

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 CENTRO DE SALUD DEL
BARRIO JARDÍN, DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

ELVIS COLQUE LOPEZ

SEMESTRE II - 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 DEL CENTRO DE SALUD DEL
BARRIO JARDÍN, DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

ELVIS COLQUE LOPEZ

SEMESTRE II - 2021

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Liliana Carola Miranda Encinas
DOCENTE GUÍA

.....
M. Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda
DECANO a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

.....
M. Sc. Lic. Deysi Beatriz Arancibia Marquez
VICEDECANA a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Oscar Chavez Vargas

.....
M. Sc. Ing. Michael Willy Echalar Flores

.....
M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A toda a mi querida familia, por ayudarme a cumplir mis metas con su apoyo incondicional en todo momento, sobre todo a mí madre Esperanza por su comprensión y consejos para ser una mejor persona cada día, a mi esposa Mariela y mi hijo Pedro David por estar a mi lado en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y la fortaleza que me ha permitido llegar a culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi querida madre por el apoyo ofrecido dentro del núcleo familiar.

A mi esposa por tenerme paciencia y estar siempre a mi lado.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en todos los momentos y dedicarme todo su amparo en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis sobrinos por darme ánimos.

A todos mis amigos y amigas de la universidad que conocí en esta etapa de mi vida.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en toda mi carrera.

PENSAMIENTO

*Aprende, no para acumular
conocimientos como un tesoro
personal, sino para emplear lo
aprendido al servicio del mundo.*

ÍNDICE

ANTECEDENTES

1.1. EL PROBLEMA	1
1.1.1. Planteamiento del Problema	1
1.1.2. Formulación	2
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	5
1.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.5.1. Descripción del Lugar de Emplazamiento	7

MARCO TEÓRICO

2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	8
2.1.1. Curvas de Nivel.....	9
2.1.2. Determinación de la configuración topográfica del Terreno	10
2.2. ESTUDIO DE SUELO	10
2.2.1. Capacidad de Soporte del Suelo.....	11

2.2.1.1. Distribución Granulométrica.....	11
2.2.1.2. Análisis Mecánico del Suelo.....	11
2.2.1.3. Análisis de tamiz.....	12
2.2.1.4. Tamaño de Partícula de Suelo.....	14
2.2.2. Consistencia del Suelo.....	15
2.2.2.1. Límites de Atterberg.....	15
2.2.3. Clasificación de Suelos.....	17
2.2.3.1. Sistema de Clasificación AASHTO.....	17
2.2.3.2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelo.....	18
2.2.4. Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T.).....	20
2.2.5. Presión Admisible.....	24
2.3. DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	25
2.3.1. Metodología Empleada en un Diseño Arquitectónico.....	26
2.3.2. Desarrollo del Proceso de Diseño Arquitectónico.....	26
2.4. IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL.....	27
2.5. NORMAS DE DISEÑO.....	29
2.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA OBRA CIVIL.....	30
2.6.1. Análisis Estructural y Dimensional.....	31
2.6.1.1. Fases del Análisis Estructural.....	32
2.7. CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO DE LOS MATERIALES.....	33
2.7.1. Hormigón.....	33
2.7.1.1. Características Mecánica del Hormigón.....	33
2.7.1.2. Diagrama Real, Tensión – Deformación.....	36

2.7.1.3. Diagrama de Cálculo, Tensión – Deformación.....	37
2.7.1.4. Diagrama Parábola-Rectángulo	37
2.7.1.5. Diagrama rectangular	38
2.7.1.6. Coeficiente de Poisson	39
2.7.1.7. Coeficiente de Dilatación Térmica	39
2.7.2. Aceros.....	39
2.7.2.1. Resistencia característica.....	39
2.7.2.2. Resistencia de cálculo.....	39
2.7.2.3. Diagrama Tensión-Deformación	40
2.7.2.4. Diagrama de Cálculo Tensión-Deformación	40
2.7.2.5. Módulo de Deformación Longitudinal	40
2.7.2.6. Coeficiente de Dilatación Térmica	41
2.7.3. Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado (H° A°)	41
2.7.3.1. Generalidades.....	41
2.7.3.2. Coeficientes de Minoración de Resistencias y Mayoración de Cargas	42
2.7.3.3. Hipótesis de Cargas	43
2.7.3.4. Dominios de Deformación	45
2.7.4. Adherencia Entre el Hormigón y el Acero	46
2.7.4.1. Disposición de las Armaduras.....	47
2.7.4.2. Recubrimiento	49
2.7.4.3. Doblado de las Armaduras	51
2.7.4.4. Anclaje de las armaduras.....	52
2.7.4.5. Empalme de las Armaduras	56

2.7.4.6. Juntas de Dilatación.....	58
2.8. DISEÑO DE LOSAS.....	59
2.8.1. Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas.....	59
2.8.1.1. Viguetas Pretensadas.....	61
2.8.1.2. Armadura de Distribución.....	66
Figura N°2.16: Armadura de Distribución de la Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas.....	66
2.9. DISEÑO DE VIGAS.....	67
2.9.1. Cálculo a Flexión Simple.....	68
2.9.1.1. Cálculo de la Armadura Longitudinal a Tracción.....	69
2.9.1.2. Cálculo de la Armadura Transversal o de Corte.....	71
2.9.1.3. Verificación de la Flecha Máxima.....	74
2.10. DISEÑO DE COLUMNAS.....	74
2.10.1. Longitud de Pandeo.....	75
2.10.2. Flexión Esviada.....	77
2.10.2.1. Ábacos Adimensionales en Roseta.....	77
2.10.2.2. Disposición Relativa de las Armaduras.....	79
2.10.2.3. Cuantías Límites.....	79
2.10.3. Esbeltez Geométrica y Mecánica.....	80
2.10.3.1. Columnas Intermedias.....	82
2.10.3.2. Sección Rectangular con Armadura Simétrica.....	82
2.10.3.3. Compresión Simple.....	82
2.10.3.4. Excentricidad Mínima de Cálculo.....	82
2.10.3.5. Excentricidad de primer orden.....	83

2.10.3.6. Excentricidad Ficticia	83
2.10.3.7. Excentricidad Total o Final de Cálculo	84
2.10.4. Cálculo de la Armadura Longitudinal	84
2.10.5. Cálculo de la Armadura Transversal	84
2.11. Estructuras Complementarias.....	85
2.11.1. Escaleras.....	85
2.11.1.1. Proceso de Cálculo de la Escalera	87
2.11.1.2. Cargas que Actúan Sobre la Escalera	88
2.11.1.3. Cálculo de las Armaduras	89
2.11.2. Rampa de Hormigón Armado	91
2.11.2.1. Cálculo de la Rampa de Hormigón Armado	92
2.12. FUNDACIONES	94
2.12.1. Clasificación General de las Cimentaciones	94
2.12.1.1. Cimentaciones Superficiales	94
2.12.2. Cimentaciones Ciclópeas	95
2.12.3. Zapatas.....	96
2.12.3.1. Zapatas Aisladas	97
2.12.3.2. Comprobación al Vuelco y al Deslizamiento	99
2.12.3.3. Cálculo a Flexión	102
2.12.3.4. Comprobación a cortante y Punzonamiento	104
2.12.3.5. Comprobación de la Adherencia.....	105
2.13. ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	106
2.13.1. Especificaciones Técnicas.....	106

2.13.2. Cómputos Métricos.....	108
2.13.3. Análisis de Precios Unitarios	110
2.13.4. Presupuesto por Ítems y General de Obra	111
2.13.5. Cronograma de Obra.....	113

INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1. ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	115
3.2. ESTUDIO DE SUELOS	116
3.3. ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	118
3.4. PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL	120
3.4.1. Estructura de Sustentación	120
3.5. ANÁLISIS, CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL	122
3.5.1. Consideraciones para el Diseño Estructural.....	122
3.5.1.1. Diseño de Junta de Dilatación.....	122
3.5.2. Predimensionamiento	124
3.5.2.1. Vigas.....	124
3.5.2.2. Columnas.....	125
3.5.2.3. Losas Unidireccionales (viguetas pretensadas)	125
3.5.2.4. Losas Macizas (Rampa)	125
3.5.2.5. Losa Alivianada	126
3.5.3. Cargas de Diseño	126
3.5.4. Diseño y Verificación de los Elementos Estructurales de Sustentación	129
3.5.4.1. Diseño de la Losa Alivianada	129
3.5.4.2. Diseño Estructural de la Viga	143

3.5.4.2.1. Diseño a Flexión	144
3.5.4.2.2. Cálculo de la Armadura Transversal cerca de la Columna P5.....	151
3.5.4.2.3. Verificación de la Flecha Máxima.....	160
3.5.4.3. Diseño Estructural de la Escalera	162
3.5.4.3.1. Cargas que Actúan Sobre la Escalera	164
3.5.4.3.2. Cálculo de las Armaduras	165
3.5.4.3.3. Diseño Armadura Longitudinal	166
3.5.4.3.4. Diseño de la Armadura Transversal	170
3.5.4.3.5. Diseño Estructural de la Escalera Utilizando el Software Sap2000.....	170
3.5.4.3.6. Cargas que Actúan Sobre la Escalera	171
3.5.4.3.7. Cálculo de las Armaduras	173
3.5.4.3.8. Diseño Armadura Longitudinal	173
3.5.4.3.9. Diseño de la Armadura Transversal	175
3.5.4.4. Diseño Estructural de la Rampa.....	178
3.5.4.4.1. Cálculo de la Armadura Inferior Positiva en la Menor Dirección “x”	179
3.5.4.4.2. Cálculo de la Armadura Inferior Positiva en la Dirección “y”	180
3.5.4.4.3. Cálculo de la Armadura Superior Negativa en la Menor Dirección “x”...	181
3.5.4.4.4. Cálculo de la Armadura Superior Negativa en la Dirección “y”	182
3.5.4.5. Diseño Estructural de la Columna	184
3.5.4.5.1. Cálculo de la Armadura Longitudinal	191
3.5.4.5.2. Cálculo de la Armadura Transversal	192
3.5.4.6. Diseño Estructural de la Zapata Aislada	194
3.5.4.6.1. Diseño Geométrico de la Zapata.....	194

3.5.4.6.2. Determinación de las Armaduras: Momentos en Secciones 1-1 y 1'-1'...	196
3.6. ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	204
3.6.1. Especificaciones Técnicas	204
3.6.2. Cómputos Métricos	204
3.6.3. Precios Unitarios	204
3.6.4. Presupuesto General	205
3.6.5. Cronograma de Ejecución del Proyecto	205
APORTE ACADÉMICO	
4.1. OBJETIVO	206
4.2. MARCO TEÓRICO.....	206
4.3. Diseño Estructural de la Viga Curva según la CBH – 87.....	209
4.3.1. Diseño a Torsión	210
4.3.2. Diseño a Flexión	212
4.3.3. Cálculo de la Armadura Transversal en la Viga	216
4.4. Diseño Estructural de la Viga Curva según la Norma ACI 318-14	224
4.4.1. Diseño a Flexión	225
4.4.2. Diseño a Cortante y Torsión.....	229
CONCLUSIONES	240
RECOMENDACIONES	241
BIBLIOGRAFÍA.....	242
ANEXOS	
PLANOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1.1: Mapa del Departamento de Tarija	6
Figura N°1.2: Mapa de la Provincia Cercado	6
Figura N°1.3: Ubicación del Proyecto	7
Figura N°2.1: Representación de Curvas de Nivel	9
Figura N°2.2: Granulometría de un Suelo de Grano Grueso Obtenida por un Análisis Granulométrico por Mallas	14
Figura N°2.3: Definición de los Límites de Atterberg.....	16
Figura N°2.4: Gráfica de Plasticidad del Sistema Unificado	19
Figura N°2.5: Gráfica de Ensayo de Penetración Estándar – SPT	20
Figura N°2.6: Gráfica de Abaco para Determinar Valores de Cargas Admisibles Máximos Probables.....	23
Figura N°2.7: Gráfica de Abaco para Determinar Valores de Cargas Admisibles Máximos Probables.....	23
Figura N°2.8: Diagrama Parábola-Rectángulo.....	37
Figura N°2.9: Diagrama Rectangular.....	38
Figura N°2.10: Diagrama de Cálculo Tensión-Deformación.....	40
Figura N°2.11: Diagrama de los Dominios de Deformación	45
Figura N°2.12 Diámetros Internos para Patillas en Barras Corrugadas.....	52
Figura N°2.13: Longitud de Anclaje en Centímetros (\emptyset en centímetros)	55
Figura N°2.14: Empalme por Traslape o Solape.....	57
Figura N°2.15: Elementos de la Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas	60
Figura N°2.16: Armadura de Distribución de la Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas.....	66

Figura N°2.17: Flexión de una Viga Simplemente Apoyada	67
Figura N°2.18: Valores del Coeficiente K para Columnas Aisladas	75
Figura N°2.19: Nomogramas de la Longitud de Pandeo en Soportes de Pórticos.....	76
Figura N°2.20: Armadura y Encofrado de una Escalera.....	86
Figura N°2.21: Partes Componentes de una Escalera	87
Figura N°2.22: Condiciones de Borde en Tramos de Escalera	88
Figura N°2.23: Rampa	91
Figura N°2.24: Tipos de Zapata	96
Figura N°2.25: Zapata Aislada Sometida a Cargas y Momentos.....	99
Figura N°2.26: Formas Típicas de una Zapata Aislada	101
Figura N°2.27: Zapatas Rígidas y Flexibles	102
Figura N°2.28: Cálculo a Flexión de una Zapata Flexible	103
Figura N°2.29: Comprobaciones al Cortante y Punzonamiento	104
Figura N°3.1: Curvas de Nivel del lugar de emplazamiento del Proyecto	115
Figura N°3.2: Ubicación de los Pozos para el Estudio de Suelos	116
Figura N°3.3: Plano Arquitectónico Planta Baja.....	118
Figura N°3.4: Plano Arquitectónico Planta Alta	119
Figura N°3.5: Estructura del Centro de Salud del Barrio Jardín	121
Figura N°3.6: Estructura con Separación de Junta de Dilatación	123
Figura N°3.7: Paño de la Losa Aliviana en Estudio.....	129
Figura N°3.8: Sección de la Vigüeta en $t = 0$	135
Figura N°3.9: Sección compuesta de vigüeta pretensada T	137
Figura N°3.10: Sección Homogeneizada de la Vigüeta en $t = \infty$	137

Figura N°3.11: Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga 3 entre los Pilares P5 – P21 (Primera Planta)	143
Figura N°3.12: Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga 3 entre los Pilares P5 – P21 (Primera Planta)	151
Figura N°3.13: Envolvente del Cortante en E.L.U. Tramos de Diseño para la Armadura de corte sección central $x = 3.35$ m.....	157
Figura N°3.14: Disposición de la Armadura en la Viga 3	161
Figura N°3.15: Vista en Planta de Escalera.....	162
Figura N°3.16: Características Geométricas de la Escalera	163
Figura N°3.17: Cargas que Actúan sobre la Escalera	165
Figura N°3.18: Diagrama de Momentos de la Escalera, como losa Simplemente Apoyada.....	166
Figura N°3.19: Cargas que Actúan sobre la Escalera, como Losa Empotrada	168
Figura N°3.20: Diagrama de Momentos de la Escalera, como Losa Empotrada	168
Figura N°3.21: Diseño de la Escalera en el Software Sap2000	171
Figura N°3.22: Gráfica de los Momentos en el Software Sap2000	173
Figura N°3.23: Disposición de la Armadura en la Escalera Sección A-A	177
Figura N°3.24: Disposición de la Armadura en la Escalera Sección C-C.....	177
Figura N°3.25: Vista de la Rampa	178
Figura N°3.26: Vista de la Columna P21 en Estudio.....	184
Figura N°3.27: Vista en el Eje X e Y de la Columna P21	186
Figura N°3.28: Nomograma para Determinar la Longitud de Pandeo	188
Figura N°3.29: Disposición de Armadura de la Columna en Estudio	193
Figura N°3.30: Geometría de la Zapata en estudio P21	196

Figura N°3.31: Momentos en las Secciones 1-1 y 1'-1'	196
Figura N°3.32: Longitud de Anclaje en Centímetros (\emptyset en centímetros)	200
Figura N°3.33: Disposición de la Armadura en la Zapata P21	203
Figura N°4.1: Analogía de una Celosía para un Elemento Sometido a Torsión	208
Figura N°4.2: Sección Equivalente de Pared Delgada para Estudio de la Torsión...	208
Figura N°4.3: Viga de Eje Curvo	209
Figura N°4.4: Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga	212
Figura N°4.5: Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga	216
Figura N°4.6: Disposición de la Armadura en la Viga en Estudio	223
Figura N°4.7: Diseño de la Viga Curva en el Software Sap2000	224
Figura N°4.8: Envolvente del Momento Flector en E.L.U. para la Viga Curva en el Software Sap2000.....	224
Figura N°4.9: Envolvente del Cortante en E.L.U. para la Viga Curva en el Software Sap2000.....	224
Figura N°4.10: Envolvente del Momento Torsor en E.L.U. para la Viga Curva en el Software Sap2000.....	225

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2.1: Tamaños de Tamices U.S. Standard	12
Tabla N°2.2: Límites de Separación de Tamaño de Suelo	15
Tabla N°2.3: Simbología del Sistema Unificado	19
Tabla N°2.4: Relación de Resistencia para las Arcillas.....	24
Tabla N°2.5: Relación de Resistencia para las Arenas	25
Tabla N°2.6: Asentamientos Admisibles	36
Tabla N°2.7: Tipos de Hormigones de acuerdo a su Resistencia (<i>MPa</i>).....	36
Tabla N°2.8: Coeficientes de Minoración de la Resistencia de los Materiales	42
Tabla N°2.9: Coeficientes de Mayoración.....	43
Tabla N°2.10: Recubrimientos Mínimos en Milímetros.....	50
Tabla N°2.11: Longitudes de Anclaje para Barras Corrugadas Aisladas Valores de los Coeficientes “m”	56
Tabla N°2.12: Porcentaje Máximo de Barras Empalmadas con Relación a la Sección Total del Acero	58
Tabla N°2.13: Dimensiones de las Viguetas	61
Tabla N°2.14: Valores de <i>Kre</i> y <i>J</i>	64
Tabla N°2.15: Valores de <i>C</i>	65
Tabla N°3.1: Resultados del Estudio de Suelos	117
Tabla N°3.2: Resumen de las Cargas Permanentes o Cargas Muertas	127
Tabla N°3.3: Resumen de las Sobrecargas de Uso Consideradas.....	128
Tabla N°3.4: Especificaciones Técnicas Viguetas Pretensadas CONCRETEC	131
Tabla N°3.5: Vigueta Pretensada - Vigueta Prefabricada.....	132
Tabla N°3.6: Complemento Plastoform CONCRETEC	133

Tabla N°3.7: Resultados Armadura Longitudinal	150
Tabla N°3.8: Resultados Armadura Transversal	160
Tabla N°3.9: Resultados de las Armaduras para la Escalera	176
Tabla N°3.10: Resultados de las Armaduras para la Rampa	183
Tabla N°3.11: Geometría de los Elementos que Concurren a la Columna P21	185
Tabla N°3.12: Resultados de las Armaduras para Columna P21	193
Tabla N°3.13: Resultados de las Armaduras para la Zapata P21	202
Tabla N°4.1: Resultados de las Armaduras de la Viga (Norma CBH-87)	222
Tabla N°4.2: Resultados de las Armaduras de la Viga (Norma ACI 318-14)	235
Tabla N°4.3: Comparación de la Cuantía Longitudinal Según la Norma CBH – 87 y ACI 318-14 (Diseño Manual):.....	237
Tabla N°4.4: Comparación de la Cuantía Longitudinal Según la Norma CBH – 87 y ACI 318-14 (Diseño Software):	238

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ P.C.E.S

ANEXO 2 TABLAS

ANEXO 3 ANÁLISIS DE CARGAS

ANEXO 4 TOPOGRAFÍA

ANEXO 5 ESTUDIO DE SUELOS Y VERIFICACIÓN

ANEXO 6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 7 CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO 8 PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 9 PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO 10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

PLANO TOPOGRÁFICO

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

PLANOS ESTRUCTURALES