



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL COLGANTE, DE 220  
METROS DE LARGO Y 2 METROS DE ANCHO, EN LA ALDEA  
EL MANGUITO, MUNICIPIO DE MORALES, DEPARTAMENTO DE  
IZABAL.**

**Sergio Eduardo Jordán Vásquez**  
**Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, septiembre de 2003**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE**

**INGENIERÍA**

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

**DECANO** Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
**VOCAL I** Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
**VOCAL II** Lic. Amahán Sánchez Alvarez  
**VOCAL III** Ing. Julio David Galicia Celada  
**VOCAL IV** Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz  
**VOCAL V** Br. Elisa Yazmina Vides Leiva  
**SECRETARIO** Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

**DECANO** Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
**EXAMINADOR** Ing. Carlos Salvador Gordillo García  
**EXAMINADOR** Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
**EXAMINADOR** Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
**SECRETARIO** Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**Cumpliendo con los requisitos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:**

**DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL COLGANTE, DE 220 METROS DE LARGO Y 2 METROS DE ANCHO, EN LA ALDEA EL MANGUITO, MUNICIPIO DE MORALES, DEPARTAMENTO DE IZABAL.**

**Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 4 de agosto de 2003.**

Sergio Eduardo Jordán Vásquez

## AGRADECIMIENTO

<b>A Dios</b>	<b>Por las bendiciones, sabiduría e inteligencia para poder alcanzar este sueño.</b>
<b>A la Universidad de San</b>	<b>Por haberme dado la oportunidad de convertirme en Carlos de Guatemala en un profesional.</b>
<b>A mis padres</b>	<b>Por el apoyo incondicional para la realización de este trabajo de graduación.</b>
<b>A mis hermanos</b>	<b>Por las palabras de aliento.</b>
<b>Al Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta</b>	<b>Por el tiempo brindado y las palabras de consejo para la elaboración de este trabajo de graduación.</b>
<b>A Fermín García</b>	<b>Por demostrarme su amistad, en cualquier circunstancias.</b>
<b>A Rodrigo Escobedo</b>	<b>Por su amistad sincera.</b>
<b>A todas las personas</b>	<b>Que indirecta o directamente me brindaron su apoyo.</b>

## **ACTO QUE DEDICO A**

Mis padres	Gonzalo Federico Jordán Cantoral y Aída Consuelo Vásquez de Jordán, por su gran amor, consejos y ejemplo, que mi triunfo sea una mínima recompensa a sus esfuerzos.
Mis hijos	Genneses y Sergio, con amor, que el esfuerzo realizado se convierta en bienestar en sus vidas.
Mis abuelos	José Jordán, Ernestina Benítez, Bernardo Vásquez y María Cruz, que mi triunfo se convierta en flores para adornar su descanso eterno.
Mis hermanos	Luisa, Shený, Flor, Pati y Carlos que este logro sea un orgullo para ellos.
Mi querida y recordada hernana Marta Eugenia (Tita)	Que mi triunfo se convierta en pensamiento y viaje a través del tiempo para poder estrecharnos en un abrazo de felicidad y amor.
Mis sobrinos	Que este logro sea un ejemplo a seguir.
Mis tíos	Con amor y respeto, especialmente a tía Neca.
Mi amigo de infancia	Jorge Mario Ayala Chinchilla, con quien he compartido momentos inolvidables fortaleciendo nuestra amistad.
La memoria de mí gran amigo	Alexander Otoniel Búster, que mi triunfo llegue a él a través del creador y así poder compartirlo hermano.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>. V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>. VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>. IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>. XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>. XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>. XV</b>
<b>1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR</b>	<b>. 1</b>
<b>2. INVESTIGACIÓN SOBRE LOS PUENTES COLGANTES</b>	
2.1. Resumen histórico de los puentes colgantes	. 3
2.2. Características principales de los puentes colgantes	. 9
2.3. Partes de que consta un puente colgante	. 11
2.4. Clasificación de los puentes colgantes	. 12
2.4.1. Sistema de suspensión	. 12
2.4.2. Por el método de rigidez del sistema de suspensión	. 13
2.4.2.1. Sin rigidez o flexible	. 13
2.4.2.2. Con rigidez integral.	. 14
2.4.2.3. De tablero rígido.	. 14
2.4.3. Por el anclaje del sistema de suspensión	. 15

2.4.4.	Por la distribución de cargas del sistema de suspensión . . . . .	15
2.5.	Sistema de puentes colgantes . . . . .	16
2.5.1.	Puentes rígidos o reforzados . . . . .	16
2.5.2.	Puentes colgantes semirígidos . . . . .	16
2.5.3.	Puentes colgantes deformables . . . . .	17
2.6.	Materiales que se pueden utilizar en cada una de las partes de un puente colgante . . . . .	18
2.6.1.	Sistema de piso . . . . .	18
2.6.1.1.	Vigas longitudinales. . . . .	18
2.6.1.2.	Vigas transversales . . . . .	19
2.6.1.3.	Superficie de rodadura. . . . .	19
2.6.1.4.	Barandal . . . . .	19
2.6.2.	Péndolas . . . . .	20
2.6.2.1.	Conexión superior . . . . .	20
2.6.2.2.	Conexión inferior . . . . .	22
2.6.3.	Sistema de suspensión . . . . .	24
2.6.3.1.	Cable de alambre torcido o retorcido . . . . .	25
2.6.3.2.	Cables de alambre paralelos . . . . .	26
2.6.4.	Torres . . . . .	26
2.6.5.	Anclajes . . . . .	28
2.7.	Elementos principales a considerar en el diseño . . . . .	35
2.7.1.	Cable principal . . . . .	35
2.7.1.1.	Cadena de eslabones forjados . . . . .	35
2.7.1.2.	Cables de alambre. . . . .	36
2.7.1.3.	Elección del cable . . . . .	38
2.7.1.4.	Clasificación de los cables . . . . .	39

2.7.2.	Tirantes verticales o péndolas . . . . .	41
2.7.3.	Torres. . . . .	41
2.7.4.	Anclajes . . . . .	42
2.7.5.	Hidrología . . . . .	44
2.7.5.1.	Crecida máxima . . . . .	44
2.7.6.	Topografía . . . . .	47

### **3. DISEÑO DE UN PUENTE COLGANTE**

3.1.	Integración de cargas. . . . .	49
3.1.1.	Carga viva . . . . .	49
3.1.2.	Carga muerta . . . . .	50
3.1.3.	Determinación de cargas últimas . . . . .	51
3.2.	Geometría de un puente colgante . . . . .	51
3.3.	Esfuerzos utilizados en el diseño . . . . .	52
3.4.	Análisis y diseño del sistema de piso . . . . .	53
3.5.	Análisis y diseño del cable principal . . . . .	55
3.6.	Análisis y diseño de las tirantes verticales o péndolas. . . . .	57
3.7.	Análisis y diseño del anclaje . . . . .	59
3.8.	Análisis y diseño de las torres . . . . .	62
3.8.1.	Determinación de la crecida máxima . . . . .	62
3.8.2.	Altimetría . . . . .	65
3.9.	Análisis y diseño de los tensores . . . . .	71

### **4. FASES DE TRABAJO**

4.1.	Presentación de los técnicos ante la comunidad y acuerdo sobre el trabajo que se va a realizar . . . . .	77
4.2.	Replanteamiento topográfico . . . . .	78
4.3.	Acarreos de material . . . . .	78



4.4.	Excavación para la construcción de los anclajes y fundición de torres . . . . .	78
4.5.	Fundición . . . . .	78
4.6.	Levantado y fundición de torres . . . . .	79
4.7.	Montaje y tensión de los cables principales . . . . .	79
4.8.	Colocación de las conexiones de cables-anclaje. . . . .	80
4.9.	Colocación del sistema de piso . . . . .	81
4.10.	Colocación del barandal . . . . .	81
4.11.	Colocación de los tensores laterales . . . . .	82
<b>5.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	
5.1.	Definición del cálculo de materiales . . . . .	83
5.2.	Definición del cálculo de mano de obra . . . . .	83
5.3.	Definición del cálculo de costos integrados . . . . .	83
5.4.	Análisis costo – eficiencia . . . . .	84
	<b>CONCLUSIONES . . . . .</b>	<b>88</b>
	<b>RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>90</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA . . . . .</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXOS . . . . .</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Puente Goerge Washington . . . . .	07
2	Puente de Terenez, con tramos laterales no suspendidos. . . . .	07
3	Puente de Bonny – Sur – Loire . . . . .	08
4	Puente colgante auto anclado . . . . .	08
5	Partes principales del puente colgante . . . . .	12
6	Puente de armaduras o vigas de rigidez. . . . .	14
7	Conexión superior. . . . .	21
8	Conexión inferior . . . . .	23
9	Sistema para conectar el cable al anclaje . . . . .	32
10	Detalle de anclaje . . . . .	33
11	Detalle de tensor Jaw & Eye. . . . .	34
12	Accesorios principales utilizados en los puentes colgantes . . . . .	40
13	Especificaciones de diseño del puente . . . . .	73
14	Detalle de colocación del cable tensor de 1/2" . . . . .	74
15	Cronograma de ejecución . . . . .	75
16	Perfil de la cuenca y planta acotada . . . . .	95
17	Elevaciones laterales. . . . .	96
18	Elevación y planta del anclaje para el cable de 1 1/2" . . . . .	97
19	Elevaciones y planta de cimientos para las torres . . . . .	98
20	Elevaciones e isométrico de las torres . . . . .	99

21	Detalles para la colocación de elementos rigidizantes. . . . .	100
22	Elevaciones del marco . . . . .	101
23	Detalles del joist y de la unión del joist con los cables de piso .	102
24	Detalles del cable y del tensor . . . . .	103
25	Unión de tablas de madera para el piso . . . . .	104
26	Detalles de uniones para el piso . . . . .	105
27	Detalles de los anclajes para las vigas superior e inferior y detalle de colocación de los tensores en los marcos . . . . .	106
28	Detalle del barandal . . . . .	107
29	Mapa de localización del proyecto . . . . .	108

## TABLAS