

.....

Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”

Facultad de Ciencias y Tecnología

Carrera de Ingeniería Civil

“Diseño y Análisis de Vigas Prefabricadas de  
Hormigón Armado para Edificios de Pórticos  
Rígidos”

Orlando Santiago Gallardo Galarza

Gestión 2011

Tarija-Bolivia

.....

**The using software is free version, you can upgrade it to the  
upgrade version.<http://www.allimagetool.com>**

Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”

“Diseño y Análisis de Vigas Prefabricadas de  
Hormigón Armado para Edificios de Pórticos  
Rígidos”

Realizado por:

Orlando Santiago Gallardo Galarza

Proyecto elaborado en la asignatura CIV 502

I / S Gestión 2011

Tarija-Bolivia

.....

## HOJA DE EVALUACIÓN

Fecha de presentación .....de.....de.....

Nota de evaluación continua:

Numeral.....

Literal.....

.....  
Ing. Fernando Mur Lagraba  
DOCENTE

## NOTA DE EVALUACIÓN DEFENSA PÚBLICA

Calificación:

Numeral.....

Literal.....

.....

**The using software is free version, you can upgrade it to the  
upgrade version.<http://www.allimagetool.com>**

**V° B°**

.....  
Ing. Fernando Mur Lagraba  
DOCENTE

.....  
Msc. Ing. Luís Alberto Yurquina  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

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

Tribunales:

.....  
Ing. Marcelo Segovia

.....  
Ing. Moisés Díaz

.....  
Ing. Víctor Mostajo



## HOJA DE ÉTICA DE AUTORÍA DEL PROYECTO

Pongo en conocimiento ante las autoridades respectivas y personas en general que el presente trabajo titulado: “Diseño Y Análisis De Vigas Prefabricadas De H.....ormigón Armado Para Edificios De Pórticos Rígidos”, realizado en la materia CIV 502 Proyecto de Ingeniería Civil II en el primer semestre de la gestión 2011, de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de la ciudad de Tarija del Estado Plurinacional de Bolivia, q.....

**The using software is free version, you can upgrade it to the upgrade version.<http://www.allimagetool.com>**ue el presente trabajo es de mi completa autoría y declaro propios los derechos del texto impreso en este trabajo.

Orlando Santiago Gallardo Galarza

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

A Dios, por todas las cosas que me  
ofrece.

A mis padres: (†) Sr. Orlando Gallardo del Castillo y Sra. Teofila Galarza Méndez,  
por su constante apoyo, cariño, consejo, paciencia y por haber hecho posible mis  
estudios .

A mis hermanas: Patricia y flia., Fabiola y flia. y Gabriela y flia., por su cariño y aprecio,

A mis tíos: Flia. Flores del Castillo, Martínez Galarza, Gallardo Balderrama  
por su apoyo y afecto en todo momento,

A mis docentes: Ing. Ernesto Alvarez,  
Ing. Oscar Chávez, Ing. Gonzalo Gandarillas,  
Ing. Víctor Mostajo, por sus enseñanzas, amistad y ejemplo de vida,  
y aquellas personas especiales en mi vida  
que ayudaron a que culmine con éxito esta meta.

.....

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

A Dios, por todas las cosas que me  
ofrece.

A mis padres: (†) Sr. Orlando Gallardo del Castillo y Sra. Teofila Galarza Méndez,  
por su constante apoyo, cariño, consejo, paciencia y por haber hecho posible mis  
estudios .

A mis hermanas: Patricia y flia., Fabiola y flia. y Gabriela y flia., por su cariño y aprecio,

A mis tíos: Flia. Flores del Castillo, Martínez Galarza, Gallardo Balderrama  
por su apoyo y afecto en todo momento,

A mis docentes: Ing. Ernesto Alvarez,  
Ing. Oscar Chávez, Ing. Gonzalo Gandarillas,  
Ing. Víctor Mostajo, por sus enseñanzas, amistad y ejemplo de vida,  
y aquellas personas especiales en mi vida  
que ayudaron a que culmine con éxito esta meta.

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A mis padres: (†) Sr. Orlando Gallardo del Castillo y Sra. Teofila Galarza Méndez,  
por su constante apoyo, cariño, consejo, paciencia y por haber hecho posible mis  
estudios .

A mis hermanas: Patricia y flia., Fabiola y flia. y Gabriela y flia., por su cariño y aprecio,

A mis tíos: Flia. Flores del Castillo, Martínez Galarza, Gallardo Balderrama  
por su apoyo y afecto en todo momento,  
y aquellas personas especiales en mi vida  
que ayudaron a que culmine con éxito esta meta.

.....

**The using software is free version you can upgrade it to the  
upgrade version.<http://www.igetool.com>**



## ÍNDICE

	Página
<b>Resumen</b> .....	
..i	
<b>Dedicatoria</b> .....	
...ii	
<b>Hoja de ética de autoría</b> .....	iii
<b>Índice</b> .....	
.9	
<b>Lista de tablas</b> .....	16
<b>Lista de fotos</b> .....	16
<b>Simbología</b> .....	
21	
<b>Introducción</b> .....	
28	
<b>Objetivos</b> .....	
29	
Objetivo general	
Objetivos específicos	
Importancia del estudio	
<b>1 Marco teórico</b> .....	30
2	
<b>Metodología</b> .....	3
2	
<b>2.1</b>	
<b>Resultados</b> .....	33

3

**Conclusiones**.....37

**Comentarios**

**Referencias**

**Bibliográficas**.....38

**Anexos**

Índice de

anexos.....40

**Anexo 1.** Proceso general para Emulación de detalles

Proceso general del método  
emulativo.....42  
Método de diseño  
.....43

- 1 Selección de un sistema estructural
- 2 Diseño y procedimiento de análisis
- 3 Componentes del sistema
- 4 Conexiones en el elemento prefabricado

**Página**

**Anexo 2.** Ilustración unión viga columna [ref.5].

Ilustración unión viga columna  
[ref.5].....45

Detalle de conexión

**Anexo 3.** Consideraciones para el diseño de sistema de transporte de elementos prefabricados.

3 Montaje de vigas prefabricadas de concreto  
.....50  
3.1 Generalidades  
3.2 Seguridad  
3.3 Registro del responsable del elemento prefabricado  
.....51

3.4 Trabajo preliminar	
Procedimiento de montaje	
3.5 Construcción y montaje.....	52
3.6 Lista de verificación	
.....	53
5.6.1 Obligaciones del responsable del elemento prefabricado	
5.6.2 Responsabilidades del fabricante del elemento prefabricado.....	54
3.7 Equipos y aparatos de levante.....	55
Requisitos de servicio	
3.8	
Concreto.....	56
3.8.1 Mezcla de concreto	
3.8.1.1 Proporción de mezcla	
3.8.1.2 Resistencia a la compresión	
3.9 Operaciones de control de calidad.....	58
3.9.1 Resumen de los registros necesarios	
3.9.1.1 Registros de los ensayos de la materia prima	
3.9.1.2 Ordenes de trabajo y dibujos de los productos	
3.9.1.3 Registro de la calibración de los equipos	
3.9.4 Registro de los ensayos del agregado grueso y del concreto	
3.9.1.5 Informe de la dosificación del concreto	
.....	59
3.10 Prácticas de producción.....	60
3.10.1 Distribución de la fábrica	

.....

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>Resumen</b> .....	
..i	
<b>Dedicatoria</b> .....	
...ii	
<b>Hoja de ética de autoría</b> .....	iii
<b>Índice</b> .....	
.9	
<b>Lista de tablas</b> .....	16
<b>Lista de figuras y fotos</b> .....	16
<b>Simbología</b> .....	
21	
<b>Introducción</b> .....	
28	
<b>Objetivos</b> .....	
29	
Objetivo general	
Objetivos específicos	
Importancia del estudio	
<b>1 Marco teórico</b> .....	30
2	
<b>Metodología</b> .....	3
2	
<b>2.1</b>	
<b>Resultados</b> .....	33

### 3

**Conclusiones.....37**

#### **Comentarios**

#### **Referencias**

**Bibliográficas.....38**

### **Anexos**

#### **Índice de**

anexos.....40

#### **Anexo 1. Proceso general para Emulación de detalles**

##### Proceso general del método

emulativo.....42

Método de diseño

.....43

1 Selección de un sistema estructural

2 Diseño y procedimiento de análisis

3 Componentes del sistema

4 Conexiones en el elemento prefabricado **Página**

#### **Anexo 2. Ilustración unión viga columna [ref.5].**

##### Ilustración unión viga columna

[ref.5].....45

##### Detalle de conexión

#### **Anexo 3. Consideraciones para el diseño de sistema de transporte de elementos prefabricados.**

##### 3 Montaje de vigas prefabricadas de concreto

.....50

##### 3.1 Generalidades

##### 3.2 Seguridad

##### 3.3 Registro del responsable del elemento prefabricado

.....51

##### 3.4 Trabajo preliminar

Procedimiento de montaje	
3.5 Construcción y montaje.....	52
3.6 Lista de verificación	
.....	53
5.6.1 Obligaciones del responsable del elemento prefabricado	
5.6.2 Responsabilidades del fabricante del elemento prefabricado.....	54
3.7 Equipos y aparatos de levante.....	55
Requisitos de servicio	
3.8	
Concreto.....	56
3.8.1 Mezcla de concreto	
3.8.1.1 Proporción de mezcla	
3.8.1.2 Resistencia a la compresión	
3.9 Operaciones de control de calidad.....	58
3.9.1 Resumen de los registros necesarios	
3.9.1.1 Registros de los ensayos de la materia prima	
3.9.1.2 Ordenes de trabajo y dibujos de los productos	
3.9.1.3 Registro de la calibración de los equipos	
3.9.4 Registro de los ensayos del agregado grueso y del concreto	
3.9.1.5 Informe de la dosificación del concreto	
.....	59
3.10 Prácticas de producción.....	60
3.10.1 Distribución de la fábrica	<b>Página</b>
3.10.2 Mantenimiento y limpieza	
3.10.3 Encofrados y equipo para encofrar	
3.10.4 Equipo de manejo	

3.10.5	
Armadura.....	61
3.10.5.1 Acero de refuerzo	
3.10.6 Operaciones pre vertido	
3.10.6.1 Limpieza de los encofrados	
3.10.6.2 Aplicación del desencofrante	
3.10.6.3 Colocación de la armadura	
.....	62
3.10.7 Moldeado del concreto	
3.10.7.1 Transporte del concreto	
3.10.7.2 Depósito del concreto en los encofrados	
3.10.7.3 Compactación del concreto	
3.10.8 Curado del concreto	
3.10.8.1 Generalidades	
3.10.8.2 Curado por retención de	
humedad.....	63
3.10.9 Desencofrado de los productos	
3.10.9.1 Requisitos mínimos de resistencia	
3.10.9.2 Daños al producto durante el desencofrado	
3.10.9.3 Superficies encofradas	
3.10.9.4 Inspección post	
vertido.....	64
3.10.10 Reparación del concreto	
3.10.10.1 Reparaciones de defectos menores	
3.10.10.2 Reparaciones de defectos mayores	
3.10.11 Marcado, almacenamiento y envío de productos	
3.10.11.1 Marcado del producto	
3.10.11.2 Áreas de almacenamiento	
3.10.11.3 Almacenamiento de los	
productos.....	65
3.10.11.4 Envío de los productos	

3.10.11.5 Inspección final

.....

**The using software is free version, you can upgrade it to  
the upgrade version.<http://www.allimagetool.com>**

	<b>Página</b>
3.11 Sistema de transporte para elementos prefabricados.....	66
3.11.1 Definición	
3.11.2 Selección del sistema de transporte	
3.11.3 Requisitos formales en el empleo del sistema de transporte	
3.11.3.1 Requisitos que deben cumplir los cables	
3.11.3.2 Dimensionado del sistema de transporte	
3.11.4 Dimensionamiento del sistema de transporte.....	67
3.11.4.1 Peso propio del elemento prefabricado	
3.11.4.2 Adherencia de la pieza de concreto al encofrado	
.....	68
3.11.4.3 Fuerzas de aceleración en el levantamiento	
3.11.4.4 Disposición geométrica del anclaje en la pieza prefabricada	
.....	69
3.11.4.5 Fuerza oblicua y fuerza transversal con el aparato de suspensión..	71
3.11.4.6 Determinación del tamaño del anclaje.....	73
3.11.4.7 Resistencia del concreto en el levantamiento	
13.12 Diseño del anclaje.....	74
13.12.1 Requisitos de diseño para cargas de tracción	

13.12.1.1 Resistencia a la tracción del acero de los anclajes	
13.12.1.2 Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción	
13.12.1.3 Resistencia a la tracción por deslizamiento de un anclaje en tracción.....	76
13.12.2 Requisitos de diseño para solicitaciones de cortante.....	77
13.12.2.1 Resistencia del acero del anclaje sometido a cortante	
13.12.2.2 Resistencia al arrancamiento del concreto de los anclajes a cortante	
13.12.2.3 Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante.....	79
13.12.3 Interacción de las fuerzas de tracción y cortante.....	80
13.12.4 Distancias al borde, espaciamientos y espesores requeridos para evitar las fallas por hendimiento	
13.12.5 Instalación de los anclajes	

**Página**

**Anexo 4.** Filosofía para el diseño de viga.

1. Filosofía de diseño por el método por resistencia.....	82
2. Predimensionamiento de la viga.....	92
3 Criterios para clasificar tipos de vigas en un sistema de pisos.....	94
3.1 Disposición de viguetas en forma rectangular	
3.1.1 Vigas de carga.....	95

3.1.2 Vigas de amarre.....	96
3.2 Disposición de viguetas en forma de tablero.....	97
3.2.1 Vigas de carga.....	98
3.2.2 Vigas de amarre.....	99
3.3 Clasificación	
3.3.1 Viga de carga tipo I	
3.3.2 Viga de carga tipo II	
.....	100
3.3.3 Viga de amarre tipo III	
.....	101
<b>Anexo 5. Cálculos de diseño de vigas.</b>	
Diseño de viga de carga tipo I, VCR I, longitud 2 m.....	103
Diseño de viga de carga tipo II, VCR II, longitud 5 m.....	121
Diseño de viga de amarre tipo I, VAR I, longitud 6 m.....	139
<b>Anexo 6. Cálculos de sistema de transporte para elementos prefabricados.</b>	
Cálculo de sistema de transporte viga de carga tipo I, VCR I, longitud 2 m.....	158
Cálculo del anclaje de suspensión viga de carga tipo I, VCR I, longitud 2 m.....	160
Cálculo de sistema de transporte viga de carga tipo II, VCR II, longitud 5 m.....	170
Cálculo del anclaje de suspensión viga de carga tipo II, VCR II, longitud 5 m.....	172

Cálculo de sistema de transporte viga de amarre tipo I, VAR I, longitud 6 m.....179

Cálculo del anclaje de suspensión viga de amarre tipo I, VAR I, longitud 6 m.....181

**Anexo 7.** Secciones transversales de vigas.

Secciones disponibles de vigas de carga tipo I, longitudes: 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8m....189

Secciones disponibles de vigas de carga tipo II, longitudes: 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8m...191

Secciones disponibles de vigas de amarre tipo I, longitudes: 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8m..194

Sistema de anclaje para vigas de carga I y II, longitudes: 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8m.....196

**Página**

Sistema de anclaje para vigas de amarre tipo I, longitudes: 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8m...199

**Anexo 8.** Criterio de cargas para el diseño de vigas

Criterio de cargas para el diseño de vigas de carga tipo I, longitud 2m.....203

Criterio de cargas para el diseño de vigas de carga tipo II, longitud 5m.....206

Criterio de cargas para el diseño de vigas de amarre tipo I, longitud 6m.....209

**Anexo 9.** Consideraciones sobre uniones viga-columna

1

Definición.....213

2 Criterios de diseño de uniones viga-columna.....214

Comportamiento esperado

3 Tipos de uniones en pórticos de concreto reforzado.....215

3.1	Uniones	exteriores	viga
columna.....			217
	Diseño	de	unión
columna.....			219
<b>Anexo 10.</b> Consideraciones sobre elementos de grúa			
	1 Movimientos principales de		
grúas.....			227
	2 Parámetros generales de grúa		
	2.1 Parámetros principales de una		
grúa.....			228
	3 Selección de		
grúa.....			229
	3.1 Selección de la grúa para el montaje del edificio		
	4 Clasificación de las grúas		
	4.1 Grúas		
móviles.....			231
	4.2 Plumas		
telescópicas.....			233
	5 Tipos de		
cables.....			234
	5.1		
Eslingas.....			235
	6 Ficha técnica de una grúa		
móvil.....			237
<b>Anexo 11.</b> Estimación de rendimientos, construcción viga convencional y sistema prefabricado			
	Introducción.....		
			2
40			
	1 Análisis de organización de la mano de obra, sistema		
convencional.....			241

2	Análisis de organización de la mano de obra, sistema prefabricado.....	243	
3	Análisis de encofrados.....	245	
			<b>Página</b>
4	Rendimiento para la actividad de desencofrado.....	245	
5	Rendimiento para la actividad de corte, doblado y colocado de armadura Comparación de rendimientos sistema convencional y prefabricado.....	246	
6	Estimación del rendimiento para el montaje de vigas prefabricadas.....	247	
7	Estimación del tiempo de ejecución de vigas sistema convencional y prefabricado.....	248	



## Listas de Tablas

	<b>Página</b>
Tabla 1. Dimensiones.	Anexo
2.....	47
Tabla 2. Refuerzos. Anexo	
2.....	47
Tabla 3. Materiales.	Anexo
2.....	48
Tabla 4. Valores de referencia de la adherencia al encofrado. Anexo	
3.....	72
Tabla 5. Factores de carga por elevación. Anexo 3.....	69
Tabla 6. Factores de fuerza oblicua. Anexo	
3.....	65
Tabla 7. Espesores mínimos de h, para que no haya necesidad de calcular deflexiones, de vigas y losas, no preesforzadas, que trabajen en una dirección y que sostengan muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes. Anexo	
4.....	92
Tabla 8. Espesores mínimos de h, para que no haya necesidad de calcular deflexiones, de vigas y losas, no preesforzadas, que trabajen en una dirección y que no sostengan muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.	Anexo
4.....	93
Tabla 9. Deflexiones máximas calculadas permisibles. Anexo	
4.....	93
Tabla 10. Ficha técnica de grúa móvil. Anexo	
10.....	237

## Página

## Lista de Figuras y Fotos

Figura 1. Conexión con hormigón en sitio, en zona viga columna. Anexo	
2.....	46
Foto 1. Conexión con hormigón en sitio, en zona viga columna. Anexo	
2.....	46
Figura 2. Elevación vertical. Anexo 3.....	70

Figura 3. Fuerza oblicua. Anexo	
3.....	71
Figura 4. Ángulo de inclinación ( $\beta$ ) y apertura ( $\alpha$ ). Anexo	
3.....	72
Figura 5. Variación supuesta de la deformación específica. Anexo 4.....	83
Figura 6. Distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón. Anexo	
4.85	
Figura 7. Deformación específica y distribución de tensiones equivalentes para una sección con alas. Anexo	
4.....	86
Figura 8. Deformación específica y distribución de tensiones para una sección rectangular con armadura de tracción y compresión. Anexo	
4.....	86

**Página**

Figura 9. Condición de deformación balanceada en flexión. Anexo	
4.....	87
Figura 10. Deformaciones específicas en el límite para secciones controladas por tracción Anexo	
4.....	88
Figura 11. Diagrama de deformación y tensión. Anexo 4.....	89
Figura 12. Vista en planta disposición de viguetas (rectangular). Codificación de vigas de entre piso. Anexo 4.....	
.....	94
Figura 13. Detalle viga de carga de borde VCb. Anexo 4.....	
.....	95
Figura 14. Detalle viga de carga de interior VCi. Anexo 4.....	
.....	95
Figura 15. Detalle viga de amarre de borde VAb. Anexo 4.....	
.....	96
Figura 16. Detalle viga de amarre de interior VAi. Anexo 4.....	
.....	96

Figura 17. Vista en planta disposición de viguetas (tablero). Codificación de vigas de entre piso. Anexo 4.....	97
Figura 18. Detalle viga de carga de borde VCb. Anexo 4.....	98
Figura 19. Detalle viga de carga de interior VCi. Anexo 4.....	98
Figura 20. Detalle viga de amarre de borde VAb. Anexo 4.....	99
Figura 21. Detalle viga de carga Tipo I. Anexo 4.....	100
Figura 22 Detalle viga de carga Tipo II. Anexo 4.....	100
Figura 23. Detalle viga de amarre Tipo I. Anexo 4.....	101
Figura 24. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	103
Figura 25. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	105
Figura 26. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo 5.....	110
Figura 27. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	121
Figura 28. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	123
Figura 29. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo 5.....	129
Figura 30. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	139
Figura 31. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	141
Figura 32. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo 5.....	146
Figura 33. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=2m. Anexo 7.189	189
Figura 34. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=3m. Anexo 7...189	189

Figura 35. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=4m. Anexo  
7.189

.....

### Listas de Tablas

	<b>Página</b>
Tabla 1. Dimensiones.	Anexo
2.....	47
Tabla 2. Refuerzos. Anexo	
2.....	47
Tabla 3. Materiales.	Anexo
2.....	48
Tabla 4. Valores de referencia de la adherencia al encofrado. Anexo	
3.....	72
Tabla 5. Factores de carga por elevación. Anexo 3.....	69
Tabla 6. Factores de fuerza oblicua. Anexo	
3.....	65
Tabla 7. Espesores mínimos de h, para que no haya necesidad de calcular deflexiones, de vigas y losas, no preesforzadas, que trabajen en una dirección y que sostengan muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes. Anexo	
4.....	92
Tabla 8. Espesores mínimos de h, para que no haya necesidad de calcular deflexiones, de vigas y losas, no preesforzadas, que trabajen en una dirección y que no sostengan muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.	Anexo
4.....	93
Tabla 9. Deflexiones máximas calculadas permisibles. Anexo	
4.....	93
Tabla 10. Ficha técnica de grúa móvil. Anexo	
10.....	237

**Lista de Figuras y Fotos**

Figura 1. Conexión con hormigón en sitio, en zona viga columna. Anexo 2.....46

Foto 1. Conexión con hormigón en sitio, en zona viga columna. Anexo 2.....46

Figura 2. Elevación vertical. Anexo 3.....70

Figura 3. Fuerza oblicua. Anexo 3.....71

Figura 4. Ángulo de inclinación ( $\beta$ ) y apertura ( $\alpha$ ). Anexo 3.....72

Figura 5. Variación supuesta de la deformación específica. Anexo 4.....83

Figura 6. Distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón. Anexo 4.85

Figura 7. Deformación específica y distribución de tensiones equivalentes para una sección con alas. Anexo 4.....86

Figura 8. Deformación específica y distribución de tensiones para una sección rectangular con armadura de tracción y compresión. Anexo 4.....86

Figura 9. Condición de deformación balanceada en flexión. Anexo 4.....87

Figura 10. Deformaciones específicas en el límite para secciones controladas por tracción Anexo 4.....88

Figura 11. Diagrama de deformación y tensión. Anexo 4.....89

Figura 12. Vista en planta disposición de viguetas (rectangular). Codificación de vigas de entre piso. Anexo 4.....94

Figura 13. Detalle viga de carga de borde VCb. Anexo 4.....95

Figura 14. Detalle viga de carga de interior VCI. Anexo 4.....	95
Figura 15. Detalle viga de amarre de borde VAb. Anexo 4.....	96
Figura 16. Detalle viga de amarre de interior VAI. Anexo 4.....	96
Figura 17. Vista en planta disposición de viguetas (tablero). Codificación de vigas de entre piso. Anexo 4.....	97
Figura 18. Detalle viga de carga de borde VCb. Anexo 4.....	98
Figura 19. Detalle viga de carga de interior VCI. Anexo 4.....	98
Figura 20. Detalle viga de amarre de borde VAb. Anexo 4.....	99
Figura 21. Detalle viga de carga Tipo I. Anexo 4.....	100
Figura 22 Detalle viga de carga Tipo II. Anexo 4.....	100
Figura 23. Detalle viga de amarre Tipo I. Anexo 4.....	101
Figura 24. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	103
Figura 25. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	105
Figura 26. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo 5.....	110
Figura 27. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	121
Figura 28. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	123
Figura 29. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo 5.....	129
Figura 30. Sección transversal, viga compuesta, viga prefabricada. Anexo 5.....	139
Figura 31. Ubicación de cargas sobre la viga. Anexo 5.....	141

Figura 32. Diagrama esfuerzo deformación, tensión. Anexo	
5.....	146
Figura 33. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=2m. Anexo	
7.189	
Figura 34. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=3m. Anexo	
7...189	
Figura 35. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=4m. Anexo	
7.189	

**Página**

Figura 36. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=5m. Anexo	
7.190	
Figura 37. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=6m. Anexo	
7.190	
Figura 38. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=7m. Anexo	
7.190	
Figura 39. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR I, L=8m. Anexo	
7.191	
Figura 40. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=2m. Anexo	
7191	
Figura 41. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=3m. Anexo	
7192	
Figura 42. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=4m. Anexo	
7192	
Figura 43. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=5m. Anexo	
7192	
Figura 44. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=6m. Anexo	
7193	
Figura 45. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=7m. Anexo	
7193	
Figura 46. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VCR II, L=8m. Anexo	
7193	

Figura 47. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=2m, 3m. Anexo	
7...194	
Figura 48. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=4m. Anexo	
7.....194	
Figura 49. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=5m. Anexo	
7.....194	
Figura 50. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=6m. Anexo	
7.....195	
Figura 51. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=7m. Anexo	
7.....195	
Figura 52. Sección transversal, compuesta y prefabricada, VAR I, L=8m. Anexo	
7.....195	
Figura 53. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=2m, 3m. Anexo	
7.....196	
Figura 54. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=4m. Anexo	
7.....196	
Figura 55. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=5m. Anexo	
7.....197	
Figura 56. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=6m. Anexo	
7.....197	
Figura 57. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=7m. Anexo	
7.....198	
.....	

**The using software is free version, you can upgrade it to the  
upgrade version.<http://www.allimagetool.com>**

Figura 58. Sistema de anclaje sección prefabricada, VCR I-II, L=8m. Anexo	
7.....198	
Figura 59. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=2m, 3m. Anexo	
7.....199	
Figura 60. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=4m. Anexo	
7.....199	

Figura 61. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=5m. Anexo	
7.....	200
Figura 62. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=6m. Anexo	
7.....	200
Figura 63. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=7m. Anexo	
7.....	201
Figura 64. Sistema de anclaje sección prefabricada, VAR I-II, L=8m. Anexo	
7.....	201
Figura 65. Sección transversal de viga, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	203
Figura 66. Vista en planta, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	204
Figura 67. Sección transversal de viga, compuesta y prefabricada. Anexo	8.....
	204
Figura 68. Sección transversal de viga, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	206
Figura 69. Vista en planta, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	207
Figura 70. Sección transversal de viga, compuesta y prefabricada. Anexo	8.....
	207
Figura 71. Sección transversal de viga, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	209
Figura 72. Vista en planta, sistema de piso y muro. Anexo	
8.....	210
Figura 73. Sección transversal de viga, compuesta y prefabricada. Anexo	8.....
	210
Figura 74. Detalle unión viga-columna Anexo	
9.....	213
Figura75 Fuerza y distorsión de una unión viga columna. Anexo	
9.....	215
Figura 76 Detalle uniones interiores. Anexo	
9.....	216
Figura 77 Detalle uniones exteriores. Anexo.	
.....	216
Figura 78 Mecanismo de resistencia al corte en uniones exteriores viga-	
columna. Anexo	9.....
	217

Figura 79 Detalle unión viga columna, elemento prefabricado. Anexo 9.....	218
Figura 80 Vista en planta pórtico a), b), nivel 2. Anexo 9.....	220
Figura 81 Detalle de refuerzos negativos. Anexo 9.....	220
Figura 82 Detalle nudo 27. Anexo 9.....	221
Figura 83 Detalle corte A-A, nudo 27. Anexo 9.....	221
Figura 84 Detalle bloque de esfuerzo, nudo 27. Anexo 9.....	222
Figura 85 Momento resultante, nudo 27. Anexo 9.....	223
Figura 86 Diagrama de cuerpo libre columna, nudo 27. Anexo. ....	223
Figura 87 Detalle corte A-A, nudo 27. Anexo. ....	224
Figura 88 Detalle corte a-a, nudo 27. Anexo. ....	224
Figura 89. Movimientos principales de una grúa. Anexo 10.....	227
Figura 90 Mínima inclinación. Anexo 10.....	227
Figura 91 Máxima inclinación. Anexo 10.....	228
Figura 92. Parámetros principales de una grúa. Anexo 10.....	228
Figura 93 Grúa montada sobre ruedas con pluma telescópica y múltiple estación de Control. Anexo 10.....	229
Figura 94 Grúa montada sobre oruga con pluma telescópica. Anexo 10.....	230
Figura 95 Grúa montada sobre camión con pluma telescópica. Anexo 10.....	230
Figura 96 Grúa montada sobre camión con pluma reticulada. Anexo 10.....	230

Figura 97 Tipo de grúas móviles. Anexo	
10.....	231
Figura 98 Pluma básica cargada con una y dos secciones. Anexo	
10.....	232
Figura 99 Detalle sistema telescópico, grúa móvil. Anexo	
10.....	233
Figura 100 Detalle cable espiroidal. Anexo	
10.....	234
Figura 101 Detalle sección transversal de cable. Anexo	
10.....	234
Figura 102 Detalle nominación y diámetros de cables. Anexo	
10.....	235
Figura 103 Gráfica de eslingas. Anexo	
10.....	236
Figura 104 Detalle de ganchos. Anexo 10.....	236
Figura 105 Detalle de ganchos y cadenas. Anexo	
10.....	236
Figura 106 Detalle grúa móvil. Anexo	
10.....	237
Figura 107 Detalle hormigonera de 330 litros. Anexo	
11.....	240

