

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO PRODUCTIVO COMUNAL DE
ERQUIS SUD”**

(Prov. Méndez – Departamento de Tarija)

REALIZADO POR EL ESTUDIANTE:

HORACIO DANIEL ALFARO LEON

DICIEMBRE DE 2018

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 CENTRO PRODUCTIVO
COMUNAL DE ERQUIS SUD”
(Prov. Méndez - Departamento de Tarija)

Por:

HORACIO DANIEL ALFARO LEON

Proyecto de Grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE – II - 2018

TARIJA – BOLIVIA

Vº Bº

M. Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozávez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

M. Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba
DOCENTE DE CIV - 502

TRIBUNAL:

Ing. Carola Sánchez López

Ing. Oscar Chávez Vargas

Ing. Weimar Mejía Mogrovejo

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

PENSAMIENTO

“El éxito de la vida no se mide por lo que has logrado, sino por los obstáculos que has tenido que enfrentar en el camino”

Anónimo.

DEDICATORIA

A mi esposa e hija por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, durante todo el periodo de estudio, gracias por su incondicional apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, hermanos y amigos que me dieron apoyo incondicional para culminar con mis estudios.

ÍNDICE

RESÚMEN DEL PROYECTO	
CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. El problema	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulación	2
1.1.3. Sistematización.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. General	2
1.2.2. Específicos	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Técnica.....	3
1.3.2. Académica	3
1.3.3. Social institucional	3
1.4. Alcance del proyecto.....	3
1.4.1. Resultados a Lograr	4
1.4.2. Restricciones.....	4
1.5. Descripción general del Área de Proyecto.....	4
1.5.1. Localización.....	4
1.5.2. Información Socioeconómica Relativa al Proyecto	5
1.5.3. Aspectos Demográficos.....	6
1.5.4. Aspectos Sociales y Culturales.....	6
1.5.5. Servicios Básicos Existentes	6
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEORICO	8
2.1. Diseño arquitectónico y descripción general.....	8
2.2. Levantamiento topográfico	8
2.3. Estudio de suelos	8
2.3.1. Prueba de penetración estándar SPT-ASTM 1586	8
2.4. Normas de diseño.....	10
2.5. Hormigón armado	10
2.5.1. Hormigones	10
2.5.1.1. Componentes	10
2.5.1.1.1. Cementos	10
2.5.1.1.2. Áridos.....	11
2.5.1.1.3. Agua	11
2.5.1.2. Propiedades del hormigón	11
2.5.1.2.1. Resistencia	11
2.5.1.2.2. Consistencia.....	11

2.5.1.2.3. Coeficiente de dilatación térmica	12
2.5.2. Aceros	12
2.5.2.1. Características geométricas	12
2.5.2.2. Características mecánicas	12
2.5.3. Estados Límites	13
2.5.3.1. Estados límites últimos (E.L.U.)	14
2.5.3.2. Estados límites de servicio (E.L.S)	14
2.5.3.3. Coef. de minoración de resistencia de materiales y mayoración de cargas.....	15
2.5.3.4. Hipótesis de cargas	16
2.5.4. Bases de cálculo.....	17
2.5.4.1. Caracterización del estado límite último	17
2.5.4.2. Compatibilidad de deformaciones	17
2.5.4.3. Diagrama tensión deformación del hormigón	18
2.5.4.4. Diagrama tensión deformación del acero.....	18
2.5.5. Dominios de deformación	19
2.5.6. Flexión.....	20
2.5.7. Compresión	23
2.5.8. Cortante	24
2.5.9. Elementos estructurales	26
2.5.9.1. Vigas.....	26
2.5.9.2. Columnas	27
2.5.9.3. Losas	30
2.5.9.3.1. Losa reticular	31
2.5.9.3.2. Ábacos en Losas Reticular	32
2.5.9.4. Zapatas	33
2.5.9.5. Escalera.....	34
2.5.10. Estados límites de servicio (E.L.S.)	35
2.5.10.1. Comprobación de la flecha	35
2.5.10.1.1. Flecha activa.....	36
2.5.10.1.2. Flecha total en plazo infinito.....	36
2.6. Presupuesto del proyecto	37
2.7. Cronograma de ejecución del proyecto	37
CAPÍTULO III	38
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	38
3.1. Análisis del diseño arquitectónico	38
3.2. Análisis del levantamiento topográfico.....	39
3.3. Análisis del estudio de suelos	40
3.3.1. Fase de Campo	40
3.3.2. Fase de Laboratorio.....	41
3.3.3. Fase de Gabinete.....	41
3.3.4 Perfil Estratificado	42

3.4. Análisis de acciones sobre la estructura	43
3.4.1. Análisis de cargas muertas.....	43
3.4.1.1. Peso propio de los elementos.....	43
3.4.1.2. Peso del piso de cerámica	43
3.4.1.3. Peso de muros y tabiquería.....	44
3.4.1.4. Peso de barandillas	46
3.4.1.5. Peso de la Calamina.....	46
3.4.2. Análisis de cargas Vivas	47
3.4.2.1. Sobrecarga de uso para la primera losa	47
3.4.2.2. Sobrecarga de uso para la segunda losa	48
3.4.2.3. Sobrecarga de uso de la cubierta metálica	49
3.4.3. Análisis de carga de viento.....	50
3.4.3.1. Presión dinámica de viento	50
3.4.3.2. Coeficiente de exposición	51
3.4.3.3. Coeficiente eólico o de presión.....	51
3.4.3.4. Carga de viento en la cubierta metálica por área tributaria	52
3.5. Calculo y diseño estructural	53
3.5.1. Datos para el cálculo estructural.....	53
3.5.1.1. Predimensionamiento de vigas y pilares	54
3.5.1.2. Disposición de cargas de servicio	54
3.5.1.3. Determinación si la estructura es traslacional o intraslacional.....	55
3.5.1.4. Coeficientes de pandeo	58
3.5.2. Elementos más solicitados.....	63
3.5.3. Esfuerzos de cálculo de los elementos más solicitado	65
3.5.3.1. Viga	65
3.5.3.2. Columna	66
3.5.3.3. Zapata	67
3.5.3.4. Losa	67
3.5.3.5. Cercha.....	67
3.5.4. Análisis de los miembros más solicitados	69
3.5.4.1. Viga	69
3.5.4.1.1. Diseño en E.L.U (Estados Límites Últimos)	69
3.5.4.1.1.1. Diseño en flexión	69
3.5.4.1.1.2. Diseño a cortante	74
3.5.4.1.2. Diseño en E.L.S. (Estados Límites de Servicio)	77
3.5.4.2. Columna	78
3.5.4.3. Zapata	82
3.5.4.3.1. Comprobación al vuelco.....	84
3.5.4.3.2. Comprobación al deslizamiento	84
3.5.4.3.3. Diseño a flexión	85
3.5.4.3.4. Diseño a cortante	86

3.5.4.4. Losa Alivianada	86
3.5.4.5. Cercha Metálica.....	88
3.5.4.5.1. Verificación de correa	88
3.5.4.5.2. Barra más comprimida	89
3.5.4.5.3. Barra más traccionada	90
3.5.5. Comparación de los resultados manuales con los del programa CYPECAD	90
3.6. Costo total de la obra.....	92
3.7. Cronograma de ejecución de la obra	93
CAPÍTULO IV	94
4. APORTE ACADÉMICO	94
4.1. Introducción.....	94
4.2. Diseño de Losa Reticular del diseño estructural propuesto	94
4.2.1. Dimensionamiento de Losa Reticular	95
4.2.1.1. Diseño del Canto	96
4.2.1.2. Diseño de Capa de Compresión.....	96
4.2.1.3. Diseño del Ancho de Nervios	96
4.2.1.4. Diseño de Separación de Nervios	96
4.2.1.5. Casetón	97
4.2.1.6. Dimensionamiento de los Ábacos	97
4.3. Diseño estructural con losa Reticular de Casetón Rectangular	99
4.3.1. Modificación de la Estructura	100
4.3.2. Dimensionamiento de la losa reticular rectangular.....	101
4.3.2.1. Diseño del Canto	101
4.3.2.2. Diseño de la Capa de compresión.....	102
4.3.2.3. Diseño del Ancho de los nervios	102
4.3.2.4. Diseño de la Separación de nervios	103
4.3.2.5. Casetón rectangular	104
4.3.2.6. Dimensionamiento de los Ábacos	104
4.4. Comparación Técnica Económica entre una Losa Reticular de Casetón Cuadrado y una Losa Reticular de Casetón Rectangular.....	105
4.4.1. Comparación Técnica.....	105
4.4.1.1. Comparación de Vigas	105
4.4.1.2. Comparación de columnas.....	110
4.4.1.3. Comparación de zapatas	111
4.4.2. Comparación de deformaciones en estados límites de servicio	113
4.4.2.1. Flecha o deformación de la losa reticular de la estructura 1.....	113
4.4.2.2. Flecha o deformación de la losa reticular de la estructura 2.....	114
4.4.2.3. Comparación de flechas	115
4.4.3. Comparación económica	115
4.5. Conclusiones.....	116

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo I Tablas usadas en el diseño

Anexo II Estudio de suelos

Anexo III Memoria de cálculo

Anexo IV Especificaciones técnicas

Anexo V Cómputos métricos e insumos

Anexo VI Precios unitarios y costo total

Anexo VII Cronograma PERT

Anexo VIII Cómputos métricos e insumos del Aporte Académico

Anexo IX Precios unitarios y costo total del Aporte Académico

Anexo X Cronograma PERT del Aporte Académico

Anexo XI Levantamiento topográfico

Anexo XII Planos arquitectónicos

Anexo XIII Planos estructurales

Anexo XIV Planos estructurales del aporte académico

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Aspectos Demográficos.....	6
Tabla 2.1. Resistencia característica del Hormigón	11
Tabla 2.2. Diámetros y áreas de barras corrugadas.....	12
Tabla 2.3. Clases de aceros y sus características técnicas.....	12
Tabla 2.4. Coeficientes de Mayoración de Cargas.....	15
Tabla 2.5. Coeficientes de Minoración de Resistencia de los Materiales.....	16
Tabla 2.6. Coeficientes de Pandeo para pilares Aislados	28
Tabla 3.1. Cotas de los puntos topográficos	40
Tabla 3.2. Resultados del pozo N°1	41
Tabla 3.3. Resultados del pozo N°2	42
Tabla 3.4. Datos de entrada para el cálculo estructural	54
Tabla 3.5. Sumatorio de esfuerzos de pilares resumido del pre diseño	56
Tabla 3.6. Coeficientes de pandeo de columnas.....	61
Tabla 3.7. Elementos más solicitados.....	65
Tabla 3.8. Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U.....	90
Tabla 3.9. Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U	91
Tabla 3.10. Comparación de resultados del cálculo de la Zapata en E.L.U.....	92
Tabla 3.11. Comparación de resultados del cálculo de la Losa en E.L.U.....	92
Tabla 4.1. Flecha máxima de ambos diseños.....	115
Tabla 4.2. Costo total de la obra en ambos diseños	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación Geográfica.....	5
Figura 2.1. Esquema de la prueba SPT	9
Figura 2.2. Diagrama parábola rectángulo	18
Figura 2.3. Diagrama tensión deformación del acero	19
Figura 2.4. Dominios de deformación	19
Figura 2.5. Sección sometida a flexión simple.....	21
Figura 2.6. Sección sometida a compresión.....	23
Figura 2.7. Monograma para coeficientes de pandeo de pórticos	28
Figura 2.8. Ábacos para una losa Reticular	32
Figura 3.1. Fachada principal del edificio	38
Figura 3.2. Vista en 3D del edificio	39
Figura 3.3. Puntos topográficos.....	39
Figura 3.4. Pozos de estudio.....	41
Figura 3.5. Estratificación del suelo.....	42
Figura 3.6. Carga muerta en la cubierta	47
Figura 3.7. Categoría de la primera Losa	48
Figura 3.8. Sobrecarga de uso en la cubierta	50
Figura 3.9. Esbeltez del edificio paralelo al viento	52
Figura 3.10. Acción del Viento en Dirección +Y	53
Figura 3.11. Acción del Viento en Dirección -Y	53
Figura 3.12. Alternancia de cargas de servicio Primera losa	55
Figura 3.13. Viga más solicitada entre columnas C29 – C5.....	63
Figura 3.14. Columna más solicitada C35.....	63
Figura 3.15. Zapata más solicitada C34	64
Figura 3.16. Barra más comprimida.....	64
Figura 3.17. Barra más traccionada	64
Figura 3.18. Correa más solicitada	65
Figura 3.19. Envolventes de M, V, T.....	66
Figura 3.20. Esfuerzos de diseño de la columna C35	66
Figura 3.21. Esfuerzos de diseño de la zapata.....	67
Figura 3.22. Envolventes de momento de la correa.....	67
Figura 3.23. Envolventes, Axil más comprimida	68
Figura 3.24. Envolventes, Axil más traccionada.....	68
Figura 3.25. Pandeo en flexión esviada.....	79
Figura 4.1. Losa Reticular	94
Figura 4.2. Vista 3D del forjado del Salón	95
Figura 4.3. Diseño de elemento de la Losa Reticular	95
Figura 4.4. Recuadro en la losa reticular	98
Figura 4.5. Dimensiones de los Ábacos	98

Figura 4.6. Deformación en una losa apoyada en sus 4 bordes	99
Figura 4.7. Modificación de la estructura, retiro de columnas, vigas y forjados de viguetas y ampliación de la losa reticular.....	101
Figura 4.8. Diseño de ábacos de la losa de casetones rectangulares	105
Figura 4.9. Alineación de vigas pórticos N°9 “Estructura 1”	106
Figura 4.10. Alineación de vigas pórticos N°4 “Estructura 1”	107
Figura 4.11. Alineación de vigas pórticos N°9 “Estructura 2”	108
Figura 4.12. Alineación de vigas pórticos N°4 “Estructura 2”	109
Figura 4.13. Armado de columna C28 “Estructura 1”, colindante a la losa reticular en ambos diseños.....	110
Figura 4.14. Armado de columna C25 “Estructura 1”, solo colindante a la losa reticular en el diseño de la estructura 2.....	110
Figura 4.15. Armado de columna C28 “Estructura 2”, colindante a la losa reticular en ambos diseños.....	110
Figura 4.16. Armado de columna C25 “Estructura 2”, solo colindante a la losa reticular en el diseño de la estructura 2.....	111
Figura 4.17. Armado de la zapata C34 “Estructura 1”	111
Figura 4.18. Armado de la zapata C34 “3D Estructura 1”.....	112
Figura 4.19. Armado de la zapata C34 “Estructura 2”	112
Figura 4.20. Armado de la zapata C34 “3D Estructura 2”.....	113
Figura 4.21. Flecha total máxima.....	114
Figura 4.22. Flecha total máxima del aporte académico.....	116