

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



TOMO I

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TÉCNICO HUMANÍSTICO CEA YACUIBA
ADULTOS DISTRITO 2, GRAN CHACO TARIJA

Por:

ORTÍZ ARCE EDWIN

SEMESTRE II – 2022

TARIJA – BOLIVIA

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

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TÉCNICO HUMANÍSTICO CEA YACUIBA
ADULTOS DISTRITO 2, GRAN CHACO TARIJA

Por:

ORTÍZ ARCE EDWIN

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 II – GESTIÓN 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico primeramente a mi Dios quien me dio toda la sabiduría y la fuerza para cumplir mis metas, también dedicado a mi familia en especial a mis padres y hermanos quienes me apoyaron siempre en todo momento hasta el día de hoy.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. El problema	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.2. Formulación	1
1.1.3. Sistematización	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica	3
1.3.3. Social.....	4
1.4. Alcance del proyecto.....	4
1.4.1. Aporte Académico	4
1.5. Localización del proyecto	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Levantamiento topográfico	6
2.1.1. Curvas de Nivel.....	6
2.2. Estudio de suelo	7
2.2.1. Granulometría del suelo	8

2.2.2 Limites de Atterberg	9
2.2.3. Clasificación de suelos.....	11
2.2.3.1. Sistema de clasificación de suelo método ASSHTO	11
2.2.3.2. Método de clasificación SUCS	13
2.2.4. Ensayo de la determinación de la capacidad portante del terreno método cono holandés.....	13
2.2.5. Ensayo de determinación de la capacidad portante del terreno método de SPT.....	14
2.3. Diseño arquitectónico.....	14
2.4. Idealización estructural	14
2.5. Diseño estructural	16
2.5.1. Cubierta Metálica.....	16
2.5.1.1 Propiedades geométricas	16
2.5.1.2. Combinaciones de Cargas	17
2.5.1.3 Carga de viento	18
2.5.1.4 Diseño de correa.....	18
2.5.2. Entrepiso	23
2.5.2.1. Losa alivianada.....	23
2.5.3. Estructura portante	28
2.5.4. Vigas	34
2.5.4.1. Diseño de viga a flexión.....	36
2.5.4.2. Cálculo de la armadura de corte.....	38
2.5.5. Columna	39
2.5.6. Cimientos	46
2.5.6.1 Zapatas aisladas.....	46
2.5.7. Escaleras.....	54

2.5.8. Estrategia de ejecución del proyecto.....	55
2.5.8.1. Especificaciones técnicas	55
2.5.8.2. Precios unitarios	55
2.5.8.3. Cómputos métricos	56
2.5.8.4. Presupuesto	56
2.5.8.5. Planificación y cronograma de obra.....	56

CAPITULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1. Análisis del levantamiento topográfico.....	57
3.2. Estudio de suelos.....	57
3.3. Análisis del diseño arquitectónico	59
3.4. Planteamiento estructural	59
3.4.1. Estructura de Sustentación	60
3.4.2. Estructura de Cubierta.....	61
3.5. Análisis, cálculo y diseño estructural.....	61
3.5.1. Diseño de la cubierta metálica	61
3.5.1.1 Análisis estadístico de la velocidad del viento.....	61
3.5.1.2 Acciones sobre la cubierta metálica.....	64
3.5.1.3. Diseño de la Estructura Metálica (Cubierta).....	67
3.5.2. Diseño de Junta de Dilatación.....	80
3.5.3. Tanque de Agua	82
3.5.4. Consideraciones para el Diseño Estructural.....	83
3.5.5. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales	83
3.5.5.1. Vigas	83
3.5.6. Cargas de Diseño:	83

3.5.7. Diseño de los Elementos Estructurales de Sustentación de la Edificación con hormigón h25	84
3.5.7.1. Diseño Estructural de la Viga	84
3.5.7.2. Diseño de la Losa Alivianada	91
3.5.7.3. Diseño Estructural de la Columna.....	95
Figura 3.15 Columna en estudio	95
3.5.7.4. Diseño Estructural de la Zapata Aislada	109
3.5.7.5. Diseño Estructural de la Rampa.....	119
3.6. Estrategias para la ejecución del proyecto.....	134
3.6.1. Especificaciones Técnicas.....	134
3.6.2. Cómputos Métricos	134
3.6.3. Precios Unitarios.	134
3.6.4. Presupuesto General.....	134
3.6.5. Cronograma de ejecución del proyecto.....	134

CAPITULO IV

APORTE ACADEMICO

4.1. Generalidades	135
4.2. Marco teórico.....	135
4.2.1. Ventajas de una Estructura Metálica.....	135
4.2.2. Disposiciones Estructurales	136
4.2.2.1. Placas de Anclaje	136
4.2.2.2. Vigas de Celosía.....	136
4.2.2.4. Uniones Soldadas	138
4.2.2.5. Uniones Atornilladas.....	140
4.3. Cercha Warren triangular	141
4.3.1. Análisis de carga	141

4.3.3. Diseño geométrico	143
4.3.3. Analisis del coeficiente de pandeo de la cercha warren triangular	144
4.3.4. Diseño de la cercha tipo Warren Triangular	147
4.3.4.1. Diseño del cordon Superior (Sometido a compresion)	148
4.3.4.2. Diseño del Cordon Inferior (Sometido a Traccion)	148
4.3.4.3. Diseño del cordon diagonal.....	148
4.4. Cercha Warren trapezoidal.....	153
4.4.1. Análisis de carga	153
4.4.2. Diseño geométrico	154
4.4.3. Análisis de coeficiente de pandeo de la cercha Warren Trapezoidal.....	155
4.4.4. Diseño de la cercha Warren Trapezoidal	158
4.4.4.1. Diseño del Cordón Superior (elemento sometido a compresión)	159
4.4.4.2. Diseño del Cordón Inferior (elemento sometido a tracción).....	161
4.4.4.3. Diseño del Cordón diagonal.....	163
4.5. Comparación Económica y Técnica	167
4.5.1. Económica.....	167
4.5.2. Técnica	167

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:.....	169
5.2. Recomendaciones:.....	170
BIBLIOGRAFÍA	171

ANEXOS

- ANEXO 1.- Levantamiento topográfico
- ANEXO 2.- Estudio de suelos
- ANEXO 3.- Acciones sobre la estructura
- ANEXO 4.- Análisis de área efectiva por abolladura
- ANEXO 5.- Valores de coeficiente K por abolladura
- ANEXO 6.- Coeficiente para la carga de viento
- ANEXO 7.- Diseño de la placa de anclaje
- ANEXO 8.- Nomograma de Jackson y Moreland
- ANEXO 9.- Verificación de la vigueta pretensada
- ANEXO 10.- Diseño de la escalera
- ANEXO 11 A.- Especificaciones técnicas
- ANEXO 11 B.- Cómputos métricos
- ANEXO 11 C.- Presupuesto general
- ANEXO 11 D.- Precios unitarios
- ANEXO 11 E.- Cronograma de ejecución
- ANEXO 12.- Planos arquitectónicos en vista y cortes
- ANEXO 13.- Planos estructurales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del lugar	5
Figura 2.1. Curvas de nivel	7
Figura 2.2 Curva granulométrica	9
Figura 2.3. Tablas de limites	10
Figura 2.4 Clasificación ASSHTO 1.....	12
Figura 2.5 Clasificación ASSHTO 2	12
Figura 2.6 Clasificación mediante SUCS	13
Figura 2.7. Modelación de la estructura 1	15
Figura 2.8 Modelación de la estructura 2.....	16
Figura 2.9 Descomposición de carga en correas	19
Figura 2.10 Sección de un perfil rectangular	22
Figura 2.11 Vista frontal de una losa alivianda	24
Figura 2.12 Vista en planta de una losa alivianda.....	25
Figura 2.13 Distribución de la armadura de reparto	27
Figura 2.14 Diagrama rectangular de tensiones del hormigón	35
Figura 2.15 Hipótesis para calcular momentos debido a carga gravitatorias	40
Figura 2.16 Distribución de la armadura de cortantes en columnas	41
Figura 2.17 Distribución de armadura longitudinal en columnas	42
Figura 2.18 Diagrama de iteración de columna	45
Figura 2.19 Distribución uniforme de la presión del suelo	46
Figura 2.20 Distribución de presión en un suelo arenoso	47
Figura 2.21 Distribución de presión en un suelo arcilloso	47

Figura 2.22 Distribución de armadura en zapatas de fundación	48
Figura 2.23 Esfuerzo crítico por punzonamiento en zapatas	50
Figura 2.24 Sección crítica por cortante en zapatas aisladas	52
Fuente: Elaboración propia	53
Figura 2.25 Ubicación de la sección crítica para diseño a flexión en zapatas	53
Figura 2.26 Escalera de acceso	54
Figura 3.1 Levantamiento topográfico.....	57
Figura 3.2 Grafica de la probabilidad de ocurrencia.....	64
Figura 3.3 Diseño geométrico de la cubierta metálica	64
Figura 3.4 Diseño geométrico de una cercha Warren.....	68
Figura 3.5 Cargas sobre los nudos en la cercha	70
Figura 3.6 Detalle de la sollicitación que están sometidas las barras en la cercha	71
Figura 3.7 Descomposición de cargas sobre las correas	75
Figura 3.8 Esfuerzos que se desarrollan en las correas.....	77
Figura 3.9 Visualización de la ubicación de la junta de dilatación en la estructura	81
Figura 3.10 Momento flectores en la viga más solicitadas	85
Figura 3.12 Esfuerzo cortante de la viga más solicitada	89
Figura 3.13 Distribución de la armadura por cortante	91
Figura 3.14 Geometria de la losa alivianada	94
Figura 3.15 Columna en estudio	95
Figura 3.16 Factor de esbeltez mediante el nomograma de Jackson y Moreland..	97
Figura 3.17 Esfuerzos actuantes en la columna de estudio	98
Figura 3.18 Vista en planta de la columna en estudio	100

Figura 3.19 Diagrama de iteración de la columna	106
Figura 3.20 Distribución de la armadura longitudinal y de corte en la columna .	108
Figura 3.21 Distribución de esfuerzos en la zapata.....	111
Figura 3.22 Localización de esfuerzo critico por punzonamiento en la zapata ...	111
Figura 3.23 Localización del esfuerzo critico por corte en la zapata	113
Figura 3.24 Diseño a flexión en dirección X de la zapata	114
Figura 3.25 Diseño a flexión en el eje Y de la zapata	116
Figura 3.26 Distribución de la armadura en la zapata en ambas direcciones	118
Figura 3.27 Vista en planta y cortes de la rampa de diseño	119
Figura 3.28 Momentos positivos actuantes en la losa maciza de la rampa	121
Figura 3.29 Momentos negativos de diseño en la losa maciza de la rampa	123
Figura 3.30 Distribución de la armadura en la losa maciza	125
Figura 3.31 Vista en planta de las columnas C4 C68	125
Figura 3.31 Dimensiones de la fundación de las columnas C4 - C68	126
Figura 3.32 Descomposición de fuerzas con respecto al eje de la zapata	126
Figura 3.33 Ubicación del centro de gravedad de las columnas C4 - C68	127
Figura 3.34 Signos en la fundación de acuerdo al sentido de los momentos en las columnas C4 - C68	128
Figura 3.35 Esfuerzos del suelo en la fundación	129
Figura 3.36 Diagrama de momentos para el eje “X”	130
Figura 3.37 Diagrama de momentos para el eje “Y”	132
Figura 3.38 Distribución de la armadura en la zapata en ambas direcciones	134
Figura 4.1 Distribución de cargas	137
Figura 4.2 Posición del perfil costanera	138

Figura 4.3 Soldadura por filete.....	139
Figura 4.4 Soldadura por ranura.....	139
Figura 4.5 Numeración nudos en la cercha Warren triangular	141
Figura 4.6 Ubicación de cargas muertas y vivas en los nudos de la cercha.....	143
Figura 4.7 Vista en planta cubierta metálica	143
Figura 4.8 Barra 1 análisis del coeficiente de pandeo Cercha Triangular	144
Figura 4.9 Coeficiente de pandeo en la barra 1 Cercha Warren Triangular	146
Figura 4.10 Ubicación de barras traccionadas y comprimidas	147
Figura 4.11 Numeración de nudos y barras en la cercha trapezoidal	153
Figura 4.12 Diseño geométrico de la cercha trapezoidal	155
Figura 4.13 Barra 1 análisis del coeficiente de pandeo Cercha Trapezoidal	156
Figura 4.14 Coeficiente de pandeo en la barra 1 Cercha Warren Trapezoidal	157
Figura 4.15 Ubicación de barras traccionadas y comprimidas Cercha Warrwn Trapezoidal	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Combinación de cargas para cubierta	17
Tabla 2.2 Cuantía mínima para armadura por retracción y temperatura.....	26
Tabla 2.3. Combinación de carga de la NB1225001-1	31
Tabla 2.4 Factores de minoración de resistencia	32
Tabla 2.5. Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente del esfuerzo de hormigón	35
Tabla 2.6. Condiciones de apoyo	36
Tabla 2.7. Momentos de inercia aproximado.....	43
Tabla 2.8. Cálculo de los momentos máximos mayorados.....	53
Tabla 3.1. Esfuerzos admisibles del suelo en la fosa 1	58
Tabla 3.2. Esfuerzos admisibles del suelo en la fosa 2	58
Tabla 3.3. Esfuerzos admisibles del suelo en la fosa 3	58
Tabla 3.4. Materiales y normas utilizadas para la cubierta metálica	60
Tabla 3.5. Materiales y normas utilizadas para la estructura de hormigón armado	60
Tabla 3.6. Cálculo del flujo según WEIBULL	62
Tabla 3.7. Cálculo de la frecuencia según WEIBULL.....	63
Tabla 3.8. Esfuerzos bajo combinación de carga para estructura metálica.....	75
Tabla 3.9. Sobrecarga de uso según la NB1225001-1	84
Tabla 3.10. Dimensiones e inercia de los elementos que llegan a la columna	95
Tabla 3.11. Puntos del diagrama de interaccion sin afectar por el factor de minoracion.....	105

Tabla.3.12. Puntos del diagrama de interacción afectados por el factor de minoración.....

105

Tabla.3.13. Esfuerzo Momentos y Normales de las columnas C4 – C68..... 125

Tabla 4.1 Cargas en los nudos de la cercha triangular 142

Tabla 4.2 Propiedades de los perfiles de la cercha Warren Triangular..... 144

Tabla 4.3 Valores del coeficiente de pandeo de las barras para la cercha Warren Triangular 146

Tabla 4.4 Esfuerzos en las barras bajo cargas actuantes cercha triangular 147

Tabla 4.5 Cargas en los nudos en la cercha Warren Trapezoidal 154

Tabla 4.6 Propiedades de los perfiles de la cercha Warren Trapezoidal 155

Tabla 4.7 Valores del coeficiente de pandeo de las barras para la cercha Warren Trapezoidal..... 157

Tabla 4.8 Esfuerzos en las barras bajo cargas actuantes cercha Warren Trapezoidal 158

Tabla 4.9 Comparación Económica 167

Tabla 4.10 Comparación Técnica 167