

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



**“ELABORACIÓN DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL INTERNADO INSTITUTO
MODELO NORMAL SUPERIOR DE CANASMORO UAJMS CANASMORO,
MUNICIPIO DE SAN LORENZO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Por:

BLADIMIR ENRIQUE APARICIO MIRANDA

SEMESTRE I - 2023

TARIJA – BOLIVIA

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

**"ELABORACIÓN DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL INTERNADO
INSTITUTO MODELO NORMAL SUPERIOR DE CANASMORO UAJMS
CANASMORO, MUNICIPIO DE SAN LORENZO DEL DEPARTAMENTO DE
TARIJA"**

Por:

BLADIMIR ENRIQUE APARICIO MIRANDA

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA PROYECTO DE INGENIERÍA II
(CIV-502)**

SEMESTRE I – 2023

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A toda a mi querida familia, por ayudarme a cumplir mis metas con su apoyo incondicional en todo momento, sobre todo a mis padres Carmen y Jesús por su comprensión y consejos para ser una mejor persona cada día, a mis hermanos por estar a mi lado en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO

CAPITULO I ANTECEDENTE

1.	ANTECEDENTES.....	1
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.	General.....	2
1.2.2.	Específicos.....	2
1.3.	Justificación.....	3
1.4.	Alcance del proyecto.....	3
1.4.1.	Análisis de alternativas.....	3
1.4.2.	Aporte académico.....	4
1.5.	Localización del proyecto.....	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	Levantamiento topográfico.....	6
2.1.1.	Curvas de nivel.....	6
2.2.	Estudios de suelos.....	6
2.2.1.	Granulometría.....	6
2.2.2.	Límites de Atterberg.....	8

2.2.3.	Límite Líquido (LL)	8
2.2.4.	Límite Plástico (LP)	8
2.2.5.	Índice de Plasticidad (IP)	9
2.2.6.	Sistemas de Clasificación de Suelos	10
2.2.7.	Sistema AASHTO	10
2.2.8.	Sistema SUCS	11
2.2.9.	Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	12
2.2.10.	Presión admisible	14
2.3.	Diseño Arquitectónico	16
2.4.	Idealización Estructural	16
2.4.1.	Sustentación de la Edificación	16
2.4.2.	Cimentación	17
2.5.	Análisis, Cálculo y Diseño Estructural	17
2.5.1.	Armaduras	25
2.6.	Estructura de sustentación cubierta y entrepisos	28
2.6.1.	Losa alivianada con viguetas o forjados con viguetas	28
2.7.	Pórticos	32
2.7.1.	Estructura de sustentación vigas	32
2.7.2.	Estructura de sustentación columnas	35
2.7.3.	Diseño estructural de una zapata aisladas	44
2.8.	Estructura complementaria	52
2.9.	Estrategias para la ejecución del proyecto	55
2.9.1.	Especificaciones técnicas	55

2.9.2.	Precios unitarios.....	55
2.9.3.	Cómputos métricos.....	57
2.9.4.	Presupuesto.....	57
2.9.5.	Cronograma de ejecución.....	58

CAPÍTULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	60
3.1.	Análisis del levantamiento topográfico.....	60
3.2.	Análisis de estudio de suelos.....	60
3.3.	Análisis del diseño arquitectónico.....	62
3.4.	Idealización Estructural.....	64
3.4.1.	Estructura de sustentación.....	64
3.5.	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	66
3.5.1.	Normativa de diseño.....	66
3.5.2.	Materiales.....	66
3.5.3.	Hipótesis de carga.....	66
3.5.4.	Pre dimensionamientos de elementos estructurales.....	70
3.6.	Estructura de sustentación de cubierta y entrepisos.....	72
3.6.1.	Diseño estructural de losas alivianadas con viguetas pretensadas	
	72	
3.7.	Diseño estructural de un pórtico.....	81
3.7.1.	Diseño estructural de una viga.....	81
3.7.2.	Diseño Estructural de la Columna.....	99
3.7.3.	Diseño de zapata aislada.....	109
3.8.	Estructura complementaria.....	125

3.8.1.	Diseño Estructural de la Escalera.....	125
3.9.	Estrategias para la Ejecución Del Proyecto.....	138
3.9.1.	Especificaciones Técnicas.....	138
3.9.2.	Cómputos Métricos.....	138
3.9.3.	Precios Unitarios.....	138
3.9.4.	Presupuesto General.....	138
3.9.5.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	139

CAPÍTULO IV APORTE ACADÉMICO DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA COLABORANTE CON ACERO DECK AD-600

4.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA COLABORANTE CON ACERO DECK AD-600 Y VIGA SECUNDARIA METÁLICA.....	140
4.1.	Introducción.....	140
4.2.	Marco teórico.....	140
4.3.	Diseño Estructural de losa colaborante.....	145
4.3.1.	Determinación de la deflexión de la plancha colaborante Acero-Deck actuando como encofrado.....	145
4.3.2.	Esfuerzos de tensión por flexión en el sistema no compuesto.....	146
4.3.3.	Cálculo de esfuerzos admisibles en el sistema compuesto.....	147
4.3.4.	Condición de momento último de resistencia a la flexión.....	148
4.3.5.	Diseño por cortante.....	149
4.3.6.	Esfuerzo admisible a compresión en el concreto.....	151
4.3.7.	Deflexión del sistema compuesto.....	152
4.4.	Diseño de vigas secundarias metálicas.....	153
4.5.	Diseño de losa colaborante con placa de Acero Deck AD – 600 y	

vigas secundarias metálicas.....	155
4.6. Diseño de losa colaborante.....	156
4.6.1. Determinación de la deflexión de la placa de Acero Deck actuando como encofrado.....	156
4.6.2. Esfuerzo de tensión por flexión en el sistema no compuesto (condición de apoyo de tres tramos).....	158
4.6.3. Cálculo de esfuerzos admisibles en sistema compuesto.....	159
4.6.4. Condición de momento último de resistencia a flexión.....	164
4.6.5. Diseño por cortante.....	166
4.6.6. Esfuerzo admisible a compresión en el hormigón.....	168
4.6.7. Deflexión del sistema compuesto.....	169
4.7. Diseño de vigas secundaria metálicas (sección cajón con doble perfil tipo C).....	172
4.7.1. Limitaciones geométricas.....	172
4.7.2. Resistencia a flexión alrededor al eje X.....	172
4.7.3. Resistencia a corte en la dirección del eje Y.....	173
4.7.4. Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte alrededor del eje Y.....	175
4.7.5. Resistencia a flexión combinada con tracción.....	176
4.8. Análisis comparativo técnica y económica de Losa Colaborante con acero Deck (AD-600) vs. Losa Alivianada con viguetas pretensadas.....	178
4.8.1. Análisis comparativo económico “Losa Alivianada con viguetas pretensadas Vs. Losa Colaborante con Acero Deck (AD-600)”.....	178
4.8.2. Análisis comparativo Técnico de “Losa Alivianada con viguetas pretensadas Vs. Losa Colaborante con Acero Deck (AD-600)”.....	181

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	184
5.1.	Conclusiones.....	184
5.2.	Recomendaciones.....	185
	BIBLIOGRAFÍA.....	187

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.	Plano de ubicación del emplazamiento del proyecto.....	4
Figura N° 2.	Imagen satelital del emplazamiento del proyecto.....	5
Figura N° 3.	Granulometría.....	7
Figura N° 4.	Sistema de clasificación de suelos UCCS.....	11
Figura N° 5.	Sistema de clasificación de suelos UCCS.....	12
Figura N° 6.	Ensayo de SPT.....	14
Figura N° 7.	Capacidad portante en arcillas y mezclas de suelos.....	15
Figura N° 8.	Diámetros y áreas de aceros.....	20
Figura N° 9.	Barras corrugadas – características mecánicas.....	20
Figura N° 10.	Coeficientes de minoración de resistencia y mayoración de cargas	21
Figura N° 11.	Coeficientes de minoración de resistencia y mayoración de cargas	22
Figura N° 12.	Coeficientes de ponderación de las acciones.....	22
Figura N° 13.	Cuantías de armadura - 1.....	25
Figura N° 14.	Cuantías de armadura - 2.....	26
Figura N° 15.	Cuantías de armadura - 3.....	26
Figura N° 16.	Componentes de losa alivianadas con viguetas pretensadas.....	29

Figura N° 17. Cuantías geométricas mínimas.....	34
Figura N° 18. Valores del coeficiente “a”.....	40
Figura N° 19. Nomograma para determinar la longitud de pandeo.....	41
Figura N° 20. Zapata asilada sometida a M, V, N.....	45
Figura N° 21. Diagrama de esfuerzos sobre el suelo.....	47
Figura N° 22. Secciones críticas.....	48
Figura N° 23. Área de cortante a flexión.....	49
Figura N° 24. Distancia $0,15 \cdot a_0$ para el cálculo del momento de diseño (Md) 50	
Figura N° 25. Diagrama de esfuerzos para el “Md”.....	50
Figura N° 26. Ilustración de Cálculo a Flexión de una Zapata Flexible.....	51
Figura N° 27. Formulario B-2 Análisis de Precios Unitarios.....	56
Figura N° 28. Cómputos Métricos.....	57
Figura N° 29. Formulario B-1 Presupuesto General.....	58
Figura N° 30. Formulario A-8 Cronograma de Ejecución.....	59
Figura N° 31. Topografía del lugar de emplazamiento.....	60
Figura N° 32. Puntos de realización de los estudios de suelos.....	61
Figura N° 33. Plano arquitectónico planta baja lado izquierdo.....	63
Figura N° 34. Plano arquitectónico planta baja lado derecho.....	64
Figura N° 35. Idealización de la estructura.....	65
Figura N° 36. Dimensiones de tanque de agua Plaxburg.....	68
Figura N° 37. Ubicación de los dos tanques de 2500 lt.....	69
Figura N° 38. Ubicación de las Juntas de dilatación.....	72

Figura N° 39. Sección de la Vigüeta en $t=0$	73
Figura N° 40. Sección Homogeneizada de la Vigüeta en $t=\infty$	76
Figura N° 41. Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga 3288 entre las Columnas C20 – C25 (Segunda Planta).....	82
Figura N° 42. Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga 3414 entre los Pilares C20 – C25 (Segunda Planta).....	88
Figura N° 43. Anclaje en Barras Corrugadas en Posición I.....	95
Figura N° 44. Anclaje en Barras Corrugadas en Posición II.....	96
Figura N° 45. Disposición de la Armadura en la Viga 3288.....	97
Figura N° 46. Columna en Estudio C21.....	100
Figura N° 47. Vista en el Eje X e Y de la Columna 21.....	101
Figura N° 48. Nomograma para Determinar la Longitud de Pandeo.....	103
Figura N° 49. Ábaco en Roseta para Flexión Esviada de seis barras.....	106
Figura N° 50. Disposición de la Armadura para la Columna C21.....	108
Figura N° 51. Diagramas de tensiones.....	113
Figura N° 52. Diagrama de tensiones eje X.....	114
Figura N° 53. Recubrimiento mecánico en zapata.....	114
Figura N° 54. Diagrama de tensiones eje Y.....	116
Figura N° 55. Fuerzas que generan vuelco sobre la fundación.....	120
Figura N° 56. Fuerzas que generan deslizamiento sobre la fundación.....	120
Figura N° 57. Armadura de espera.....	121
Figura N° 58. Disposición de la Armadura en la Zapata C73.....	123
Figura N° 59. Disposición del Armado en la Zapata P24 en 3D.....	124
Figura N° 60. Geometría de la Escalera.....	125

Figura N° 61.	Cargas que Actúan sobre la Escalera y Diagrama de Momentos	128
Figura N° 62.	Disposición de la Armadura en la Escalera	137
Figura N° 63.	Perfil tipo AD-900	142
Figura N° 64.	Perfil tipo AD-600	142
Figura N° 65.	Perfil tipo AD-730	143
Figura N° 66.	Esquema típico de apuntalamientos temporales	144
Figura N° 67.	Fundición monolítica	145
Figura N° 68.	Área de concreto que toma el esfuerzo cortante	150

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1.	Resistencias admisibles en arcillas	14
Tabla N°2.	Relación de resistencias para arenas	15
Tabla N°3.	Dimensiones de las viguetas	30
Tabla N°4.	Estudio de suelos, resultados del ensayo de SPT	61
Tabla N°5.	Valores de las cargas permanentes	66
Tabla N°6.	Sobrecargas de uso sugerencias por la Norma APNB 1225002-1	67
Tabla N°7.	Secciones de columnas utilizadas	70
Tabla N°8.	Tabla de Comparación del Cálculo Manual vs el Programa CYPECAD del Elemento Viga	98
Tabla N°9.	Tabla de Comparación del Cálculo Manual vs el Programa CYPECAD del Elemento Columna	109
Tabla N°10.	Tabla de Comparación del Cálculo Manual vs el Programa CYPECAD del Elemento Zapata	124
Tabla N°11.	Tabla de Comparación del Cálculo Manual vs el Programa	

CYPECAD del Elemento Escalera.....	137
Tabla N°12. Precio para 1m ² de losa alivianada con viguetas pretensadas. 178	
Tabla N°13. Precio para 1m ² de losa colaborante con acero deck (AD-600). 179	
Tabla N°14. Comparativa económica.....	180
Tabla N°15. Comparativa técnica referente al peso de estructura.....	181
Tabla N°16. Comparativa técnica en base a rendimientos entre losas.....	182

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO II CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES USADOS

ANEXO III TABLAS GENERALES Y ANÁLISIS DE CARGA

ANEXO IV COMPROBACIÓN DE LOSA CASIONADA Y ZAPATA
COMBINADA

ANEXO V COMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO VI PRECIOS UNITARIOS

ANEXO VII PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO VIII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO IX CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PLANO TOPOGRÁFICO

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

PLANOS ESTRUCTURALES