: 42 m.
Sistema del tablero: Losa de H°A° sobre vigas de H°P°.
Tipo de Fundación: Fundación superficial.

4. Costo del proyecto.

Según el análisis de precios unitarios el proyecto a realizar tiene la siguiente información económica:

Costo total del puente vehicular: 4845618,94 bs.

Costo por metro: 115371,88 bs/m.

5. Tiempo de ejecución.

El tiempo de ejecución considerando un jornal de 8 horas diarias para el personal técnico, 5 días a la semana es, es de 405 días laborales o 18,4 meses.

ÍNDICE

TOMO I

CAPITULO I

ELEMENTOS DEL OBJETO DEL PROYECTO

CAPÍTULO I	1
ELEMENTOS DEL OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PROBLEMA	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN	2
1.5 SISTEMATIZACIÓN	3
1.6 OBJETIVOS	4
1.6.1 GENERAL.....	4
1.6.2 ESPECÍFICOS.....	4
1.7 JUSTIFICACIÓN	4
1.7.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	5
1.7.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	5
1.7.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	5
1.8 ALCANCE DEL PROYECTO	6
1.8.1 RESULTADOS A LOGRAR.....	6
1.8.2 APORTE ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE.....	6
1.9 LOCALIZACIÓN	7
1.9.1 INFORMACIÓN RELATIVA AL PROYECTO.....	7
1.9.2 ECONOMÍA.....	7
1.9.3 SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES.....	8

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2. CAPÍTULO II	9
MARCO TEORICO	9
2.1 GENERALIDADES	9
2.1.1 DEFINICIÓN DE PUENTE	9
2.1.2 CLASIFICACIÓN DE PUENTES	9
2.1.3 PARTES DE UN PUENTE	11
2.1.3.1 Subestructura	11
2.1.3.2 Superestructura	11
2.2 INGENIERÍA BÁSICA	12
2.2.1 GENERALIDADES	12
2.2.2 ESTUDIO DE SUELOS	12
2.2.3 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	13
2.2.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO Y SOCAVACIÓN	14
2.3 NORMAS DE DISEÑO	15
2.4 CARGAS PARA EL DISEÑO DE PUENTES	15
2.4.1 CARGAS PERMANENTES	15
2.4.2 CARGAS TRANSITORIAS	15
2.4.3 FACTORES Y COMBINACIONES DE CARGA	18
2.4.3.1 Estados límites	19
2.4.3.2 Ductilidad	21
2.4.3.3 Redundancia	21
2.4.3.4 Importancia operativa	22
2.4.3.5 Denominación de las cargas	22
2.5 GEOMETRÍA DEL PUENTE	23
2.5.1 SECCIÓN TRANSVERSAL	23
2.5.2 ANCHO DE CALZADA	24

2.5.3 BERMA	24
2.5.4 VEREDA	24
2.5.5 CORDÓN BARRERA	24
2.5.6 BARANDAS	24
2.5.7 BARRERAS DE CONCRETO.....	25
2.5.8 CAPA DE RODADURA	25
2.5.9 DRENAJE	25
2.5.10 JUNTAS DE DILATACIÓN	25
2.6 MÉTODO DE ANÁLISIS APROXIMADO	26
2.7 DISEÑO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO	26
2.7.1 DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN.....	26
2.7.1.1 Curva tensión deformación representativa del acero	27
2.7.2 DISEÑO POR CORTANTE.....	28
2.7.2.1 Resistencia a cortante suministrada por el concreto	28
2.7.2.2 Área de refuerzo para cortante	28
2.7.2.3 Armadura mínima por cortante	29
2.8 DISEÑO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN PRESFORZADO	29
2.8.1 DEFINICIÓN	29
2.8.2 TIPOS DE ARMADURA EN EL HORMIGÓN PRETENSADO	29
2.8.3 TIPOS DE HORMIGÓN PRETENSADO	29
2.8.4 VENTAJAS EL HORMIGÓN PRETENSADO	30
2.8.5 PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LA SECCIÓN	31
2.8.6 ESFUERZOS EN LAS FIBRAS EXTREMAS	31
2.8.7 FUERZA DE PRETENSADO.....	32
2.8.8 PÉRDIDAS DE PRETENSADO.....	33
2.8.8.1 Instantáneas.....	34
2.8.8.2 Diferidas	34
2.8.9 DISEÑO POR CORTANTE.....	34
2.8.9.1 Cortante resistido por el hormigón.....	34
2.8.10 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	35
2.9 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	36

2.9.1 CÓMPUTOS MÉTRICOS	36
2.9.2 PRESUPUESTO.....	37
2.9.3 CALCULO DE PRESUPUESTOS	39
2.9.4 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	39
2.9.5 MANO DE OBRA.....	40
2.9.5.1 Incidencias sobre costo de mano de obra.....	40
2.9.5.2 Incidencia por inactividad.....	40
2.9.5.3 Costo de la mano de obra indirecta.....	36
2.9.6 DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL IVA, I.T	37
2.9.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	37

CAPITULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

3. CAPÍTULO III.....	38
INGENIERÍA DEL PROYECTO	38
3.1 INGENIERÍA BÁSICA	38
3.1.1 ESTUDIO DE SUELOS	38
3.1.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	40
3.1.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN	41
3.1.3.1 Resultados obtenidos.....	41
3.1.4 CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO	42
3.1.5 CÁLCULO DEL TIRANTE DE DISEÑO.....	43
3.1.6 CÁLCULO DE SOCAVACIÓN.....	43
3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	45
3.2.1 GENERALIDADES.....	45
3.2.1.1 Normas de diseño.....	45
3.2.1.2 Materiales.....	45
3.2.2 GEOMETRÍA DE LOS COMPONENTES	45
3.2.2.1 Ancho efectivo del puente.....	45

3.2.2.2 Esquema transversal del tablero.....	46
3.2.3 FILOSOFÍA DE DISEÑO.....	47
3.2.3.1 Factores de Resistencia.....	48
3.2.3.2 Estados limites aplicables.....	48
3.2.3.3 Factores de Carga y Combinaciones de Carga.....	49
3.2.4 ANÁLISIS DE CARGAS.....	50
3.2.4.1 Cargas Permanentes: DC, DW y EV.....	50
3.2.4.2 Cargas de suelo: EH y LS.....	51
3.2.4.3 Sobrecarga Viva (LS).....	53
3.2.4.4 Sobrecargas Vivas: LL y PL.....	54
3.2.5 COMBINACIONES DE CARGA.....	56
3.2.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	57
3.2.6.1 Generalidades.....	57
3.3 DISEÑO ESTRUCTURAL	57
3.3.1 GENERALIDADES.....	57
3.3.2 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA.....	58
3.3.2.1 Diseño de los Pasamanos de hierro galvanizado.....	58
3.3.2.2 Diseño de los postes.....	59
3.3.2.3 Diseño de la Vereda y Bordillo.....	60
3.3.2.4 Diseño de la losa interior.....	63
3.3.2.5 Diseño de la losa exterior.....	65
3.3.2.6 Diseño de Vigas Longitudinales de H ^o P ^o	65
3.3.2.7 Vigas diafragma.....	68
3.3.3 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	69
3.3.3.1 Diseño del Estribo tipo Ménsula cuerpo central.....	69
3.3.3.2 Diseño del alero.....	72
3.3.4 DISEÑO DE LOS APARATOS DE APOYO.....	75
3.3.4.1 Aparatos de apoyo de neopreno compuesto.....	75
3.3.4.2 Diseño de los dados de apoyo.....	76
3.3.4.3 Juntas de Dilatación.....	77
3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	78

3.5 COMPUTOS MÉTRICOS	78
3.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.	79
3.7 PRESUPUESTO GENERAL.	79
3.8 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.	79
3.9 PLANOS ESTRUCTURALES A NIVEL CONSTRUCTIVO.	80

CAPITULO IV
APORTE ACADEMICO

4. CAPÍTULO IV	81
APORTE ACADEMICO	81
4.1 COMPARACIÓN ECONÓMICA	81
4.2 COMPARACIÓN TÉCNICA	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factor de presencia múltiple (m)	16
Tabla 2 Incremento por carga dinámica, IM	16
Tabla 3 Esfuerzos admisibles en tiempo inicial	32
Tabla 4 Esfuerzos admisibles en tiempo infinito	32
Tabla 5 Resultados del Análisis Plástico para cada uno de los pozos.	40
Tabla 6 Características de la cuenca	42
Tabla 7 Caudal Máximo de diseño	42
Tabla 8 Propiedades hidráulicas del río ERQUIS	43
Tabla 9 Altura de socavación	44
Tabla 10 Factores de resistencia	48
Tabla 11 Combinaciones de carga y Factores de carga	49
Tabla 12 Factores de carga para cargas permanentes, γ_p	50
Tabla 13 Angulo de fricción para diferentes materiales	52
Tabla 14 Altura de suelo equivalente para sobrecarga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico.	53
Tabla 15 Geometría de los pasamanos	58
Tabla 16 Resumen de efectos máximos	58
Tabla 17 Resumen de efectos máximos	59
Tabla 18 Resumen de combinaciones de carga vereda	61
Tabla 19 Resumen de combinaciones de carga bordillo	62
Tabla 20 Resumen de armaduras bordillo	63
Tabla 21 Momento negativo y positivo máximo losa	64
Tabla 22 Número mínimo y máximo de torones según el diámetro	66
Tabla 23 Datos de diseño para el estribo.	71
Tabla 24 Resumen de armaduras estribo	71
Tabla 25 Verificación al corte estribo	72
Tabla 26 Resumen de armaduras alero	74
Tabla 27 Verificación al corte alero	75
Tabla 28 Dimensiones de la placa de neopreno	76
Tabla 29 Presupuesto viga Cajón	81
Tabla 30 Presupuesto Viga ASSTHO	82

Tabla 31 materiales utilizados Viga ASSTHO	84
Tabla 32 Materiales utilizados Viga ASSTHO	85
Tabla 33 Longitud máxima de un solo tramo	85
Tabla 34 Número total de torones de ambas secciones	86
Tabla 35 Cantidad de Acero para ambas secciones	86
Tabla 36 Total de Hormigón	87
Tabla 37 Total de madera	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 comunidad de Erquis Oropesa y Erquis Sud	7
Figura 2 Alturas características de socavación	44
Figura 3 Esquema transversal del tablero	46
Figura 4 Espacio necesario para la circulación de peatones en veredas	46
Figura 5 Esquema del barandado	47
Figura 6 Esquema de cargas permanentes en la superestructura	51
Figura 7 Simbología para el empuje activo de Coulomb	52
Figura 8 Tándem de diseño	54
Figura 9 Camión de diseño	54
Figura 10 Esquema transversal del poste	59
Figura 11 Esquema transversal de la vereda y bordillo	60
Figura 12 Dimensiones del estribo	70
Figura 13 Esquema del estribo con aleros	72
Figura 14 Dimensiones del alero	73
Figura 15 Esquema de la placa de neopreno compuesto	76
Figura 16 Esquema del dado de apoyo	77
Figura 17 Esquema de la junta de dilatación	78