

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES



TOMO I

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE CENTRO INTEGRAL SOCIAL Y CULTURAL DEL
MUNICIPIO DE ENTRE RIOS”

Por:

ANDRES FERNANDEZ FIGUEROA

SEMESTRE I - 2023

Tarija-Bolivia

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE CENTRO INTEGRAL SOCIAL Y CULTURAL DEL
MUNICIPIO DE ENTRE RIOS”**

Por:

ANDRES FERNANDEZ FIGUEROA

ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV-502
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II

SEMESTRE I - 2023

Tarija-Bolivia

DEDICATORIA:

Este proyecto dedico a Familia que me todas estuvieron dando su apoyo para que pueda cumplir mis metas a amigos que me dieron el apoyo necesario y sobre todo a mi y demostrarme que puedo lograr lo que me pueda prometer.

Dedicatoria

Agradecimientos

Pensamiento

Resumen

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. ANTECEDENTES..... | 24 |
| 1.1. El problema..... | 24 |
| 1.1.1 Planteamiento..... | 24 |
| 1.1.2 Formulación..... | 24 |
| 1.1.3 Sistematización..... | 25 |
| 1.2. Objetivos..... | 25 |
| 1.2.1 General..... | 25 |
| 1.2.2 Específicos..... | 26 |
| 1.3. Justificación..... | 26 |
| 1.3.1 Académica..... | 26 |
| 1.3.2 Técnica..... | 26 |
| 1.3.3 Social..... | 27 |
| 1.4. Alcance del proyecto..... | 27 |
| 1.4.1 General..... | 27 |
| 1.4.2 Análisis de Alternativas..... | 27 |
| 1.4.4 Aporte Académico..... | 27 |
| 1.5. Localización..... | 27 |
| 1.5.1. Servicios básicos existentes..... | 28 |
| 2. MARCO TEORICO..... | 31 |
| 2.1. Levantamiento Topográfico..... | 31 |
| 2.2. Estudio de Suelos..... | 31 |
| 2.3. Diseño Arquitectónico..... | 32 |

| | |
|--|-----|
| 2.4. Idealización de las estructuras..... | 32 |
| 2.4.1 Sustentación de la cubierta..... | 32 |
| 2.4.1 Sustentación de edificación..... | 33 |
| 2.5. Diseño Estructural..... | 35 |
| 2.5.1 Estructura de sustentación de Cubierta..... | 35 |
| 2.5.2 Estructura de sustentación de la Edificación..... | 50 |
| 2.6. Estrategia para la ejecución del proyecto..... | 72 |
| 2.6.1. Especificaciones técnicas..... | 73 |
| 2.6.2. Cómputos métricos..... | 73 |
| 2.6.3. Precios unitarios..... | 74 |
| 2.6.4. Presupuesto..... | 75 |
| 2.6.5. Planificación y cronograma..... | 76 |
| 3. INGENIERIA DEL PROYECTO..... | 78 |
| 3.1. Análisis del Levantamiento topográfico..... | 78 |
| 3.2. Análisis del Estudio de Suelos..... | 79 |
| 3.3. Análisis del Diseño arquitectónico..... | 79 |
| 3.4. Planeamiento estructural..... | 80 |
| 3.4.1 Estructura de sustentación de Cubierta..... | 80 |
| 3.4.2 Estructura de sustentación de la Edificación..... | 82 |
| 3.5. Análisis, cálculo y diseño estructural..... | 84 |
| 3.5.1 Estructura de sustentación de cubierta..... | 84 |
| 3.5.2 Estructura de sustentación de la edificación..... | 115 |
| 3.6. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto..... | 129 |
| 3.6.1. Especificaciones Técnicas..... | 129 |
| 3.6.2. Precios unitarios..... | 129 |
| 3.6.3. Cómputos Métricos..... | 132 |
| 3.6.4. Presupuesto..... | 132 |
| 3.6.5. Planificación y cronograma..... | 132 |
| 4. APORTE ACADEMICO..... | 134 |

| | |
|--|-----|
| 4.1. Marco teórico..... | 134 |
| 4.1.1 Definición..... | 134 |
| 4.1.1.1 Sistema atirantado..... | 134 |
| 4.2. Alcance del aporte..... | 135 |
| 4.1.1 Normas de Diseño..... | 135 |
| 4.1.2 Materiales para el diseño..... | 137 |
| 4.1.3 Cargas Actuantes..... | 138 |
| 4.1.4 Combinaciones de Carga..... | 138 |
| 4.3. Producto – Aporte..... | 139 |
| 4.3.1 Determinación de cargas..... | 140 |
| 4.3.2 Distribución de cargas sobre la cubierta..... | 142 |
| 4.3.2 Análisis Estructural de estructuras metálicas..... | 145 |
| 4.3.4 Diseño de elementos..... | 148 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 157 |
| 5.1 Conclusiones..... | 157 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 158 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXOS..... | 160 |
| ANEXO 1. Ábacos – Tablas – Análisis de Cargas..... | 162 |
| 1.1 Ábacos..... | 162 |
| 1.2 Tablas..... | 163 |
| 1.2.1 Tablas para el diseño de perfiles metálicos de acero conformado..... | 163 |
| 1.3 Análisis y Metrado de Cargas..... | 182 |
| ANEXO 2. Levantamiento Topográfico..... | 187 |
| ANEXO 3. Estudio de suelos..... | 192 |
| ANEXO 4 Memoria de cálculo y diseño..... | 203 |
| ANEXO 5 Especificaciones técnicas..... | 289 |
| ANEXO 6. Precios unitarios..... | 312 |
| ANEXO 7. Cómputos métricos..... | 340 |
| ANEXO 8. Presupuesto general..... | 353 |
| ANEXO 9. Cronograma..... | 355 |
| ANEXO 10. Planos arquitectónicos y estructurales..... | 357 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Alternativa 1 de Formulación..... | 24 |
| Figura 1.2 Alternativa 2 de Formulación..... | 25 |
| Figura 1.3 Localización del proyecto..... | 28 |
| Figura 2.1 Idealización de la cubierta metálica..... | 33 |
| Figura 2.2 Idealización de la edificación..... | 34 |
| Figura 2.3 Tipos de Soldadura..... | 37 |
| Figura 2.4 Flexión asimétrica..... | 48 |
| Figura 2.5 Losa Aliviada con Viguetas pretensadas..... | 54 |
| Figura 2.6 Losa Casetonada..... | 56 |
| Figura 2.7 Modelos de Losa Nervada..... | 58 |
| Figura 2.8 Diagrama de esfuerzo parábola rectángulo..... | 60 |
| Figura 2.9 Nomogramas para Pórticos..... | 64 |
| Figura 2.10 Abaco de diagrama de interacción para Columnas..... | 67 |
| Figura 2.11 Zapata aislada sometida a M, V, N..... | 69 |
| Figura 2.12 Tabla de Insumos para Precios Unitarios..... | 75 |
| Figura 2.13 Parámetros de cálculo..... | 75 |
| Figura 3.1 Levantamiento Topográfico..... | 78 |
| Figura 3.2 Ubicación del Levantamiento Topográfico..... | 78 |
| Figura 3.3 Modelo de Estructura de la cubierta 1..... | 80 |
| Figura 3.4 Modelo de Estructura de la cubierta 2..... | 80 |
| Figura 3.5 Modelo de Estructura de la cubierta 3..... | 81 |
| Figura 3.6 Modelo de Estructura de la cubierta 4..... | 81 |
| Figura 3.7 Modelo de Estructura de la cubierta 5..... | 81 |
| Figura 3.8 Modelo de la estructura de edificación..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.9 Modelo de cimentación..... | 83 |
| Figura 3.10 Modelado de Graderías..... | 83 |
| Figura 3.11 Idealización de la cercha..... | 84 |
| Figura 3.12 Representación de Carga Viva..... | 88 |
| Figura 3.13 Representación Carga Muerta..... | 89 |
| Figura 3.14 Representación Carga de Viento..... | 89 |
| Figura 3.15 Representación Carga de Granizo..... | 89 |
| Figura 3.16 Análisis Estructural de Correa en eje "X"..... | 91 |
| Figura 3.17 Análisis Estructural de Correa en eje "Y"..... | 92 |
| Figura 3.18 Perfil Tipo C 120x50x15x2.5 mm para las correas..... | 92 |
| Figura 3.19 Análisis Estructural de Cordón Superior [Momento y Cortante]..... | 95 |
| Figura 3.20 Análisis Estructural de Cordón Superior [Axial]..... | 95 |
| Figura 3.21 Análisis Estructural de Cordón Inferior [Momento y Cortante]..... | 96 |
| Figura 3.22 Análisis Estructural de Cordón Inferior [Axial]..... | 96 |
| Figura 3.23 Perfil Tipo Cajon 120x40x2 mm para Cordón Sup-Inf..... | 97 |
| Figura 3.24 Análisis Estructural de la Diagonal [Momento y Cortante]..... | 102 |
| Figura 3.25 Análisis Estructural de la Diagonal [Axial]..... | 102 |
| Figura 3.26 Perfil Tipo Cajon 80x40x2 para las Diagonales..... | 103 |
| Figura 3.27 Análisis Estructural de Montante [Momento y Cortante]..... | 105 |
| Figura 3.28 Análisis Estructural de Montante [Axial]..... | 106 |
| Figura 3.29 Perfil Tipo Cajon 80x40x2 mm para Montantes..... | 106 |
| Figura 3.30 Esquema de las uniones, cuerda superior y correa..... | 109 |
| Figura 3.31 Espesor efectivo de la garganta..... | 111 |
| Figura 3.32 Detallamiento de apoyo fijo para cerchas..... | 113 |
| Figura 3.33 Detallamiento de apoyo fijo para cerchas..... | 114 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.34 Modelo 3d de apoyo fijo para cerchas..... | 115 |
| Figura 3.35 Geometría de losa alivianada h=20cm..... | 116 |
| Figura 3.36 Geometría de losa alivianada h=25cm..... | 117 |
| Figura 3.37 Geometría de losa alivianada..... | 117 |
| Figura 3.38 Dimensiones de Losa Casetonada..... | 118 |
| Figura 3.39 Armado de Losa Casetonada..... | 118 |
| Figura 3.40 Viga de mayor sollicitación entre C115 – C98..... | 119 |
| Figura 3.41 Resultados de Cypecad..... | 120 |
| Figura 3.42 Armado de viga más sollicitada..... | 121 |
| Figura 3.43 Viga Sollicitada..... | 121 |
| Figura 3.44 Armadura Transversal de viga..... | 123 |
| Figura 3.45 Resultados de Cypecad..... | 124 |
| Figura 3.46 Columna C140..... | 124 |
| Figura 3.47 Esfuerzos últimos en columna C140..... | 125 |
| Figura 3.48 Disposición de Armadura Longitudinal..... | 125 |
| Figura 3.49 Resultados de columna C140..... | 126 |
| Figura 3.50 Dimensiones en planta de Gradería..... | 128 |
| Figura 3.51 Armadura Zapata Aislada..... | 128 |
| Figura 3.52 Armadura Zapata Combinada..... | 129 |
| Figura 3.53 Parámetros de cálculo para P.U..... | 131 |
| Figura 4.1 Partes de la cubierta..... | 134 |
| Figura 4.2 Análisis de Aporte Académico..... | 135 |
| Figura 4.3 Geometría de Cubierta Atirantada, Vista en Perfil..... | 139 |
| Figura 4.4 Geometría de Cubierta Atirantada, Vista en planta..... | 140 |
| Figura 4.5 Cargas Muertas sobre correas..... | 143 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.6 Cargas Vivas sobre correas..... | 144 |
| Figura 4.7 Cargas de Viento sobre correas superiores..... | 144 |
| Figura 4.8 Carga de Granizo..... | 144 |
| Figura 4.9 Hipótesis de Carga..... | 145 |
| Figura 4.10 Resultados de esfuerzos en correa..... | 147 |
| Figura 4.11 Resultados de esfuerzos en tirante..... | 147 |
| Figura 4.12 Sección Perfil Conformado..... | 148 |
| Figura 4.13 Verificación de perfiles de Acero..... | 150 |
| Figura 4.14 Esfuerzos en apoyos..... | 151 |
| Figura A1.1 Nomogramas para Pórticos Intraslacionales y traslacionales..... | 162 |
| Figura A1.2 Abaco de Diagrama de Interacción para Columnas..... | 162 |
| Figura A4.1 Junta de dilatación de la estructura..... | 203 |
| Figura A4.2 Idealización de la cercha..... | 204 |
| Figura A4.3 Geometría de Cubierta 1..... | 208 |
| Figura A4.4 Representación de Carga Viva..... | 209 |
| Figura A4.5 Representación Carga Muerta..... | 209 |
| Figura A4.6 Representación Carga de Viento..... | 210 |
| Figura A4.7 Representación Carga de Granizo..... | 210 |
| Figura A4.8 Análisis Estructural de Correa en eje "X"..... | 213 |
| Figura A4.9 Análisis Estructural de Correa en eje "Y"..... | 213 |
| Figura A4.10 Perfil Tipo C 120x50x15x2.5 mm para las correas..... | 214 |
| Figura A4.11 Análisis Estructural de Cordón Superior [Momento y Cortante]..... | 218 |
| Figura A4.12 Análisis Estructural de Cordón Superior [Axial]..... | 218 |
| Figura A4.13 Análisis Estructural de Cordón Inferior [Momento y Cortante]..... | 219 |
| Figura A4.14 Análisis Estructural de Cordón Inferior [Axial]..... | 219 |

| | |
|--|-----|
| Figura A4.15 Perfil Tipo Cajon 120x40x2 mm para Cordón Sup-Inf..... | 220 |
| Figura A4.16 Análisis Estructural de la Diagonal [Momento y Cortante]..... | 226 |
| Figura A4.17 Análisis Estructural de la Diagonal [Axial]..... | 227 |
| Figura A4.18 Perfil Tipo Cajon 80x40x2 para las Diagonales..... | 227 |
| Figura A4.19 Análisis Estructural de Montante [Momento y Cortante]..... | 231 |
| Figura A4.20 Análisis Estructural de Montante [Axial]..... | 231 |
| Figura A4.21 Perfil Tipo Cajon 80x40x2 mm para Montantes..... | 232 |
| Figura A4.22 Esquema de las uniones, cuerda superior y correa..... | 235 |
| Figura A4.23 Espesor efectivo de la garganta..... | 236 |
| Figura A4.24 Esfuerzos en los apoyos de cerchas..... | 237 |
| Figura A4.25 Diseño de apoyo fijo de cerchas..... | 240 |
| Figura A4.26 Detalla miento de apoyo fijo para cerchas..... | 241 |
| Figura A4.27 Modelo 3d de apoyo fijo para cerchas..... | 242 |
| Figura A4.28 Características técnicas de la vigueta..... | 244 |
| Figura A4.29 Geometría de losa alivianada h=20cm..... | 245 |
| Figura A4.30 Geometría de losa alivianada h=20cm..... | 246 |
| Figura A4.31 Disposición de viguetas pretensadas..... | 246 |
| Figura A4.32 Dimensiones de Losa Casetonada..... | 247 |
| Figura A4.33 Datos de Forjado Casetonado..... | 248 |
| Figura A4.34 Tabla de Coeficiente de Calculo Losa Casetonada..... | 249 |
| Figura A4.35 Disposición de Losa Casetonada..... | 251 |
| Figura A4.36 Viga de mayor sollicitación..... | 253 |
| Figura A4.37 Viga Solicitada entre C115 – C98..... | 253 |
| Figura A4.38 Resultados de Cypecad..... | 255 |
| Figura A4.39 Armado de viga más solicitada..... | 256 |

| | |
|---|-----|
| Figura A4.40 Viga más Solicitada..... | 256 |
| Figura A4.41 Armadura Transversal de viga..... | 257 |
| Figura A4.42 Resultados de Cypecad..... | 258 |
| Figura A4.43 Esfuerzos en la Columna C 140..... | 259 |
| Figura A4.44 Perspectiva y vista de la columna analizada..... | 260 |
| Figura A4.45 Abaco de Pórticos Intraslacionales..... | 263 |
| Figura A4.46 Tabla Relación Axil Reducido con B..... | 264 |
| Figura A4.47 Diagrama de interacción Adimensionales..... | 265 |
| Figura A4.48 Disposición de Armadura Longitudinal..... | 266 |
| Figura A4.49 Armadura longitudinal y transversal con el programa CypeCad..... | 267 |
| Figura A4.50 Dimensiones en planta de Gradería..... | 268 |
| Figura A4.51 Representación de cargas en Gradería..... | 270 |
| Figura A4.52 Representación de esfuerzos cortantes en gradería..... | 271 |
| Figura A4.53 Representación de esfuerzos de momentos en gradería..... | 271 |
| Figura A4.54 Detalle de armadura de Gradería..... | 273 |
| Figura A4.55 Esfuerzos por estado de servicio Columna C140..... | 275 |
| Figura A4.56 Esfuerzos Últimos en Columna C140..... | 275 |
| Figura A4.57 Disposición de Armaduras de Fundaciones..... | 280 |
| Figura A4.58 Cargas de Servicio para C124..... | 281 |
| Figura A4.59 Cargas ultimas para C124..... | 281 |
| Figura A4.60 Cargas de Servicio para C175..... | 282 |
| Figura A4.61 Cargas ultimas para C175..... | 282 |
| Figura A4.62 Dimensiones de la fundación..... | 283 |
| Figura A4.63 Introducción de cargas..... | 285 |
| Figura A4.64 Esfuerzos de momentos en zapata..... | 285 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 2.1 Tipos de acero y resistencias..... | 35 |
| Tabla 2.2 Factor de reducción de resistencias..... | 36 |
| Tabla 2.3 Tabla Características de electrodo respecto al acero..... | 37 |
| Tabla 2.4 Velocidades Básicas del viento en ciudades..... | 38 |
| Tabla 2.5 Tabla de Direccionalidad K_d | 41 |
| Tabla 2.6 Categorías de Estructuras..... | 41 |
| Tabla 2.7 Coeficiente de exposición K_z y K_h | 44 |
| Tabla 2.8 Factor topográfico K_{zt} | 45 |
| Tabla 2.9 Resistencia del hormigón en función del tipo de acero..... | 50 |
| Tabla 2.10 Resistencia del hormigón en función del tipo de acero..... | 50 |
| Tabla 2.11 Coeficientes minoración de Resistencias..... | 51 |
| Tabla 2.12 Coeficientes de mayoración de cargas..... | 51 |
| Tabla 2.13 Valores de Sobre Carga..... | 52 |
| Tabla 2.14 Tabla Para cálculos métricos..... | 74 |
| Tabla 3.1 Análisis del estudio de suelos..... | 79 |
| Tabla 3.2 Tabla Características de electrodo respecto al acero..... | 109 |
| Tabla 3.3 Características para el diseño de soldadura..... | 110 |
| Tabla 3.4 Tabla de coeficientes de seguridad para soldadura..... | 110 |
| Tabla 4.1 Tipos de acero y resistencias..... | 136 |
| Tabla 4.2 Factor de reducción de resistencias..... | 136 |
| Tabla A1.1 Tipos de Acero..... | 163 |
| Tabla A1.2 Factor de reducción de resistencias..... | 163 |
| Tabla A1.3 Acción del viento en cubierta a 1 agua y valores de C_p | 164 |
| Tabla A1.4 Velocidades Básicas del viento en ciudades..... | 164 |

| | |
|--|-----|
| Tabla A1.5 Tabla de Direccionalidad K_d | 167 |
| Tabla A1.6 Categorías de Estructuras..... | 168 |
| Tabla A1.7 Coeficiente de exposición K_z y K_h | 169 |
| Tabla A1.8 Factor topográfico K_{zt} | 170 |
| Tabla A1.9 Resistencias del hormigón en función del tipo de acero..... | 170 |
| Tabla A1.10 Tabla Resistencia característica del hormigón..... | 170 |
| Tabla A1.11 Coeficientes de reducción de resistencias..... | 171 |
| Tabla A1.12 Valores de Sobrecarga de Uso..... | 171 |
| Tabla A1.13 Cargas Gravitacionales Norma AISI..... | 172 |
| Tabla A1.14 Cuantías geométricas para elementos de $H^{\circ}A^{\circ}$ | 173 |
| Tabla A1.15 Cuantías geométricas mínimas..... | 173 |
| Tabla A1.16 Abaco Universal Para flexión simple..... | 173 |
| Tabla A1.17 Perfiles Costanera Conformado en frio..... | 174 |
| Tabla A1.18 Perfiles Tipo Cajon Conformado en frio..... | 175 |
| Tabla A1.19 Tabla de momentos admisibles para viguetas pretensadas..... | 176 |
| Tabla A1.20 Relación de vacíos, contenido de agua y peso específico seco, típicos de algunos suelos..... | 176 |
| Tabla A1.21 Planilla de cálculos métricos..... | 177 |
| Tabla A1.22 Planilla para Presupuesto General..... | 177 |
| Tabla A1.23 Tablas para diseño de losas nervadas..... | 177 |
| Tabla A1.24 Tabla de recubrimiento mínimo en [mm]..... | 179 |
| Tabla A1.25 Tabla Características de electrodo respecto al acero..... | 179 |
| Tabla A1.26 Valores de coeficientes de seguridad para soldadura..... | 179 |
| Tabla A1.27 Tabla Características de acero ACINDAR..... | 180 |
| Tabla A1.28 Características Electroodos ACINDAR..... | 181 |

