

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 DE LA NUEVA ALCALDÍA DE ENTRE RÍOS”

Por:

CRISTHIAN ABEL QUIROGA VELIZ

SEMESTRE I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

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 DE LA NUEVA ALCALDÍA DE ENTRE RÍOS”

Por:

CRISTHIAN ABEL QUIROGA VELIZ

SEMESTRE I - 2021

TARIJA - BOLIVIA

Dedicatoria:

Este trabajo está dedicado a mis padres Ximena y Abel, que siempre me dieron su amor y apoyo incondicional.

A mi querida abuela Yolanda por el gran cariño y los ánimos que me brindó siempre.

A mis hermanos, Rodrigo y Mauricio, para inspirarles a que con esfuerzo y dedicación se pueden cumplir las metas que uno se plantea en la vida.

Agradecimiento:

DIOS, por permitirme cumplir cada una de mis metas y guiar mi camino.

A mi familia: Mis tíos Luis, Ruth y Mayra por apoyarme y brindarme consejo y guía durante mi formación profesional.

A mi novia Juana por su apoyo incondicional, a mis amigos y compañeros de estudio: Roger, Valeria y Carol, por todo el apoyo mutuo y su amistad durante la carrera.

ÍNDICE

Dedicatoria
Agradecimiento
Resumen

Página

CAPITULO I ANTECEDENTES

1.1. El problema	1
1.1.1. Planteamiento	1
1.1.2. Formulación	1
1.1.3. Sistematización	1
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	5
1.4. Alcance del proyecto	5
1.4.1. Análisis de Alternativas	5
1.4.2. Resultados a lograr	7
1.4.3. Restricciones del proyecto	7
1.4.4. Aporte académico.....	7
1.5. Localización del proyecto	7

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Levantamiento topográfico	9
2.2. Estudio de suelos.....	9

2.2.1. Ensayo Granulométrico.....	9
2.2.2. Límites de Consistencia.	9
2.2.3. Clasificación de Suelos.	10
2.2.4. Ensayo de penetración estándar SPT.	11
2.3. Materiales.....	11
2.3.1. Hormigón armado.	11
2.3.1.1. Adherencia entre el hormigón y el acero.	11
2.3.1.2. Disposición de las armaduras.....	11
2.3.1.3. Distancia entre barras.....	12
2.3.1.4. Doblado de las armaduras.	13
2.3.1.5. Anclaje de las armaduras.	13
2.3.1.6. Empalme de las armaduras.....	14
2.3.1.6.1. Empalme por solapo.....	14
2.3.1.6.1.1. Empalme por solapo de grupo de barras.....	15
2.4. Diseño estructural.....	16
2.4.1. Cálculo de estructuras en general.....	16
2.4.2. Cálculo de estructuras de hormigón armado.....	16
2.4.3. Bases de cálculo	17
2.4.3.1. Coeficientes de seguridad	17
2.4.3.2. Estados límites últimos.	18
2.4.3.3. Estados límites de servicio.	18
2.4.3.4. Hipótesis de carga más desfavorable	18
2.4.3.5. Comprobaciones que deben realizarse.	19
2.4.3.6. Cálculo en estados límites.....	19
2.4.3.6.1. Dominios de deformación.	19
2.4.4. Acciones.....	21
2.4.4.1. Valores característicos de las acciones.	22
2.4.4.2. Datos generales para el cálculo de las solicitaciones.....	22
2.4.5. Estructura de sustentación de la edificación.	22
2.4.5.1. Estructuras complementarias (losas alivianadas).....	22

2.4.5.2. Vigas.	25
2.4.5.3. Columnas.	29
2.4.7. Fundaciones.	33
2.4.7.1. Zapatas aisladas.....	33
2.5. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	39
2.5.1. Especificaciones técnicas.....	39
2.5.2. Precios unitarios.....	39
2.5.3. Cómputos métricos.	40
2.5.4. Presupuesto.	41
2.5.5. Planeamiento y cronograma.....	42
2.5.5.1. Diagrama de GANTT o Diagrama de Barras.....	42

CAPITULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. Levantamiento Topográfico	43
3.2. Análisis del Ensayo de Suelo	43
3.3. Análisis, cálculo y diseño estructural.....	44
3.3.1. Análisis de cargas y pre dimensionamiento	44
3.3.2. Análisis de la estructura porticada.	44
3.3.2.1. Resistencias usadas para el análisis	44
3.3.2.2. Verificación de los elementos de la estructura porticada.....	45
3.3.3. Cálculo y diseño estructural	45
3.3.3.1 Diseño de la losa alivianada.....	45
3.3.3.1.1. Dimensionamiento y diseño de losas alivianadas	47
3.3.3.1.2. Altura de la carpeta de compresión.....	48
3.3.3.1.3. Verificación del momento último resistente de la vigueta.....	50
3.3.3.2. Verificación del diseño estructural de la viga.....	52
3.3.3.3. Verificación del diseño estructural de la columna.	65
3.3.3.3.1. Determinación del coeficiente de pandeo: ψ_A	68
3.3.3.3.2. Determinación de la esbeltez mecánica de la columna.....	70

3.3.3.3.3. Cálculo de la capacidad mecánica del hormigón.	71
3.3.3.3.4. Calcular la capacidad mecánica de la armadura total.	73
3.3.3.4. Verificación de la zapata aislada.....	76
3.3.3.4.1. Dimensionamiento	78
3.3.3.4.2. Verificación en tensiones admisibles	80
3.3.3.4.3. Determinación de la armadura a flexión	82
3.3.3.4.4. Diseño a Flexión en X.....	84
3.3.3.4.5. Diseño a Flexión en Y.....	85
3.3.3.4.6. Verificación a la Adherencia.....	87
3.3.3.5. Verificación de la escalera	89
3.3.3.6. Comparaciones y verificaciones adicionales	89
3.4. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	89
3.4.1. Especificaciones técnicas.	89
3.4.2. Precios unitarios.	89
3.4.3. Cómputos métricos.	89
3.4.4. Presupuesto.	90
3.4.5. Plan y cronograma de obras.	90

CAPITULO IV APOORTE ACADÉMICO

4.1. Marco teórico del aporte	91
4.1.1. Losa reticular o casetonada	91
4.1.2. Losa alivianada con viguetas pretensadas.....	92
4.1.2.1. Vigas T.....	92
4.1.3. Planteamiento estructural	93
4.1.3.1. Cubierta de losa casetonada	93
4.1.3.2. Cubierta de losa alivianada	93
4.1.4. Pasos para el diseño de vigas T y losas casetonadas.....	94
4.1.4.1. Diseño a Flexión	95

4.1.4.2. Diseño a Cortante.....	96
4.2. Cálculo de losas casetonadas	97
4.2.1. Comprobación a flexión.....	97
4.2.1.1. En dirección X inferior.....	97
4.2.1.2. En dirección Y inferior.....	100
4.2.1.3. En dirección X superior	103
4.2.1.4. En dirección Y superior	106
4.2.2. Diseño a Cortante en dirección X	109
4.2.3. Diseño a Cortante en dirección Y	101
4.3. Cálculo de la Losa Alivianada	112
4.3.1. Dimensionamiento y diseño.....	113
4.3.2. Verificación del momento último resistente de la vigueta.....	116
4.4. Cálculo de la Viga T para la Losa Alivianada	118
4.4.1. Diseño a Flexión	119
4.4.2. Diseño a Cortante	121
4.5. Resultados obtenidos.....	123
4.5.1. Comparación económica.....	123
4.5.2. Comparación técnica.....	124
4.6. Conclusión del aporte académico.....	125
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFIA	129
ANEXOS	
PLANOS	

Índice de Figuras

Figura 1.1. Detalle de las ampliaciones realizadas a lo largo del tiempo en la..... actual alcaldía del Municipio de Entre Ríos	2
Figura 1.2. Zona de emplazamiento	8
Figura 2.1. Carta de Plasticidad, clasificación S.U.C.S.	10
Figura 2.2. Clasificación Unificada de Suelos	10
Figura 2.3. Distancia ℓ_b	14
Figura 2.4. Empalmes por traslapo de grupo de barras	15
Figura 2.5. Proceso de cálculo de una estructura	16
Figura 2.6. Métodos de cálculo del hormigón armado.....	17
Figura 2.7. Dominios de deformación de las secciones, en el estado límite último .. de agotamiento.	20
Figura 2.8. Nomograma para coeficiente de pandeo.....	31
Figura 2.9. Ábaco en roseta para flexión esviada.	32
Figura 2.10. Planilla de precios unitarios.....	40
Figura 2.11. Planilla de cómputos métricos.....	41
Figura 2.12. Planilla de presupuesto	41
Figura 2.13. Diagrama de Gantt	42
Figura: 3.1: Topografía del terreno	43
Figura 3.2: Ubicación de los pozos	44
Figura 3.3. Vista en planta de la disposición de viguetas.	45
Figura 3.4. Vista en planta de la losa de viguetas más solicitada	46
Figura 3.5. Losa aliviada	46
Figura 3.6. Dimensiones de losa de viguetas pretensadas	47
Figura 3.7. Dimensionamiento de losa aliviada	48
Figura 3.8. Vista en planta de la vigueta más solicitada de la losa.....	50

Figura 3.9. Diagrama de envolvente de momentos en la losa más solicitada.....	51
Figura 3.10. Momentos flectores admisibles para complementos de EPS	51
Figura 3.11. Ubicación de la viga N° 4055	52
Figura 3.12. Ubicación de la viga N° 4055 (Vista en planta)	53
Figura 3.13. Momentos actuantes en la viga N° 4055	54
Figura 3.14. Esfuerzo cortante en la viga N° 4055	59
Figura 3.15. Disposición de armadura en la viga N° 4055	64
Figura. 3.16. Áreas solicitadas en la viga N° 4055	64
Figura.3.17. Ubicación del pilar más solicitado en la estructura.	66
Figura 3.18. Esquema de la columna	67
Figura 3.19. Vista frontal de los elementos concurrentes en la columna.....	68
Figura 3.20. Nomograma para cálculo de pórticos intraslacionales	70
Figura. 3.21. Ábaco en roseta para flexión esviada.	72
Figura 3.22. Representación gráfica de los resultados obtenidos para la columna....	
N° 25	75
Figura 3.23. Representación gráfica de la zapata aislada.....	76
Figura 3.24. Datos de la capacidad portante del terreno de fundación.	77
Figura 3.25. Representación gráfica de los esfuerzos en zapatas aisladas.....	82
Figura 3.26. Armadura resultante en la zapata aislada la zapata aislada.	89
Figura.4.1. Representación gráfica de la alternativa “Losa Casetonada”	93
Figura.4.2. Representación gráfica de la alternativa “Losa Alivianada”	94
Figura 4.3. Momento flector del nervio más solicitado en dirección X inferior.....	100
Figura 4.4. Momento flector del nervio más solicitado en dirección Y inferior.....	103
Figura 4.5. Momento flector del nervio más solicitado en dirección X superior....	106
Figura 4.6. Momento flector del nervio más solicitado en dirección Y superior....	109
Figura 4.7. Esfuerzo cortante del nervio más solicitado en dirección X.....	110
Figura 4.8. Esfuerzo cortante del nervio más solicitado en dirección Y.....	112
Figura 4.9. Vista en planta de la disposición de viguetas	112
Figura 4.10. Vista en planta de la losa de viguetas más solicitada	113

Figura 4.11. Dimensiones de losa de viguetas pretensadas	113
Figura 4.12. Dimensionamiento de losa alivianada	114
Figura 4.13. Diagrama de las dimensiones para el cálculo de la losa aligerada	115
Figura 4.14. Vista en planta de la vigueta más solicitada en la losa	116
Figura 4.15. Diagrama de Envolvente de Momentos en la losa más solicitada.....	116
Figura 4.16. Momentos flectores admisibles para complementos de EPS.	117
Figura 4.17. Disposición de armadura en la viga T más solicitada.....	122
Figura. 4.18. Áreas solicitadas en la viga T más solicitada	123

Índice de Tablas

	Página
Tabla 2.1. Diámetro mínimo de mandril para el doblado de barras.....	13
Tabla 2.2. Valores de α	15
Tabla 2.3. Valores de la relación canto/luz para los cuales no es necesario	
Comprobar la flecha.....	23
Tabla 2.4. Tabla universal para flexión simple.....	27
Tabla 2.5. Cuantías geométricas mínimas.....	28
Tabla 2.6. Valores límites.	28
Tabla 3.1. Valores de la relación canto/luz para los cuales no es necesario	
comprobar la flecha	49
Tabla 3.2. Área de la sección de armadura de reparto	49
Tabla 3.3. Comparación del armado constructivo realizado de forma manual y en..	
Cypecad v.2017 respecto a la viga N° 4055	65
Tabla 3.4. Comparación del cálculo de armadura manual y en Cypecad v.2017	
respecto a la viga N° 4055	65
Tabla 3.5. Características geométricas de las secciones que concurren en la.....	
columna	67
Tabla 3.6. Comparación del armado constructivo realizado de forma manual y en..	
Cypecad v.2017 de pilar N° 25	75
Tabla 3.7. Comparación del cálculo de armadura manual y en Cypecad v.2017	
de pilar N° 25	75
Tabla 3.8. Comparación del armado constructivo realizado de forma manual y en..	
Cypecad v.2017 de la zapata más solicitada	88
Tabla 3.9. Comparación del cálculo de armadura manual y en Cypecad v.2017	
de la zapata más solicitada	88

Tabla 4.1. Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto	118
Tabla 4.2. Comparación de resultados entre ambos diseños.....	123
Tabla 4.3. Comparación del periodo de ejecución de ambos diseños.....	124
Tabla 4.4. Comparación técnica de las alternativas para la cubierta del Auditorio.	124

Índice de Anexos

A-1.- Levantamiento topográfico.
A-2.- Estudio de suelos.
A-3.- Análisis de carga y pre dimensionamiento.
A-4.- Verificación de la escalera.
A-5.- Especificaciones técnicas.
A-6.- Cómputos métricos.
A-7.- Precios unitarios.
A-8.- Presupuesto.
A-9.- Tiempo de programación.
A-10.- Cronograma.
A-11.- Comprobación de estructuras intraslacionales.