



**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

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

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 hermana 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

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	1
2. INVESTIGACIÓN SOBRE LOS PUENTES COLGANTES	
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
5.	PRESUPUESTO	
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
	CONCLUSIONES	88
	RECOMENDACIONES	90
	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXOS	94

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