

**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 LOS MÓDULOS A-5 Y A-12 DEL PROYECTO  
“REFACCIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA,  
ESTERILIZACIÓN Y ARCHIVO CLÍNICO DEL HOSPITAL REGIONAL SAN  
JUAN DE DIOS DE TARIJA”**

**(PROVINCIA CERCADO - DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

**Por:**

**BURGOS DAVALOS ALVARO GREGORIO**

**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 DE LOS MÓDULOS A-5 Y A-12 DEL PROYECTO  
“REFACCIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA,  
ESTERILIZACIÓN Y ARCHIVO CLÍNICO DEL HOSPITAL REGIONAL SAN  
JUAN DE DIOS DE TARIJA”**

**(PROVINCIA CERCADO - DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

**Por:**

**BURGOS DAVALOS ALVARO GREGORIO**

**SEMESTRE II - 2022**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida, la salud y perseverancia para culminar con esta etapa de mi vida.

A mis padres, por su apoyo, por su comprensión, por sus enseñanzas de vida, por todos esos valores que me enseñaron y guiaron en mi vida y por sobre todo su amor, dándome esa fuerza para seguir adelante.

A todos quienes me apoyaron durante mi proceso de formación, compañeros y docentes.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I .....	1
1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	1
1.1. Situación problemática.....	1
1.1.1. Planteamiento .....	1
1.1.2. Formulación.....	2
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. OBJETIVOS .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivo específico .....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3.1. Académico.....	4
1.3.2. Técnica.....	4
1.3.3. Social .....	4
1.3.4. Económico .....	5
1.3.5. Ambiental .....	5
1.3.6. Espacial.....	5
1.4. ALCANCE DEL PROYECTO .....	6
1.5. APORTE ACADÉMICO.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	8
2.1.1. Precisión .....	8
2.1.2. Trabajo de campo .....	8
2.1.3. Notas de campo .....	8
2.1.4. Trabajo de gabinete .....	9
2.1.5. Dibujo-plano.....	9
2.2. ESTUDIO DE SUELOS.....	9
2.2.1. Ensayo de penetración normal (spt) .....	10
2.2.1.1. Presión admisible.....	11
2.2.2. Granulometría del suelo (método mecánico).....	11
2.2.2.1. Clasificación de suelos método succ. ....	12
2.3. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	13
2.3.1. Estructura de sustentación de la cubierta.....	13
2.3.1.1. Cubierta metálica.....	13
2.3.1.1.1. Hipótesis de carga para la cubierta metálica.....	13
2.3.1.1.2. Diseño de elementos sometidos a tracción .....	14
2.3.1.1.3. Diseño de miembros en compresión.....	15
2.4. ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN .....	17
2.4.1. Estructura aporticada.....	18
2.4.1.1. Resistencia de cálculo.....	18

2.4.1.2.	Diagrama de cálculo tensión – deformación hormigón armado.....	19
2.4.1.3.	Acero estructural.....	21
2.4.1.4.	Adherencia entre el hormigón y el acero.....	21
2.4.1.5.	Distancia entre barras .....	22
2.4.1.6.	Recubrimiento .....	22
2.4.1.7.	Empalmes de las armaduras .....	25
2.4.1.8.	Estados límites.....	26
2.4.1.9.	Acciones de carga sobre la estructura.....	27
2.4.1.10.	Hipótesis de carga para la estructura de hormigón armado .....	28
2.4.2.	Vigas.....	29
2.4.2.1.	Cálculo a flexión simple.....	29
2.4.2.2.	Proceso de cálculo de la armadura longitudinal a tracción .....	30
2.4.2.3.	Cálculo de la armadura transversal.....	31
2.4.3.	Columnas.....	32
2.4.3.1.	Esbeltez geométrica y mecánica.....	32
2.4.3.2.	Flexión esviada.....	33
2.4.3.3.	Compresión simple.....	34
2.4.3.4.	Excentricidad mínima de cálculo .....	34
2.4.3.5.	Cálculo de la armadura longitudinal.....	35
2.4.3.6.	Cálculo de la armadura transversal.....	35
2.4.4.	Fundaciones.....	35
2.4.4.1.	Presión de apoyo del suelo en base de las zapatas .....	35
2.4.4.2.	Zapatas aisladas .....	36
2.4.5.	Losa aligerada con viguetas pretensadas y complemento de plastroformo. ....	38
2.4.6.	Losa maciza de hormigón armado.....	39
2.4.7.	Escaleras .....	40
2.5.	Estrategia para la ejecución del proyecto.....	41
2.6.	Especificaciones técnicas .....	41
2.7.	Precios unitarios .....	41
2.8.	Cómputos métricos.....	42
2.9.	Presupuesto.....	42
2.10.	Planeamiento y cronograma.....	42
CAPÍTULO III .....		44
3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	44
3.1.	ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	44
3.2.	ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS .....	44
3.3.	ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO .....	52
3.4.	PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL.....	52
3.4.1.	Datos generales del proyecto.....	53
3.4.2.	Materiales empleados. ....	53
3.5.	ANÁLISIS DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	54
3.5.1.	Cargas consideradas sobre la estructura .....	54

3.5.2.	Recubrimientos. Estado límite de durabilidad.....	54
3.6.	ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN. ....	54
3.6.1.	Diseño de cubierta metálica con perfiles de hacer conformado en frío.....	54
3.6.2.	Diseño de la losa aligerada de viguetas con complemento de plastoformo. ..	88
3.6.3.	Verificación del diseño estructural de la viga. ....	106
3.6.4.	Verificación del diseño estructural de la columna.....	117
3.6.5.	Verificación de la zapata combinada.....	125
3.7.	DESARROLLO DE LA ESTRATEGÍA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	137
3.7.1.	Especificaciones técnicas .....	137
3.7.2.	Precios unitarios .....	137
3.7.3.	Presupuesto general de la obra .....	137
3.7.4.	Cronograma de ejecución .....	137
CAPÍTULO IV	.....	138
4.	APORTE ACADÉMICO. ....	138
CAPÍTULO V	.....	164
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	164
5.1.	CONCLUSIONES.....	164
5.2.	RECOMENDACIONES. ....	165
BIBLIOGRAFÍA	.....	167
ANEXO N.º 1	TOPOGRAFÍA.....	168
ANEXO N.º 2	ESTUDIO DE SUELOS .....	175
ANEXO N.º 3	CÁLCULO DE CARGAS.....	191
ANEXO N.º 4	TABLAS GENERALES DE CÁLCULO.....	206
ANEXO N.º 5	DATOS GENERALES DE LA OBRA.....	214
ANEXO N.º 6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	229
ANEXO N.º 7	DISEÑO DE UNIONES Y PLACA DE APOYO EN ESTRUCTURA METÁLICA .....	283
ANEXO N.º 8	CÓMPUTOS MÉTRICOS .....	290
ANEXO N.º 9	PRECIOS UNITARIOS .....	299
ANEXO N.º 10	PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA.....	324
ANEXO N.º 11	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	326
ANEXO N.º 12	PLANOS .....	336

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del proyecto. ....	6
Figura 2.1. Diagrama parábola – rectángulo. ....	20
Figura 2.2. Diagrama rectangular .....	20
Figura 2.3. Adherencia entre el hormigón y el acero .....	22
Figura 2.4. Longitud de anclaje, en centímetros. ....	24
Figura 2.5. Presiones de contacto en diferentes tipos de suelo.....	36
Figura 2.6. Zapata aislada con carga excéntrica en las dos direcciones .....	37
Figura 2.7. Geometría de losa alivianada. ....	38
Figura 2.8. Armado de losa macizo de hormigón armado.....	39
Figura 3.1. Plano curvas de nivel .....	44
Figura 3.2. Diagrama de clasificación de suelo sucs.....	45
Figura 3.3. Propiedades comunes de los suelos granulares, no cohesivos. ....	45
Figura 3.4. Tensión admisible según el tipo de suelo.....	48
Figura 3.5. Ubicación de los pozos de estudio de suelos. ....	49
Figura 3.6. Perfil geotécnico de pozo n° 3 .....	51
Figura 3.7. Planteamiento estructural. ....	52
Figura 3.8. Propiedades geométricas del perfil. ....	55
Figura 3.9. Diagrama de esfuerzos internos del perfil.....	58
Figura 3.10. Diagrama de esfuerzos internos del perfil.....	60
Figura 3.11. Esquema de viga simplemente apoyadas más sus cargas. ....	63
Figura 3.12. Descomposición de carga ultima en ejes locales del perfil.....	65
Figura 3.13. Propiedades geométricas del perfil .....	66
Figura 3.14. Esfuerzos internos maximos de la cuerda superior. ....	67
Figura 3.15. Diagrama de esfuerzos internos del perfil.....	72
Figura 3.16. Propiedades geométricas del perfil .....	75
Figura 3.17. Esfuerzos internos maximos de la cuerda inferior. ....	76
Figura 3.18. Diagrama de esfuerzos internos del perfil.....	79
Figura 3.19. Propiedades geométricas del perfil. ....	82
Figura 3.20. Esfuerzos internos maximos de la diagonal. ....	82
Figura 3.21. Propiedades geométricas del perfil.....	86

Figura 3.22. Esfuerzos internos maximos del montante.....	86
Figura 3.23. Representación gráfica de la losa. ....	88
Figura 3.24. Losa alivianada con viguetas pretensadas.....	89
Figura 3.25. Vigueta pretensada concretec.....	89
Figura 3.26. Características geométricas de la vigueta seleccionada. ....	90
Figura 3.27. Sistema de aplicación de la vigueta. ....	91
Figura 3.28. Características geométricas del complemento de plastroformo. ....	93
Figura 3.29. Espesor mínimo de la carpeta de compresión. ....	93
Figura 3.30. Características geométricas de la vigueta pretensada (mm) ....	95
Figura 3.31. Características geométricas de la sección homogeneizada. ....	95
Figura 3.32. Punto de aplicación de la fuerza de pretensado (fp) ....	97
Figura 3.33. Armadura de distribución de la losa alivianada. ....	104
Figura 3.34. Riostras transversales en losas alivianadas. ....	105
Figura 3.35. Detallamiento de armado de losa aligerada. ....	106
Figura 3.36. Envolvente de momentos flectores de la viga 36 en la cara de columna c23.107	
Figura 3.37. Envolvente de momentos flectores de la viga 36 en la cara de columna c41.109	
Figura 3.38. Envolvente de momentos flectores positivos.....	111
Figura 3.39. Envolvente de fuerza cortante en viga 36 a una distancia “d” de c23. ....	112
Figura 3.40. Envolvente de fuerza cortante en viga 36 a una distancia “d” de c41. ....	114
Figura 3.41. Distancia desde el eje de c41 al cortante vd.....	116
Figura 3.42. Distancia desde el eje de c23 al cortante vd.....	116
Figura 3.43. Armado longitudinal y transversal de la viga 36. ....	117
Figura 3.44. Vista geométrica de columna. ....	118
Figura 3.45. Factores de longitud efectiva k para pórticos intraslacionales.....	120
Figura 3.46. Abaco en roseta para flexión esviada.....	123
Figura 3.47. Detallamiento de armado de columna.....	125
Figura 3.48. Representación gráfica de la zapata combinada.....	126
Figura 3.49. Representación gráfica de fuerzas actuantes en la zapata.....	127
Figura 3.50. Esfuerzos del suelo sobre la zapata.....	128
Figura 3.51. Viga idealizada para cálculo de esfuerzos internos de la zapata.....	129
Figura 3.52. Diagrama de momentos flectores.....	129



Figura 3.53. Ancho de cálculo para la determinación de la armadura transversal. ....	131
Figura 3.54. Viga idealizada para cálculo de esfuerzos internos de la zapata.....	132
Figura 3.55. Diagrama cortante. ....	134
Figura 3.56. Detallamiento de armado de zapata combianda. ....	136
Figura 4.1. Partes constitutivas de una escalera .....	141
Figura 4.2. Esquema estructural .....	144
Figura 4.3. Representación gráfica de la disposición de armaduras para la escalera .....	146
Figura 4.4. Esquema estructural de la escalera metálica .....	148
Figura 4.5. Propiedades geométricas del perfil .....	149
Figura 4.6. Esfuerzos internos máximos de la columna en estudio.....	149
Figura 4.7. Propiedades geométricas del perfil .....	151
Figura 4.8. Esfuerzos internos máximos de la vigueta en estudio.....	152
Figura 4.9. Rampa superior de la escalera.....	154
Figura 4.10. Propiedades geométricas del perfil .....	155
Figura 4.11. Esfuerzos internos máximos del perfil en estudio.....	155
Figura 4.12. Cálculo del tiempo de fabricación de la escalera de $h^\circ a^\circ$ .....	157
Figura 4.13. Cálculo del tiempo de fabricación de la escalera metálica .....	158
Figura 4.14. Planilla de precio unitario de la escalera de $h^\circ a^\circ$ .....	159
Figura 4.15. Planilla de precio unitario de escalera metálica. ....	160

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Clasificación de suelos según el sistema sus .....	12
Tabla 2. 2. Coeficiente de minoración de la resistencia de los materiales .....	19
Tabla 2. 3. Coeficiente ponderación de acciones .....	19
Tabla 2. 4. Recubrimientos mínimos.....	23
Tabla 2. 5. Valores de coeficiente numérico “m”.....	25
Tabla 3.1. Tabla de resultados de “capacidad de carga según su autor”.....	48
Tabla 3.2. Características del suelo. ....	50
Tabla 3.3. Combinaciones de cargas. ....	64
Tabla 3.4. Especificaciones técnicas de las viguetas pretensadas .....	90
Tabla 3.5. Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.....	91
Tabla 3.6. Comparación: vigueta pretensada - vigueta prefabricada. ....	92
Tabla 3.7. Características geométricas de las secciones que concurren a la columna. ....	118
Tabla 3.8. Desplazamiento de columna.....	119
Tabla 4.1. Medidas de las escaleras.....	141
Tabla 4.2. Comparación de armadura manual y cypecad.....	146
Tabla 4.3. Presupuesto total de la escalera de h <sup>o</sup> a <sup>o</sup> .....	159
Tabla 4.4. Presupuesto total de escalera metálica .....	160
Tabla 4.5. Peso propio de escalera metálica y de h <sup>o</sup> a <sup>o</sup> . ....	161
Tabla 4.6. Conclusiones técnico-económicas.....	162