

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES



**“OPTIMIZACIÓN DE ENCOFRADO EN EL PROCESO
CONSTRUCTIVO DE TANQUE ELEVADO TIPO COPA
(ESTUDIO DE CASO)”**

Por:

PEREZ ARENAS JUAN CARLOS

**Proyecto presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura de INGENIERÍA CIVIL.**

SEMESTRE II - 2018
TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO
ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

**“OPTIMIZACIÓN DE ENCOFRADO EN EL PROCESO
CONSTRUCTIVO DE TANQUE ELEVADO TIPO COPA
(ESTUDIO DE CASO)”**

Por:

PEREZ ARENAS JUAN CARLOS

SEMESTRE II - 2018
TARIJA – BOLIVIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

A mis tíos Basilia, Filemón
y Ana María que siempre
estuvieron a mi lado
luchando y velando por mi
educación y formación.

A mis abuelos, tíos y
primos por su colaboración
y apoyo.

Agradecer a Dios, a mi tía Ing. Vianney Vega por su apoyo incondicional, al Ing. Eduardo Romero por su valiosa colaboración técnica que me brindó para la preparación de este trabajo.

Agradezco también, a mis compañeros, amigos y docentes en la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho porque hicieron posible mi formación profesional.

*“Daría todo lo que sé, por
la mitad de lo que ignoro”.*

Descartes.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 PROBLEMA.....	2
1.1.1 Planteamiento	2
1.1.2 Formulación.....	2
1.1.3 Sistematización	3
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.1 Académica	4
1.3.2 Técnica.....	4
1.3.3 Social	4
1.4 MARCO DE REFERENCIA	4
1.4.1 Espacial.....	4
1.4.2 Temporal.....	5
1.5 ALCANCE DEL PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1 Hipótesis de trabajo	5
1.5.2 Variable independiente	5
1.5.3 Variable dependiente	5
1.5.4 Tipo de estudio	5
1.5.5 Resultados a lograr.....	6
1.5.6 Restricciones.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 MARCO TEÓRICO	8
2.1.1 Tanques elevados	8
2.1.2 Tipos de tanques elevados de hormigón armado.....	8
2.1.2.1 Tanques elevados rectangulares	8
2.1.2.2 Tanques elevados tipo Intze	9
2.1.2.3 Tanques elevados tipo copa.....	9
2.1.3 Encofrados	10

2.1.4	Sistemas de encofrados	10
2.1.4.1	Sistema tradicional	10
2.1.4.1.1	Encofrado tradicional apoyado sobre terreno natural	10
2.1.4.1.2	Encofrado tradicional apoyado sobre estructuras metálicas	11
2.1.4.2	Encofrado modular o sistema normalizado	12
2.1.4.3	Encofrado deslizantes	12
2.1.5	Cercha	13
2.1.6	Esfuerzos	13
2.1.6.1	Flexión	13
2.1.6.2	Cortante	14
2.1.6.3	Fuerza Axial	15
2.1.7	Juntas en los tanques de concreto reforzado	16
2.2	GEOMETRÍA Y ERGONOMÍA DEL TANQUE ELEVADO TIPO COPA Y SUS ELEMENTOS DE ENCOFRADOS	17
2.2.1.1	Fundación (Zapata asilada)	18
2.2.1.2	Fuste cilíndrico	19
2.2.1.3	Vaso del tanque	20
2.2.2	Puntales	21
2.2.3	Camones	21
2.2.4	Cepo	22
2.2.5	Costillas	22
2.2.6	Multilaminado fenólico	23
2.2.7	Muletas	23
2.2.8	Cuarterones	24
2.2.9	Listones	24
2.2.10	Traviesas	25
2.2.11	Riostras	25
2.2.12	Codales	26
2.3	MATERIALES	26
2.3.1	Hormigón	26
2.3.2	Acero	27
2.3.3	Madera	27
2.3.3.1	Densidad y Peso específico	27
2.3.3.2	Contracción e Hinchamiento	28

2.3.3.3	Dureza	29
2.3.3.4	Hendibilidad	29
2.3.3.5	Conductividad	29
2.3.3.6	Dilatación térmica	29
2.3.3.7	Métodos de Diseño	30
2.3.3.7.1	El método tradicional	30
2.3.3.7.2	Método de la resistencia o LRFD	30
2.3.3.8	Esfuerzos que resiste la madera	30
2.3.3.8.1	Compresión	31
2.3.3.8.2	Tracción	31
2.3.3.8.3	Flexión	31
2.3.3.8.4	Corte	32
2.3.3.8.5	Deformación	32
2.4	CARGAS	33
2.4.1	Carga muerta	33
2.4.1.1	Peso propio hormigón	33
2.4.1.2	Peso propio del encofrado	33
2.4.2	Cargas vivas	33
2.4.2.1	Cargas de viento	33
2.4.2.2	Cargas de impacto	33
2.4.2.3	Sobrecarga de uso	33
2.4.2.4	Combinaciones de cargas	34
2.4.2.4.1	Según normativa ACI	34
2.5	MÉTODOS DE CÁLCULOS	34
2.5.1	El método tradicional	34
2.5.2	Método de la resistencia o LRFD	35
2.6	CÁLCULO ESTRUCTURAL	35
2.6.1	Diseño de elementos sometidos a compresión	35
2.6.1.1	Esbeltez	36
2.6.1.1.1	Clasificación de las columnas según su esbeltez	37
2.6.1.2	Capacidad de carga para columnas sometidas a compresión (carga admisible a compresión)	38
2.6.1.2.1	Para Columnas Cortas	38
2.6.1.2.2	Para Columnas Intermedias	39

2.6.1.2.3	Para Columnas Largas	39
2.6.1.3	Capacidad de carga para columnas sometidas a flexo compresión	40
2.6.2	Diseño de elementos sometidos a flexión	41
2.6.2.1	Propiedades de las secciones	41
2.6.2.1.1	Centroide	41
2.6.2.1.2	Momento de inercia	42
2.6.2.1.3	Radio de Giro	43
2.6.2.2	Deflexiones admisibles	43
2.6.2.3	Requisitos de resistencia	45
2.6.2.3.1	Flexión	45
2.6.3	Diseño de elementos sometidos a corte	47
2.6.3.1	Escuadría óptima	49
2.6.4	Uniones clavadas	51
2.6.4.1	Uniones sometidas a cizallamiento	52
2.6.4.1.1	Cargas Admisibles	52
2.6.4.1.1.1	Simple Cizallamiento	52
2.6.4.1.1.2	Otros Casos	53
2.6.4.1.2	Espesores mínimos y penetración de los clavos	54
2.6.4.1.2.1	Simple Cizallamiento	54
2.6.4.1.2.2	Doble Cizallamiento	55
2.6.4.1.3	Espaciamientos mínimos	55
2.6.4.1.3.1	Simple Cizallamiento	56
2.6.4.2	Uniones sometidas a extracción	57
CAPÍTULO III		59
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		59
3.1	ANÁLISIS DE CARGAS Y DISEÑO DE ENCOFRADO TRADICIONAL APOYADO SOBRE TERRENO NATURAL	60
3.1.1	Losa inferior del tanque elevado	60
3.1.1.1	Definición de cargas de diseño	60
3.1.1.1.1	Carga por peso propio	60
3.1.1.1.2	Carga de impacto	60
3.1.1.1.3	Sobrecarga de uso	60
3.1.1.1.4	Carga debido al peso propio del Multilaminado Fenólico	61
3.1.1.1.5	Carga de diseño debido al viento (barlovento)	61

3.1.1.4.4.1	Reacción total sin considerar el peso propio del puntal	75
3.1.1.4.4.2	Carga por peso propio del puntal	75
3.1.1.4.4.3	Carga por peso propio de las costillas	76
3.1.1.4.5	Cálculo de la esbeltez	76
3.1.1.4.5.1	Columna corta	76
3.1.1.4.5.1.1	Carga admisible	77
3.1.1.4.5.2	Columna intermedia	77
3.1.1.4.5.2.1	Carga admisible	77
3.1.1.4.5.3	Columna larga	78
3.1.1.4.5.3.1	Carga admisible.	78
3.1.1.4.5.4	Verificación de esfuerzos a flexo compresión de los puntales	79
3.1.1.4.5.4.1	Presión dinámica del viento distribuida sobre los puntales	79
3.1.1.4.5.4.2	Capacidad de cargas para columnas sometidas a flexo compresión	79
3.1.1.5	Dimensiones de Riostra	81
3.1.1.6	Dimensiones de Crucetas	81
3.1.1.7	Dimensiones de bridas	81
3.1.1.8	Dimensiones de travesaños	81
3.2	ANÁLISIS DE CARGAS Y DISEÑO DE ENCOFRADO TRADICIONAL APOYADO SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS	82
3.2.1	Losa inferior del tanque elevado	82
3.2.1.1	Cargas de diseño	82
3.2.1.1.1	Carga por peso propio	82
3.2.1.1.2	Carga de impacto	82
3.2.1.1.3	Sobrecarga de uso	83
3.2.1.1.4	Carga debido al peso propio del Multilaminado Fenólico	83
3.2.1.2	Dimensionamiento de costillas elemento 1284	83
3.2.1.3	Dimensionamiento de puntales	83
3.2.1.3.1	Reacción en “a” para el elemento 1284	83
3.2.1.3.2	Propiedades del puntal	84
3.2.1.3.2.1	Carga por peso propio del puntal	84
3.2.1.3.2.2	Carga por peso propio de las costillas	84
3.2.1.3.3	Cálculo de la esbeltez	85
3.2.1.3.3.1	Columna corta	85

3.2.1.3.3.1.1	Carga admisible	85
3.2.1.3.3.2	Columna intermedia	85
3.2.1.3.3.2.1	Carga admisible	86
3.2.1.3.3.3	Columna larga	86
3.2.1.3.3.3.1	Carga admisible	86
3.2.1.3.3.4	Verificación de esfuerzos a flexo compresión de los puntales	87
3.2.1.3.3.4.1	Presión dinámica del viento distribuida sobre los puntales	87
3.2.1.3.3.4.2	Capacidad de cargas para columnas sometidas a flexo compresión	87
3.2.1.4	Dimensionamiento de la cercha metálica	89
3.2.1.4.1	Cargas de diseño	89
3.2.1.4.1.1	Reacciones de los puntales	89
3.2.1.4.1.1.1	Idealización de cargas de barra a nudos en la cercha	90
3.2.1.4.1.2	Carga distribuida de la tabla de apoyo sobre la cercha	93
3.2.1.4.1.3	Peso propio de la cercha	94
3.2.1.4.1.3.1	Perfiles C con labios atesadores conformados en frío.	94
3.2.1.4.1.3.2	Perfiles C con labios atesadores Conformado en frío	98
3.2.1.4.2	Combinaciones de cargas	101
3.2.1.4.3	Reacciones en los apoyos	101
3.2.1.4.4	Fuerzas internas	102
3.2.1.4.5	Secciones de cada elemento	125
3.2.1.4.6	Verificación de la flecha máxima de la cercha	125
3.2.1.4.7	Verificación de esfuerzos axiales	128
3.2.1.4.7.1	Perfiles conformados en frío	128
3.2.1.4.8	Verificación de esfuerzos axiales para perfiles laminados en caliente	129
3.2.1.5	Dimensionamiento de la placa continua curva	131
3.2.1.5.1	Datos de inicio de diseño	131
3.2.1.5.2	Determinación del esfuerzo normal a la placa	132
3.2.1.5.3	Verificación de la placa curva a ser diseñada como un anillo de pared delgada	132
3.2.1.5.4	Cálculo del esfuerzo anular de la placa curva	133
3.2.1.6	Cálculo del número de anclaje de expansión (HSL-3M 12/25)	133
3.2.1.6.1	Para la placa continua curva superior	133

3.2.1.6.2	Para la placa continua curva inferior	134
3.2.1.7	Cálculo del esfuerzo longitudinal en la placa curva	135
3.2.1.8	Cálculo de uniones atornilladas de la placa curva	136
3.2.1.9	Diseño de uniones soldadas (planchas y perfil tipo cajón)	139
3.2.1.10	Diseño de uniones soldadas (Planchas y placa base)	141
3.2.1.11	Diseño de uniones atornilladas (Placa curva, Plancha y placa base)	142
RESULTADOS Y ANÁLISIS		145
4.1	DATOS OBTENIDOS	146
4.2	INFORMACIÓN GENERADA	146
4.2.1	Encofrado tradicional apoyado sobre terreno natural	146
4.2.1.1	Análisis de costo	146
4.2.1.1.1	Actividades definidas para el encofrado del tanque elevado	146
4.2.1.1.2	Cómputo métrico de las actividades definidas	146
4.2.1.1.2.1	Trazado y replanteo	146
4.2.1.1.2.2	Apuntalado tradicional sobre terreno natural	147
4.2.1.1.2.3	Encofrado de la losa inferior	148
4.2.1.1.3	Insumos de las actividades definidas	149
4.2.1.1.3.1	Trazado y replanteo	149
4.2.1.1.3.2	Apuntalado tradicional sobre terreno natural	151
4.2.1.1.3.3	Encofrado de la losa inferior	152
4.2.1.1.4	Análisis de precio unitario	153
4.2.1.1.4.1	Trazado y replanteo	153
4.2.1.1.4.2	Apuntalado tradicional apoyado sobre terreno natural	156
4.2.1.1.4.3	Encofrado de losa inferior	158
4.2.1.1.5	Presupuesto general del encofrado tradicional apoyado sobre terreno natural	160
4.2.1.2	Tiempo de ejecución	161
4.2.1.2.1	Cronograma de actividades	162
4.2.2	Encofrado tradicional apoyado sobre estructuras metálicas	163
4.2.2.1	Análisis de costo	163
4.2.2.1.1	Actividades definidas para el encofrado del tanque elevado	163
4.2.2.1.2	Cómputo métrico de las actividades definidas	163
4.2.2.1.2.1	Trazado y replanteo	163
4.2.2.1.2.2	Apuntalado tradicional apoyado sobre estructura metálica	164

4.2.2.1.2.3	Estructura metálica	165
4.2.2.1.2.4	Encofrado de la losa inferior	166
4.2.2.1.3	Insumos de las actividades definidas	166
4.2.2.1.3.1	Trazado y replanteo	166
4.2.2.1.3.2	Apuntalado tradicional apoyado sobre estructura metálica	167
4.2.2.1.3.3	Estructuras metálicas.	169
4.2.2.1.3.4	Encofrado de la losa inferior	171
4.2.2.1.4	Análisis de precio unitario de las actividades definidas	172
4.2.2.1.4.1	Trazado y replanteo	172
4.2.2.1.4.2	Apuntalado tradicional sobre estructura metálica	175
4.2.2.1.4.3	Estructura metálica	177
4.2.2.1.4.4	Encofrado de losa inferior	180
4.2.2.1.5	Presupuesto general del encofrado Tradicional apoyado sobre estructura metálica	182
4.2.2.1.6	Tiempo de ejecución.	183
4.2.2.1.7	Cronograma de actividades	184
4.3	ANÁLISIS COMPARATIVO	185
4.3.1	Tiempo de encofrado	185
4.3.1.1	Tradicional apoyado sobre terreno natural	185
4.3.1.2	Tradicional apoyado sobre estructuras metálicas	186
4.3.2	Costo de encofrado	186
4.3.2.1	Tradicional apoyado sobre terreno natural	186
4.3.2.2	Tradicional apoyado sobre estructuras metálicas	187
4.4	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	187

CONCLUSIONES.

RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #1 Tanque rectangular.....	8
Figura #2 Tanque tipo Intze.....	9
Figura #3 Tanque tipo Copa.	9
Figura #4 Encofrado tradicional apoyado sobre terreno natural	10
Figura #5 Encofrado tradicional apoyado sobre terreno natural	11
Figura #6 Encofrado modular.....	12
Figura #7 Encofrado deslizante.	12
Figura #8 Cercha.	13
Figura #9 flexión.	14
Figura #10 Cortante.	14
Figura #11 Esfuerzo cortante y deformación angular.	15
Figura #12 Fuerza axial (a) Tracción, (b) compresión.	16
Figura #13 Esfuerzos (a.)Tracción, (b) compresión.	16
Figura #14 Vista en planta.....	18
Figura #15 Vista en perfil.....	18
Figura #16 Vista en perfil.....	19
Figura #17 Vista en planta.....	19
Figura #18 Elementos del vaso del tanque	20
Figura #19 puntales	21
Figura #20 Camones.....	21
Figura #21 Cepo.	22
Figura #22 Costillas.....	22
Figura #23 Multilaminado fenólico.....	23

Figura #24 Muletas.....	23
Figura #25 cuartones.	24
Figura #26 Listones.	24
Figura #27 Traviesas	25
Figura #28 Riostras.....	25
Figura #29 Codales.....	26
Figura#30 sección transversal de viga.....	42
Figura#31 esfuerzos en la viga.	46
Figura#32 carga uniformemente distribuida sobre la viga.	47
Figura#33 Generación del esfuerzo cortante en una viga.....	48
Figura#34 Escuadría óptima.....	49
Figura#35 Unión clavada a simple cizallamiento.....	52
Figura#36 Espesores mínimos y penetración de clavos sometidos a cizallamiento simple.....	54
Figura#36 Ubicación de clavos lanceros.	54
Figura#37 Espesores mínimos y penetración de clavos	55
Figura#38 Unión sometida a extracción	57
Figura#39 Cargas de diseño para SAP200 v18.0.1	70
Figura#40 Propiedades del hormigón.....	71
Figura#41 Espesor de la losa inferior.	71
Figura#42 anillo intermedio y losa inferior.....	72
Figura#43 Sobre carga de uso losa inferior.....	72
Figura#44 carga Multilaminado fenólico losa inferior.....	73
Figura#45 Combinaciones de cargas.....	74

Figura#46Reacciones puntuales para el elemento 1284.....	74
Figura#48Dimensiones de los elementos del puntal.	81
Figura#50 Reacciones de los puntales de soporte del encofrado sobre la cercha metálica.....	90
Figura#51Reacciones del elemento A-B	90
Figura#52Reacciones del elemento B-C	90
Figura#53Reacciones del elemento C-D	91
Figura#54Reacciones del elemento D-E	91
Figura#55Reacciones del elemento E-F	91
Figura#56Reacciones del elemento F-G.....	92
Figura#57Reacciones del elemento G-H.....	92
Figura#59Cargas idealizadas de puntales y tabla de apoyo en la cercha.	94
Figura#60Propiedades del acero conformado en frio.....	94
Figura#62Dimensiones del perfil en SAP200 v18.0.1	96
Figura#63propiedades geométricas en SAP200 v18.0.1	96
Figura#64Dimensiones transversales del perfil.	97
Figura#65Propiedades geométricas del perfil.	97
Figura#66 Propiedades de perfiles conformado en frio.....	98
Figura#67Geometria del perfil conformado en frio.	99
Figura#68Propiedades geométricas del perfil Conformado en frio.....	99
Figura#69dimensiones del perfil conformado en frio.	100
Figura#70Propiedeades geométricas del perfil conformado en frio.....	100
Figura#71 Combinaciones de cargas LRFD.....	101
Figura#72Reacciones de la cercha metálica	101

Figura#73Bautizo de los nudos para identificar los esfuerzos internos.	102
Figura#74 Diagramas de fuerzas internas (cargas axiales).	102
Figura#75 Fuerza axial de tracción	103
Figura#76 Fuerza axial de tracción	103
Figura#77 Fuerza axial de tracción	104
Figura#78 Fuerza axial de compresión.....	104
Figura#79 Fuerza axial de compresión.....	105
Figura#80Fuerza axial de tracción	105
Figura#81 Fuerza axial de tracción	106
Figura#82 Fuerza axial de compresión.....	106
Figura#83 Fuerza axial de tracción	107
Figura#84Fuerza axial de compresión.....	107
Figura#85 Fuerza axial de compresión.....	108
Figura#86 Fuerza axial de tracción	108
Figura#87Fuerza axial de tracción	109
Figura#88 Fuerza axial de compresión.....	109
Figura#89 Fuerza axial de tracción	110
Figura#90Fuerza axial de compresión.....	110
Figura#91Fuerza axial de compresión.....	111
Figura#92 Fuerza axial de tracción	111
Figura#93 Fuerza axial de tracción	112
Figura#94 Fuerza axial de compresión.....	112
Figura#95Fuerza axial de compresión.....	113
Figura#96 Fuerza axial de tracción	113

Figura#97 Fuerza axial de tracción	114
Figura#98 Fuerza axial de compresión.....	114
Figura#99 Fuerza axial de compresión.....	115
Figura#100 Fuerza axial de tracción	115
Figura#101 Fuerza axial de tracción	116
Figura#102 Fuerza axial de tracción	116
Figura#103 Fuerza axial de tracción	117
Figura#104 Fuerza axial de compresión.....	117
Figura#105 Fuerza axial de compresión.....	118
Figura#106 Fuerza axial de tracción	118
Figura#107 Fuerza axial de tracción	119
Figura#108 Fuerza axial de Tracción	119
Figura#109 Fuerza axial de compresión.....	120
Figura#110 Fuerza axial de compresión.....	120
Figura#111 Fuerza axial de compresión.....	121
Figura#112 Fuerza axial de Tracción	121
Figura#113 Fuerza axial de compresión.....	122
Figura#114 Fuerza axial de compresión.....	122
Figura#115 Fuerza axial de compresión.....	123
Figura#116 Fuerza axial de compresión.....	123
Figura#117 Fuerza axial de compresión.....	124
Figura#118 Fuerza axial de compresión.....	124
Figura#119 Secciones de cada barra.	125
Figura#120 Cercha metálica en voladizo	127

Figura#121 Desplazamiento vertical de la cercha.	127
Figura#122 Preferencia de diseño norma AISI-LRFD96.	128
Figura#123 Demanda capacidad según la norma AISI-LRFD96.	128
Figura#124 Demanda capacidad de la barra (2-9) según la norma AISI-LRFD96.	129
Figura#125 Preferencia de diseño norma AISC--LRFD93.	129
Figura#126 Demanda capacidad según la norma AISC-LRFD93.	130
Figura#127 Demanda capacidad de la barra (1-2) según la norma AISC- LRFD93.	130
Figura#128 Placa continua curva.	131
Figura#129 Área de la losa inferior, proyectada en planta.	147
Figura#130 Apuntalado tradicional sobre terreno natural.	148
Figura#131 Área de encofrado la losa inferior	149
Figura#132 Estaca para trazado y replanteo.	149
Figura#133 Área de la losa inferior, proyectada en planta.	164
Figura#134 Apuntalado tradicional sobre estructura metálica.	165
Figura#135 Cercha metálica, placa continua curva.	165
Figura#136 Área de encofrado la losa inferior	166
Figura#137 Porcentaje de tiempo de ejecución por ítems	185
Figura#138 Porcentaje de tiempo de ejecución por ítems	186
Figura#139 Costo en Bs por ítems	186
Figura#140 Costo en Bs por ítems	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla#1 clasificación de la esbeltez.	37
Tabla# 2 esfuerzo admisible máximo a compresión paralela.	37
Tabla#3: módulo de elasticidad (kg/cm^2).....	38
Tabla#4 Deflexiones máximas admisibles	44
Tabla#5Módulo de elasticidad (kg/cm^2).....	45
Tabla#6 Esfuerzo máximo admisible en flexión, $f_m(\text{kg}/\text{cm}^2)$	46
Tabla#7 Esfuerzo máximo admisible para corte	48
Tabla#8 Carga admisible por clavo- simple cizallamiento	52
Tabla#9Factores modificadorios de las cargas admisibles para uniones clavadas sometidas a cizallamiento.	53
Tabla#10Espaciamiento mínimo para simple cizallamiento o doble cizallamiento clavado de un solo lado.	56
Tabla #11 espaciamiento mínimo para simple cizallamiento con pre taladrado o doble cizallamiento simétrico.....	56
Tabla#12 Carga admisible de extracción.....	57
Tabla#13 Factores modificadorios de las cargas admisibles para uniones clavadas sometidas a extracción.	58
Tabla #14 limitaciones de flechas vigas de forjados	126
Tabla#15 propiedades del anclaje de expansión para cargas pesadas (HSL-3M)	134
Tabla#16 Actividades definidas para el encofrado del tanque elevado.....	146
Tabla#17 Trazado y replanteo.	146

Tabla#18 Apuntalado tradicional.	147
Tabla#19 Encofrado de la losa inferior.	148
Tabla#20 Rendimiento de materiales.	150
Tabla#21 Rendimiento de materiales.	152
Tabla#22 Rendimiento de materiales.	153
Tabla#23 Presupuesto general del encofrado.	160
Tabla#24 Tiempo de ejecución.....	161
Tabla#25 Cronograma de actividades (Diagrama Gantt).	162
Tabla#26 Actividades definidas para el encofrado del tanque elevado.....	163
Tabla#27 Trazado y replanteo.	163
Tabla#28 Apuntalado tradicional sobre estructura metálica.	164
Tabla#29 Estructura metálica.	165
Tabla#30 Encofrado de la losa inferior.	166
Tabla#31 Rendimiento de materiales.	166
Tabla#32 Rendimiento de materiales.	168
Tabla#33 Rendimiento de materiales.	170
Tabla#34 Rendimiento de materiales.	171
Tabla#35 presupuesto general del encofrado tradicional apoyado sobre estructura metálica.....	182
Tabla#36 Tiempo de ejecución del encofrado tradicional apoyado sobre estructura metálica.	183
Tabla#37 Cronograma de actividades.	184