

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

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.**



**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR**  
**SOBRE EL RÍO MENA**

**Realizado por:**

**CESAR LUIS CARDOZO ORTIZ**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502**  
**PRIMER SEMESTRE 2011**

**GESTIÓN 2011**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE VEHICULAR**

**SOBRE EL RÍO MENA**

Realizado por:

**CESAR LUIS CARDOZO ORTIZ**

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

Agosto del 2011

**TARIJA – BOLIVIA**

## HOJA DE EVALUACIÓN

### EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación: .....

Calificación numeral: .....

Calificación literal: .....

.....  
Ing. Dubravcic Alaiza Arturo

Docente de la materia

### EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación y defensa: .....

Calificación numeral: .....

Calificación literal: .....

**VºBº**

-----  
Ing. Dubravcic Alaiza Arturo  
DOCENTE DE LA MATERIA

-----  
Ing. Luis A. Yurquina  
DECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

-----  
Lic. Gustavo Succi  
VICEDECANO FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

-----  
Ing. Oscar Chávez

-----  
Ing. Gonzalo Gandarillas M.

-----  
Ing. Dimar Fernández S.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Señor, Jesús, quién me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mis queridos padres, por haberme brindado todo el apoyo necesario para poder llegar a la meta.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en todos los momentos y brindarme todo su apoyo.

A todos mis amigos y amigas de la universidad por ser buenos compañeros.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en toda mi carrera.

## **DEDICATORIA**

A mis Padres, por que creyeron en mí y por que me sacaron adelante, por que en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, todo esto fue lo que me hizo llegar hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho por mí.

A mis hermanos y a mi sobrina: Brisa Estefanía Burgos Cardozo, Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo del triunfo en la vida.

## INDICE GENERAL

<b>INDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
1.1. EL PROBLEMA .....	2
1.1.1. Planteamiento .....	2
1.1.2. Formulación.....	3
1.1.3. Sistematización .....	4
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.2.1. Objetivo General .....	5
1.2.2. Objetivos Específicos .....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.3.1. Teórica (Académica) .....	5
1.3.2. Metodológica (Técnica).....	5
1.3.3. Práctica (Social – Institucional).....	5
1.4. LOCALIZACIÓN .....	6
1.5. DIMENSIÓN TEMPORAL .....	6
1.6. ALCANCE DEL PROYECTO .....	6
1.7. RESULTADOS A LOGRAR .....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. GENERALIDADES .....	7
2.1.1. Definición de Puentes .....	7
2.1.2. Clasificación de Puentes.....	7
2.1.3. Partes Constitutivas de un Puente .....	8
2.1.4. Vigas Principales .....	8
2.1.5. Diafragmas .....	8
2.1.6. Tablero .....	8
2.1.7. Pilas.....	9

2.1.8. Estribos.....	9
2.2. ESTUDIOS PRELIMINARES .....	9
2.2.1. Estudio de Suelos y Geotécnico .....	10
2.2.2. Estudio Topográfico .....	10
2.2.3. Estudio Hidrológico e Hidráulico.....	11
2.3. NORMAS DE DISEÑO .....	11
2.3.1. Norma para Diseño de Puentes.....	11
2.3.2. Norma para Diseño de Elementos de Hormigón Armado .....	12
2.4. CARGAS PARA EL DISEÑO DE PUENTES.....	12
2.4.1. Factores de Carga y Combinaciones de Carga .....	13
2.4.1.1.Cargas Permanentes.....	16
2.4.1.2.Cargas Transitorias .....	18
2.5. COMPONENTES DEL PUENTE.....	22
2.5.1. Barandas .....	22
2.5.1.1.Geometría .....	22
2.5.1.2.Sobrecarga de Diseño .....	23
2.5.2. Cordones y Aceras.....	24
2.5.2.1.Aceras .....	24
2.5.3. Losa del Tablero .....	24
2.5.3.1.Predimensionamiento .....	24
2.5.3.2.Drenaje de los Tableros .....	25
2.5.3.3.Armadura de Distribución .....	25
2.5.3.4.Métodos de Análisis Aproximado .....	26
2.5.4. Análisis de Viga y Losa.....	27
2.5.4.1.Predimensionamiento de Vigas .....	27
2.5.4.2.Método de los Factores de Distribución para Momento y Corte.....	29
2.5.4.3.Ancho de Ala Efectivo .....	31
2.6. DISEÑO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	32
2.6.1. Diseño de Elementos Sometidos a Flexión .....	32
2.6.1.1.Ecuaciones para la obtención de la sección transversal de Acero en Elementos Rectangulares.....	33



2.6.1.2.Cuantías de Armado .....	36
2.6.2. Diseño por Cortante.....	39
2.6.2.1.Diseño por Cortante en Vigas de Hormigón Armado con refuerzo transversal en el Alma .....	39
2.6.2.2.Especificaciones para el diseño de Vigas ante Fuerzas Cortantes.....	41
2.7. HORMIGÓN PRETENSADO.....	43
2.7.1. Definición .....	43
2.7.2. Tipos de Armadura en el Hormigón Pretensado .....	43
2.7.3. Tipos de Hormigón Pretensado .....	43
2.7.4. Ventajas del Hormigón Pretensado .....	44
2.7.5. Materiales .....	44
2.7.6. Propiedades Geométricas de la Sección .....	45
2.7.7. Inecuaciones de Pretensado .....	46
2.7.8. Fuerza de Pretensado .....	47
2.7.9. Bloque de Anclaje .....	48
2.7.10. Pérdidas de Pretensado .....	49
2.7.10.1. Pérdidas Instantáneas .....	49
2.7.10.2. Pérdidas Diferidas .....	51
2.7.11. Diseño por Cortante.....	53
2.7.11.1. Fuerza Cortante que resiste el Concreto .....	54
2.7.12. Verificación por Momento Ultimo .....	57
2.7.12.1. Vigas de Sección Rectangular ( $a \leq hf$ ) .....	58
2.7.12.2. Vigas de Sección T o I ( $a > hf$ ).....	60
2.7.12.3. Condiciones de Diseño .....	61
BIBLIOGRAFÍA .....	61
<b>3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>63</b>
3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	63
3.2. ESTUDIO DE SUELOS .....	63
3.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO .....	64
3.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA.....	64
3.4.1. Diseño del Barandado.....	64

3.4.2. Diseño de la Vereda.....	65
3.4.3. Número y separación de Vigas.....	66
3.4.4. Diseño de la Losa de Hormigón Armado .....	66
3.4.5. Diseño de Vigas de Hormigón Preesforzado con Armaduras Postesas.....	66
3.4.6. Diseño de Diafragmas de Hormigón Armado .....	66
3.4.7. Juntas de Dilatación.....	68
3.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA .....	68
3.5.1. Diseño de Apoyos de Neopreno .....	68
3.5.2. Diseño de dados de Apoyo .....	68
3.5.3. Diseño de Estribos .....	69
3.6. PRECIOS UNITARIOS.....	70
3.7. PRESUPUESTO GENERAL.....	71
3.8. CRONOGRAMA .....	71
3.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	71
3.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
3.10.1. Conclusiones.....	72
3.10.2. Recomendaciones .....	73

## ANEXOS:

I.	MATRIZ P.C.E.S. ....	74
II.	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	75
III.	FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR .....	76

## INGENIERÍA BÁSICA

IV.	ESTUDIO TOPOGRÀFICO .....	77
V.	ESTUDIO DE SUELOS .....	84
VI.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAULICO .....	91

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL PUENTE

VII.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA .....	114
1.	Diseño del Barandado y Poste (Peatonal).....	114
2.	Diseño de la Acera Peatonal.....	120
3.	Diseño de la Viga de Borde.....	125
4.	Diseño de Losa del Tablero de Hormigón Armado.....	130
5.	Factores de Distribución para Momento y Corte.....	142
6.	Diseño de Vigas de Hormigón Preesforzado con Armaduras Postesas.....	145
7.	Diseño de Diafragmas .....	178
8.	Aparatos de Apoyo .....	188
VIII.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA .....	193
1.	Diseño del Estribo con Contrafuertes .....	193
2.	Diseño de Aleros de Estribos .....	264
IX.	PRESUPUESTO GENERAL Y CRONOGRAMA .....	294
1.	Análisis de Precios Unitarios.....	294
2.	Presupuesto General .....	318
3.	Cronograma de Actividades .....	319
X.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	320
XI.	PLANOS CONSTRUCTIVOS	