

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LA U.E. 23
DE MARZO EN LA LOCALIDAD DE YAGUACUA MUNICIPIO YACUIBA
GRAN CHACO TARIJA**

Por:

SOLIZ CRUZ DANIEL

SEMESTRE I – 2025

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO I

**DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LA U.E. 23
DE MARZO EN LA LOCALIDAD DE YAGUACUA MUNICIPIO YACUIBA
GRAN CHACO TARIJA**

Por:

SOLIZ CRUZ DANIEL

Proyecto elaborado en la asignatura CIV 502, presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I – 2025
TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi refugio y compañía incondicional en cada paso de este camino. En los momentos de soledad, sentí su presencia como abrigo y consuelo.

A mis padres, por su amor incondicional, por su sacrificio diario y por enseñarme que la constancia y el esfuerzo son el camino hacia cualquier meta.

A quien caminó a **mi lado**, por su **valiosa** compañía en este trayecto, por su amor, comprensión y apoyo silencioso.

A mis **pequeñas** compañeras de vida, que **con** su **lealtad** y ternura llenaron mis días de alegría. Sus partidas dejan un **vacío**, pero **también** una **cálida huella imborrable** en mi **corazón**.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema	1
1.1.3. Sistematización del problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. General	2
1.2.2. Específicos	2
1.3. Justificación.....	2
1.3.1. Académica.....	2
1.3.2. Técnica	3
1.3.3. Social.....	3
1.4. Alcance del Proyecto.....	3
1.4.1. Aporte Académico	4
1.5. Localización	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Levantamiento topográfico.....	5
2.1.1. Instrumentos utilizados	5
2.1.2. Proceso del levantamiento.....	5
2.1.3. Topografía	5
2.1.4. Curvas de nivel.....	5
2.2. Estudio de suelos	6
2.2.1. Método del SPT (Standard Penetration Test).....	6
2.2.1.1. Equipo utilizado	6
2.2.1.2. Formas de realizar el ensayo	7
2.2.1.3. Interpretación de datos y consideraciones	7
2.3. Diseño arquitectónico	8
2.4. Idealización de las estructuras	8
2.4.1. Cargas aplicadas.....	9
2.4.2. Condiciones de apoyo	9
2.4.3. Sustentación de cubierta.....	10
2.4.4. Sustentación de la edificación.....	10
2.4.5. Fundaciones	11
2.5. Diseño estructural.....	11
2.5.1. Análisis de cargas.....	12
2.5.1.1. Unidades.....	12
2.5.1.2. Clasificación de las acciones	12

2.5.1.3. Definiciones.....	13
2.5.1.4. Combinaciones de cargas	13
2.5.2. Estructura de sustentación de cubierta	14
2.5.2.1. Cargas	14
2.5.2.1.1. Carga de viento	14
2.5.2.2. Diseño por factores de carga y Resistencia LRFD	14
2.5.2.2.1. Requisitos de resistencia para LRFD	14
2.5.2.2.2. Factores de carga y combinaciones de cargas.....	15
2.5.2.3. Análisis de miembros a tracción.....	15
2.5.2.4. Análisis de miembros a flexión	15
2.5.2.5. Resistencia para corte	16
2.5.2.6. Análisis de miembros a compresión.....	16
2.5.2.6.1. Secciones no sometidas a pandeo torsional ni a pandeo torsional flexional	17
2.5.2.7. Análisis de miembros a flexo tracción	17
2.5.2.8. Análisis de miembros a flexo compresión	18
2.5.2.9. Análisis de conexiones soldadas	19
2.5.2.9.1. Tipo de soldadura.....	19
2.5.2.9.2. Posición de la soldadura.....	20
2.5.2.9.3. Tipos de juntas	21
2.5.3. Estructura de sustentación de la edificación	21
2.5.3.1. Hormigón.....	21
2.5.3.1.1. Propiedades del hormigón.....	21
2.5.3.1.2. Resistencia del hormigón	21
2.5.3.1.3. Módulo de elasticidad del hormigón.....	22
2.5.3.2. Armadura.....	22
2.5.3.2.1. Propiedades de diseño	23
2.5.3.2.2. Módulo de elasticidad del acero.....	23
2.5.3.3. Factores de reducción de resistencia	24
2.5.3.4. Diseño de vigas	25
2.5.3.4.1. Altura mínima de una viga	25
2.5.3.4.2. Ancho mínimo de una viga	25
2.5.3.4.3. Diseño a flexión	25
2.5.3.4.3.1. Resistencia requerida	25
2.5.3.4.3.2. Recubrimiento para el hormigón	26
2.5.3.4.3.3. Diagrama rectangular de tensiones	26
2.5.3.4.3.4. Armadura mínima	27
2.5.3.4.3.5. Espaciamiento mínimo de la armadura.....	28
2.5.3.4.3.6. Espaciamiento máximo de la armadura	28
2.5.3.4.4. Diseño a cortante.....	29
2.5.3.4.4.1. Armadura mínima	30
2.5.3.4.4.2. Espaciamiento máximo	31
2.5.3.5. Diseño de Columnas.....	31

2.5.3.5.1. Límites dimensionales.....	31
2.5.3.5.2. Fuerza axial y momento mayorados	31
2.5.3.5.3. Armadura longitudinal mínima y máxima	32
2.5.3.5.4. Armadura longitudinal	32
2.5.3.5.5. Diseño a cortante.....	33
2.5.3.6. Diseño de Losa	34
2.5.3.6.1. Losa casetonada o bidireccional.....	34
2.5.3.6.2. Límites de dimensionamiento	34
2.5.3.6.3. Armadura mínima a flexión	34
2.5.3.6.4. Espaciamiento mínimo.....	35
2.5.3.6.5. Armadura de retracción y temperatura.....	35
2.5.4. Estructura complementaria.....	35
2.5.4.1. Escalera	35
2.5.4.1.1. Diseño de una escalera	35
2.5.4.1.1.1. Espesor de la losa.....	36
2.5.4.1.1.2. Carga última.....	36
2.5.4.1.1.3. Canto útil.....	37
2.5.4.1.1.4. Armadura positiva.....	37
2.5.4.1.1.5. Armadura negativa.....	38
2.5.4.1.1.6. Armadura de temperatura	38
2.5.5. Fundaciones	38
2.5.5.1. Fundaciones superficiales.....	39
2.5.5.1.1. Área requerida.....	39
2.5.5.1.2. Cortante en una dirección o corte a flexión	40
2.5.5.1.3. Cortante en dos direcciones o punzonamiento	41
2.5.5.1.4. Momento flexionante	42
2.5.5.1.5. Longitud de desarrollo	42
2.6. Estrategia para la ejecución del Proyecto	43
2.6.1. Especificaciones técnicas	43
2.6.2. Cómputos métricos	44
2.6.3. Precios unitarios	44
2.6.4. Presupuesto	44
2.6.5. Planeamiento y cronograma.....	45
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	46
3.1. Análisis de la Topografía	46
3.2. Análisis del Estudio de Suelos	47
3.3. Análisis del diseño arquitectónico.....	49
3.4. Planteamiento estructural	50
3.4.1. Estructura de Cubierta.....	51
3.4.2. Estructura de la edificación.....	52
3.4.3. Estructuras complementarias	53

3.4.4.	Fundaciones	53
3.5.	Análisis, cálculo y diseño estructural	54
3.5.1.	Estructura de sustentación de cubierta	55
3.5.1.1.	Diseño de la cubierta de la estructura.....	55
3.5.1.2.	Diseño del tinglado.....	55
3.5.1.2.1.	Análisis de cargas para el tinglado.....	55
3.5.1.2.1.1.	Peso propio.....	55
3.5.1.2.1.2.	Carga muerta.....	56
3.5.1.2.1.3.	Carga viva	56
3.5.1.2.1.4.	Carga de granizo	56
3.5.1.2.1.5.	Carga de viento	57
3.5.1.2.2.	Cargas que actúan en el tinglado.....	61
3.5.1.2.3.	Geometría de la estructura	63
3.5.1.2.4.	Diseño de la correa.....	64
3.5.1.2.4.1.	Características del perfil	64
3.5.1.2.4.2.	Flexión asimétrica.....	64
3.5.1.2.4.3.	Diseño a flexión asimétrica.....	66
3.5.1.2.4.4.	Diseño a cortante en X.....	66
3.5.1.2.4.5.	Diseño a cortante en Y	67
3.5.1.2.5.	Diseño de la barra de estudio	68
3.5.1.2.5.1.	Características del perfil	68
3.5.1.2.5.2.	Diseño a tracción.....	69
3.5.1.2.5.3.	Diseño a compresión.....	70
3.5.1.2.5.4.	Diseño a flexión en X	72
3.5.1.2.5.5.	Diseño a flexión en Y	73
3.5.1.2.5.6.	Diseño a flexión combinada con tracción.....	74
3.5.1.2.5.7.	Diseño a flexión combinada con compresión	74
3.5.1.2.5.8.	Diseño a cortante en X.....	75
3.5.1.2.5.9.	Diseño a cortante en Y	76
3.5.1.3.	Diseño del refuerzo	76
3.5.1.4.	Diseño de la placa de anclaje.....	76
3.5.1.4.1.	Cálculo de los esfuerzos últimos que actúan en la placa de anclaje ..	77
3.5.1.4.2.	Diseño placa base columna	78
3.5.1.4.3.	Diseño del espesor de la placa	78
3.5.1.4.4.	Diseño del perno de anclaje	79
3.5.1.4.5.	Diseño de la longitud de anclaje	81
3.5.1.4.6.	Detalle de la placa de anclaje	82
3.5.2.	Estructura de sustentación de la edificación	82
3.5.2.1.	Análisis de las cargas	82
3.5.2.1.1.	Peso propio.....	82
3.5.2.1.2.	Carga muerta	83
3.5.2.1.2.1.	Carga muerta para entrepisos.....	83
3.5.2.1.2.2.	Carga muerta de muros	83

3.5.2.1.2.3. Carga muerta para la escalera	83
3.5.2.1.3. Carga viva	83
3.5.2.1.3.1. Carga viva para entrepisos	83
3.5.2.1.3.2. Carga viva para escalera	84
3.5.2.2. Diseño estructural de losa casetonada en dos direcciones.....	84
3.5.2.2.1. Predimensionamiento de la losa en dos direcciones	84
3.5.2.2.2. Armadura positiva en la losa casetonada	86
3.5.2.2.3. Armadura negativa en la losa casetonada	88
3.5.2.2.4. Armadura de reparto o temperatura en la losa casetonada.....	90
3.5.2.2.5. Verificación de armadura a cortante	91
3.5.2.2.6. Armadura transversal en el nervio	92
3.5.2.2.7. Verificación de la flecha	93
3.5.2.2.7.1. Cálculo de solicitaciones.....	94
3.5.2.2.7.2. Cálculo en una sección no agrietada.....	95
3.5.2.2.7.3. Cálculo en una sección agrietada	96
3.5.2.2.7.4. Momentos de inercia efectivos	96
3.5.2.2.7.5. Cálculo de las deflexiones instantáneas	97
3.5.2.2.7.6. Cálculo de las deflexiones a largo plazo.....	98
3.5.2.3. Diseño estructural de la viga	99
3.5.2.3.1. Predimensionamiento de la viga	99
3.5.2.3.2. Diseño a flexión	100
3.5.2.3.2.1. Momento de diseño positivo.....	100
3.5.2.3.2.2. Momento de diseño negativo	106
3.5.2.3.2.3. Longitud de desarrollo	108
3.5.2.3.3. Verificación de la deflexión	108
3.5.2.3.3.1. Cálculo de solicitaciones.....	109
3.5.2.3.3.2. Cálculo en una sección no agrietada.....	109
3.5.2.3.3.3. Cálculo en una sección agrietada	109
3.5.2.3.3.4. Momentos de inercia efectivos	110
3.5.2.3.3.5. Cálculo de las deflexiones inmediatas	111
3.5.2.3.3.6. Cálculo de las deflexiones a largo plazo.....	111
3.5.2.3.4. Diseño a corte.....	112
3.5.2.3.4.1. Resistencia a cortante del hormigón	113
3.5.2.3.4.2. Cálculo de la fuerza a cortante del hormigón	113
3.5.2.3.4.3. Verificación de requerimiento de acero transversal.....	114
3.5.2.3.4.4. Límite de la resistencia a cortante del hormigón	114
3.5.2.3.4.5. Verificación de las dimensiones de la sección transversal	114
3.5.2.3.4.6. Resistencia a cortante del acero transversal	115
3.5.2.3.4.7. Área mínima del acero transversal.....	115
3.5.2.3.4.8. Resistencia real a cortante del acero transversal.....	116
3.5.2.3.4.9. Resistencia nominal a cortante.....	116
3.5.2.3.4.10. Armadura de corte en la zona de armado mínimo	117
3.5.2.3.4.11. Detalle de la armadura.....	117

3.5.2.3.5. Dimensionamiento de la viga de cubierta	118
3.5.2.4. Diseño estructural de la columna	119
3.5.2.4.1. Verificación de la esbeltez	120
3.5.2.4.2. Diseño del acero de refuerzo requerido	123
3.5.2.4.3. Diseño por diagrama de interacción de la columna	124
3.5.2.4.3.1. Construcción del diagrama de interacción	125
3.5.2.4.3.2. Cálculo del punto de carga balanceada Pb	126
3.5.2.4.3.3. Cálculo del punto en la zona de falla frágil	127
3.5.2.4.3.4. Cálculo del punto en la zona de falla dúctil	129
3.5.2.4.3.5. Elaboración del diagrama de interacción	130
3.5.2.4.4. Revisión a cortante	132
3.5.2.4.4.1. Cálculo de la fuerza cortante del hormigón	132
3.5.2.4.4.2. Verificación de la dimensión de la sección transversal	132
3.5.2.4.4.3. Verificación de necesidad de acero de refuerzo	132
3.5.2.4.4.4. Detalle de la armadura de la columna	134
3.5.2.4.4.5. Comprobación columna fuerte viga débil	134
3.5.3. Estructuras complementarias	134
3.5.3.1. Diseño estructural de la escalera	134
3.5.3.1.1. Análisis simplificado de la escalera	136
3.5.3.1.2. Análisis del tramo inclinado	137
3.5.3.1.2.1. Con cargas gravitacionales	137
3.5.3.1.2.2. Con carga descompuesta perpendicular y paralela al eje del tramo inclinado	138
3.5.3.1.3. Modelo estructural con condiciones reales	141
3.5.3.1.4. Diseño de la armadura superior	141
3.5.3.1.5. Diseño de la armadura inferior	143
3.5.3.1.6. Verificación a corte	144
3.5.3.1.7. Verificación de la flecha	145
3.5.3.1.8. Detalle de la armadura	146
3.5.4. Fundaciones	146
3.5.4.1. Diseño estructural de la zapata aislada	146
3.5.4.1.1. Área necesaria de la zapata	147
3.5.4.1.2. Altura de la zapata	147
3.5.4.1.3. Cálculo de excentricidades	148
3.5.4.1.4. Cálculo del esfuerzo en el terreno	148
3.5.4.1.5. Verificación del esfuerzo admisible del suelo	148
3.5.4.1.6. Verificación a cortante en una dirección	148
3.5.4.1.7. Verificación a cortante en dos direcciones o punzonamiento	149
3.5.4.1.8. Verificación a flexión	150
3.5.4.1.9. Verificación de anclaje o patillas	151
3.5.4.1.10. Detalle de la armadura	153
3.5.5. Estructura de sustentación del tinglado	153
3.5.5.1. Diseño estructural de la columna	153

3.6.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto	154
3.6.1.	Especificaciones técnicas	154
3.6.2.	Precios unitarios	154
3.6.3.	Cómputos métricos	155
3.6.4.	Presupuesto	156
3.6.5.	Planeamiento y cronograma	156
4.	APORTE ACADÉMICO (Análisis comparativo entre una losa casetonada con vigas peraltadas y una losa casetonada con vigas planas)	157
4.1.	Marco conceptual del aporte académico	157
4.2.	Marco teórico o alcance del aporte	157
4.2.1.	Losa nervada casetonada con vigas peraltadas	157
4.2.1.1.	Componentes	158
4.2.1.2.	Proceso constructivo	158
4.2.1.3.	Ventajas de utilizar vigas peraltadas	159
4.2.2.	Losa nervada casetonada con vigas planas	159
4.2.2.1.	Componentes	159
4.2.2.2.	Ventajas de utilizar vigas planas	160
4.3.	Diseño de losa reticular casetonada con vigas planas	160
4.3.1.	Diseño de losa casetonada	160
4.3.2.	Diseño de ábacos	161
4.3.2.1.	Armadura negativa	161
4.3.2.2.	Armadura positiva	163
4.3.2.3.	Armadura de reparto o temperatura	163
4.3.2.4.	Verificación a punzonamiento	164
4.4.	Análisis de eficiencia estructural y económica en losas casetonadas: Comparación entre vigas planas y peraltadas	165
4.4.1.	Eficiencia estructural	165
4.4.2.	Análisis económico	169
4.4.3.	Tiempo de ejecución	171
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
5.1.	Conclusiones	173
5.2.	Recomendaciones	174
	BIBLIOGRAFÍA	175

ANEXOS

ANEXO A.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO A.2. ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO A.3. DISEÑO DE CUBIERTA METÁLICA

ANEXO A.3.1. CALAMINA GALVANIZADA ONDULADA N°28

ANEXO A.3.2. PERFIL COSTANERA TIPO C

ANEXO A.3.3. DISEÑO DEL REFUERZO

ANEXO A.3.4. COMPROBACIÓN COLUMNA FUERTE VIGA DÉBIL

ANEXO A.3.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE COLUMNA EN EL TINGLADO

ANEXO A.3.6. DISEÑO DE LA VIGA PLANA

ANEXO A.3.7. DISEÑO DE LA LOSA CASETONADA

ANEXO A.4. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO A.5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO A.6. PLANILLA DE CÁLCULOS METRICOS

ANEXO A.7. PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO A.8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO A.9. PLANOS ARQUITECTÓNICOS

ANEXO A.10. PLANOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Ubicación del proyecto</i>	4
Figura 2.1 <i>Clasificación de las acciones</i>	12
Figura 2.2 <i>Tipos de soldadura</i>	20
Figura 2.3 <i>Posición de la soldadura</i>	20
Figura 2.4 <i>Tipo de juntas</i>	21
Figura 2.5 <i>Distribución de la deformación unitaria y deformación unitaria neta de tracción en un elemento no pretensado</i>	27
Figura 2.6 <i>Diagrama de interacción entre el momento flector M, y la carga axial P</i>	32
Figura 2.7 <i>Limitaciones dimensionales para losas nervadas</i>	34
Figura 2.8 <i>Elementos de una escalera</i>	36
Figura 2.9 <i>Tipos de fundaciones</i>	38
Figura 3.1 <i>Curvas de nivel del terreno donde se emplazará la nueva infraestructura</i>	46
Figura 3.2 <i>Ubicación de los puntos sacados para la ampliación</i>	47
Figura 3.3 <i>Ubicación de los puntos de estudio</i>	48
Figura 3.4 <i>Planteamiento estructural</i>	51
Figura 3.5 <i>Estructura de la cubierta metálica</i>	52
Figura 3.6 <i>Estructura de la edificación - elementos de $H^{\circ}A^{\circ}$</i>	53
Figura 3.7 <i>Zonificación de la carga de granizo en el país</i>	57
Figura 3.8 <i>Zonificación de la presión del viento en el país</i>	58
Figura 3.9 <i>Coeficiente de forma según el tipo de cubierta</i>	61
Figura 3.10 <i>Carga muerta que actúa en el tinglado</i>	62
Figura 3.11 <i>Carga de granizo que actúa en el tinglado</i>	62
Figura 3.12 <i>Carga de viento que actúa en el tinglado</i>	63
Figura 3.13 <i>Propiedades geométricas de la correa de estudio Perfil CA 80 x 40 x 15 x 2</i>	64
Figura 3.14 <i>Esfuerzo a flexión en x en la correa de estudio</i>	65
Figura 3.15 <i>Esfuerzo a flexión en y en la correa de estudio</i>	66
Figura 3.16 <i>Barra de estudio</i>	68

Figura 3.17 <i>Propiedades geométricas de la barra de estudio Perfil CA 100 x 50 x 15 x 3 doble cajón soldado</i>	69
Figura 3.18 <i>Esfuerzo a tracción en la barra de estudio</i>	70
Figura 3.19 <i>Esfuerzo a flexión en X en la barra de estudio</i>	73
Figura 3.20 <i>Esfuerzo a flexión en Y en la barra de estudio</i>	74
Figura 3.21 <i>Esfuerzos que actuarán en la placa</i>	77
Figura 3.22 <i>Vista en planta del detalle de la placa</i>	78
Figura 3.23 <i>Cortante que actuará en la placa</i>	79
Figura 3.24 <i>Detalle del anclaje</i>	82
Figura 3.25 <i>Ubicación del paño más desfavorable</i>	85
Figura 3.26 <i>Detalle losa casetonada (H=30cm)</i>	85
Figura 3.27 <i>Diagrama rectangular de tensiones en la sección de la losa</i>	86
Figura 3.28 <i>Diagrama rectangular de tensiones en la sección de la losa</i>	89
Figura 3.29 <i>Cortante mayor en la losa</i>	92
Figura 3.30 <i>Deflexión de una losa en dos direcciones</i>	93
Figura 3.31 <i>Ubicación de la viga más solicitada</i>	100
Figura 3.32 <i>Diagrama de momentos de la viga más solicitada</i>	101
Figura 3.33 <i>Análisis para una sección agrietada</i>	110
Figura 3.34 <i>Diagrama de cortante en la viga más solicitada</i>	112
Figura 3.35 <i>Detalle de la armadura en la viga</i>	117
Figura 3.36 <i>Detalle transversal de la armadura en la viga</i>	118
Figura 3.37 <i>Diagrama rectangular de tensiones</i>	118
Figura 3.38 <i>Ubicación de la columna más solicitada</i>	119
Figura 3.39 <i>Elementos presentes en la columna</i>	120
Figura 3.40 <i>Factor de longitud efectiva</i>	122
Figura 3.41 <i>Cuantías y distancia de líneas de acero</i>	125
Figura 3.42 <i>Diagrama de interacción de la columna</i>	131
Figura 3.43 <i>Detalle de la armadura en la columna</i>	134
Figura 3.44 <i>Geometría de la escalera</i>	135
Figura 3.45 <i>Idealización estructural de la escalera de dos tramos</i>	136
Figura 3.46 <i>Tramo inclinado con carga gravitacional</i>	138

Figura 3.47 <i>Tramo inclinado con carga descompuesta perpendicular y paralela a su eje</i>	139
Figura 3.48 <i>Verificación del cálculo de nuestras reacciones</i>	140
Figura 3.49 <i>Diagrama de momentos y cortantes en la escalera como elemento plano</i>	140
Figura 3.50 <i>Modelado de la escalera</i>	141
Figura 3.51 <i>Cortante más desfavorable en la escalera</i>	144
Figura 3.52 <i>Detalle de armadura en la escalera</i>	146
Figura 3.53 <i>Aplicando el diagrama de tensiones en la sección de la zapata</i>	150
Figura 3.54 <i>Longitud de desarrollo</i>	152
Figura 3.55 <i>Detalle de la armadura de la zapata aislada</i>	153
Figura 4.1 <i>Losa casetonada con vigas peraltadas</i>	157
Figura 4.2 <i>Losa casetonada con vigas planas</i>	159
Figura 4.3 <i>Armado del ábaco</i>	161
Figura 4.4 <i>Transferencias de cargas en la estructura</i>	166
Figura 4.5 <i>Momentos internos en la losa casetonada con vigas peraltadas</i>	167
Figura 4.6 <i>Momentos internos en la losa casetonada con vigas planas</i>	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Asistencia escolar en la localidad de Yaguacua	1
Tabla 2.1 Combinaciones de cargas	13
Tabla 2.2 Combinaciones de carga - Método LRFD.....	15
Tabla 2.3 Límites para la resistencia característica del hormigón a compresión, f_c'	22
Tabla 2.4 Valor máximo de la resistencia a la fluencia f_y - Armadura corrugado...	23
Tabla 2.5 Factores de reducción de resistencia ϕ	24
Tabla 2.7 Altura mínima de vigas no pretensadas	25
Tabla 2.8 Recubrimiento especificado para elementos de hormigón.....	26
Tabla 2.9 Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de tensiones ..	27
Tabla 2.10 Espaciamiento máximo de la armadura.....	28
Tabla 2.11 Condiciones para el refuerzo de las cortantes	29
Tabla 2.12 Área de armadura a corte mínimo, $A_{v_{min}}$ requerido	30
Tabla 2.13 Espaciamiento para la armadura de cortante	31
Tabla 2.14 Método detallado para calcular V_c en elementos con compresión axial .	33
Tabla 2.15 Factor de modificación λ	33
Tabla 2.16 $A_{s_{min}}$ para losas de dos direcciones no pretensada.....	35
Tabla 2.17 Localización de la sección crítica para M_u	40
Tabla 2.18 Cálculo de v_c para cortante en dos direcciones.....	41
Tabla 2.19 Factores de modificación para el anclaje de las barras corrugadas	43
Tabla 3.1 Puntos de estudios	47
Tabla 3.2 Fosa 1, tensión admisible	48
Tabla 3.3 Fosa 2, tensión admisible	49
Tabla 3.4 Fosa 3, tensión admisible	49
Tabla 3.5 Normas aplicadas para el diseño de la estructura.....	50
Tabla 3.6 Análisis comparativo de métodos de cimentación	54
Tabla 3.7 Características de los materiales	55
Tabla 3.8 Factor de recurrencia.....	58
Tabla 3.9 Coeficiente de sitio	59
Tabla 3.10 Coeficiente de altura	59

Tabla 3.11 <i>Valores del coeficiente de forma para el tinglado</i>	61
Tabla 3.12 <i>Sobrecargas de servicio, L</i>	84
Tabla 3.13 <i>Sobrecargas de servicio, L</i>	84
Tabla 3.14 <i>Factor dependiente del tiempo para cargas sostenidas</i>	98
Tabla 3.15 <i>Vc para miembros no preesforzados. (esfuerzos en MPa)</i>	113
Tabla 3.16 <i>Elementos presentes en la columna</i>	121
Tabla 3.17 <i>Puntos del diagrama de interacción sin afectar por el factor de minoración</i>	130
Tabla 3.18 <i>Puntos del diagrama de interacción afectados por el factor de minoración</i>	131
Tabla 3.19 <i>Carga actuante en la barra inclinada (rampa)</i>	137
Tabla 3.20 <i>Carga actuante en el descanso</i>	137
Tabla 3.21 <i>Resumen de los precios unitarios</i>	154
Tabla 3.22 <i>Resumen de los cálculos métricos</i>	155
Tabla 4.1 <i>Influencia del tipo de viga</i>	167
Tabla 4.2 <i>Eficiencia estructural dependiendo del tipo de sección de una viga</i>	169
Tabla 4.3 <i>Comparación de costos de los ítems de viga y losa</i>	170
Tabla 4.4 <i>Comparación de costos del entrepiso para cada alternativa</i>	170
Tabla 4.5 <i>Comparación global de costos en la estructura</i>	170
Tabla 4.6 <i>Estimación del tiempo de ejecución en vigas peraltadas y planas</i>	171
Tabla 4.7 <i>Comparación de tiempos de ejecución para el entrepiso de la estructura</i>	172
Tabla 4.8 <i>Comparación del tiempo de ejecución total del proyecto</i>	172