

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.



**DISEÑO ESTRUCTURAL “CENTRO DE CAPACITACION
TECNICA VILLA ABECIA”**
(Provincia Sud Cinti, Departamento de Chuquisaca)

Por:

HENRY ANAGUA AMADOR

Proyecto de Grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2017
TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.

**DISEÑO ESTRUCTURAL “CENTRO DE CAPACITACION
TECNICA VILLA ABECIA”**
(Provincia Sud Cinti, Departamento de Chuquisaca)

Por:

HENRY ANAGUA AMADOR

Proyecto de Grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2017
TARIJA – BOLIVIA

V°B°

Ing. Juan Pablo Ayala Yañez
DOCENTE DE LA MATERIA

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

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

TRIBUNAL:

M.Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez

M.Sc. Ing. Víctor Francisco Mostajo Rojas

Ph.D. M.Sc. Ing. Alberto Benítez Reynoso

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

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo mi amor a mi querida familia, mis padres Gregorio y Emma por ayudarme a cumplir mis metas, a mi amada esposa Yobana y a mi querida hija Silvana Nayeli quién me dio la fortaleza para cumplir este logro.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y fortaleza en los momentos difíciles.

A mis queridos padres por el apoyo ofrecido durante mi permanencia dentro del núcleo familiar.

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

A todos mis amigos y amigas de la universidad por ser buenos compañeros.

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

ÍNDICE

| | |
|--|-------------------|
| Advertencia | |
| Dedicatoria | |
| Agradecimiento | |
| Resumen del proyecto | |
| | Página |
| CAPÍTULO I: ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. El Problema..... | 2 |
| 1.1.1. Planteamiento..... | 2 |
| 1.1.2. Formulación | 2 |
| 1.1.3. Sistematización | 3 |
| 1.2. Objetivos | 4 |
| 1.2.1. Objetivo General | 4 |
| 1.2.2. Objetivo Específico..... | 4 |
| 1.3. Justificación..... | 5 |
| 1.3.1. Técnica | 5 |
| 1.3.2. Académica..... | 5 |
| 1.3.3. Social-Institucional | 5 |
| 1.4. Alcance del proyecto..... | 5 |
| 1.5. Localización | 7 |
| 1.5.1. Descripción de la infraestructura | 8 |
| 1.5.2. Descripción del area de emplazamiento..... | 8 |
| 1.5.3. Servicios básicos | 8 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. Planos arquitectónicos..... | 10 |
| 2.2. Levantamiento topográfico | 10 |
| 2.3. Estudio de suelos..... | 11 |
| 2.4. Diseño estructural..... | 11 |
| 2.4.1. Estructuración | 12 |
| 2.4.2. Análisis..... | 12 |
| 2.4.3. Dimensionamiento | 13 |
| 2.5. Secuencia temporal del proceso de diseño estructural..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.5.1. Planteamiento de soluciones preliminares | 14 |
| 2.5.2. Evaluación de soluciones preliminares | 14 |
| 2.5.3. Diseño detallado..... | 15 |
| 2.5.4. Transferencia de los resultados del diseño..... | 15 |
| 2.5.5. Supervisión..... | 15 |
| 2.6. Reglamentos de construcción..... | 15 |
| 2.6.1. Especificaciones AISI-2007..... | 16 |
| 2.6.2. Norma Boliviana del Hormigón CBH-87 | 16 |
| 2.7. Cargas..... | 16 |
| 2.7.1. Cargas estáticas | 17 |
| 2.7.2. Cargas dinámicas. | 17 |
| 2.7.3. Otras solicitaciones. | 18 |
| 2.8. Materiales..... | 18 |
| 2.8.1. Acero estructural. | 18 |
| 2.8.2. Hormigón Armado. | 19 |
| 2.8.3. Acero de refuerzo..... | 19 |
| 2.8.3.1. Disposición de las armaduras..... | 20 |
| 2.8.3.2. Distancia entre barras..... | 21 |
| 2.8.3.3. Distancia a los paramentos..... | 22 |
| 2.8.3.4. Doblado de las armaduras | 23 |
| 2.8.3.5. Anclaje de las armaduras | 24 |
| 2.9. Sistemas estructurales. | 24 |
| 2.9.1. Estructuras de sustentación de la cubierta..... | 25 |
| 2.9.1.1. Cerchas..... | 25 |
| 2.9.1.2. Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD)..... | 26 |
| 2.9.1.3. Factores de carga y combinaciones de cargas..... | 26 |
| 2.9.1.4. Factores de resistencia..... | 27 |
| 2.9.1.5. Diseño por resistencia de miembros en tensión | 27 |
| 2.9.1.6. Selección de perfiles | 28 |
| 2.9.1.7. Diseño de miembros en compresión | 28 |
| 2.9.1.8. Miembros sometidos a flexión..... | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 2.9.1.9. Flexión asimétrica | 30 |
| 2.9.1.10. Soldadura | 31 |
| 2.9.1.11. Sociedad Americana de Soldadura (AWS) | 31 |
| 2.9.2. Estructura de sustentación de la edificación | 31 |
| 2.9.2.1. Método de diseño para el Hormigón Armado..... | 31 |
| 2.9.2.2. El diseño por estado limite | 31 |
| 2.9.2.3. Hipótesis de carga para la estructura de Hormigón Armado | 32 |
| 2.9.2.4. Coeficiente de Poisson | 33 |
| 2.9.2.5. Coeficiente de dilatación térmica..... | 33 |
| 2.9.2.6. Resistencias de Calculo..... | 33 |
| 2.9.2.7. Diagrama de calculo Tensión- Deformación | 34 |
| 2.9.2.8. Módulo de deformación longitudinal..... | 35 |
| 2.9.2.9. Módulo de Elasticidad del Acero..... | 36 |
| 2.9.2.10. Elementos Estructurales | 36 |
| 2.9.2.10.1. Vigas de Hormigón Armado | 36 |
| 2.9.2.10.2. Columnas de Hormigón Armado | 40 |
| 2.9.2.10.3. Cimentación de Hormigón Armado | 46 |
| 2.9.2.10.4. Losas con viguetas prefabricadas de hormigón pretensadas..... | 49 |
| 2.9.2.10.5. Muros | 51 |
| 2.9.2.10.6. Escalera | 52 |
| 2.10. Especificaciones técnicas | 54 |
| 2.11. Precios unitarios | 54 |
| 2.12. Cómputos métricos | 55 |
| 2.13. Presupuesto | 55 |
| 2.14. Planeamiento y cronograma..... | 55 |
| CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO | 56 |
| 3.1. Análisis del levantamiento topográfico..... | 57 |
| 3.2. Análisis del ensayo de suelos..... | 57 |
| 3.3. Análisis Arquitectónico..... | 59 |
| 3.4. Planteamiento estructural..... | 59 |
| 3.5. Datos de Proyecto | 62 |

| | |
|--|------------|
| 3.6. Análisis, cálculo y diseño estructural..... | 63 |
| 3.6.1. Estructura de la cubierta..... | 64 |
| 3.6.1.1. Diseño de correas..... | 64 |
| 3.6.1.2. Diseño de los cordones de la armadura..... | 68 |
| 3.6.1.3. Diseño de Unión mediante Soldadura..... | 81 |
| 3.6.1.4. Diseño de la Placa Base..... | 82 |
| 3.6.1.5. Diseño de los Pernos de Anlaje..... | 84 |
| 3.7. Verificación de la Vigüeta pretensada | 85 |
| 3.8. Diseño de la viga de hormigón armado..... | 118 |
| 3.8.1. Verificación en estados límites de servicio (ELS) | 129 |
| 3.9. Verificación del diseño de la Columna | 134 |
| 3.10. Verificación del diseño de Zapata Aislada..... | 138 |
| 3.11. Verificación del diseño de la Escalera | 146 |
| 3.12. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto | 153 |
| 3.12.1 Especificaciones técnicas | 153 |
| 3.12.2. Presupuesto general..... | 153 |
| CAPÍTULO IV: APORTE ACADEMICO | 155 |
| 4.1. Marco conceptual del aporte | 156 |
| 4.2. Consideraciones generales | 156 |
| 4.2.1. Materiales..... | 157 |
| 4.2.2. Secciones de acero utilizadas. | 157 |
| 4.2.3. Principales ventajas de laminado en frío. | 158 |
| 4.2.4. Soldabilidad..... | 158 |
| 4.3. Producto del aporte..... | 158 |
| 4.3.1. Objetivos..... | 158 |
| 4.3.2. Precio Unitario | 159 |
| 4.3.3. Selección de la tipología estructural | 160 |
| 4.3.4. Análisis económico | 160 |
| 4.3.5. Evaluación del costo de construcción | 161 |

| | |
|---|------------|
| 4.3.6. Cuantificación de la cantidad de materiales..... | 161 |
| 4.3.7. Cuantificación de la mano de obra..... | 166 |
| 4.3.8. Cuantificación del equipo | 167 |
| 4.3.9. Determinación del costo total de la alternativa de diseno..... | 168 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 172 |
| 5.1. Conclusiones | 173 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 174 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 176 |
| ANEXOS. | 178 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Ubicación Geográfica del proyecto | 7 |
| Figura 2.1 Identificación de las barras..... | 20 |
| Figura 2.2 Doblado del acero en obra | 23 |
| Figura 2.3 Armadura tipo Howe | 25 |
| Figura 2.4 Distribución de las cargas sobre el perfil..... | 30 |
| Figura 2.5 Diagrama parabola-rectangulo..... | 34 |
| Figura 2.6 Diagrama de calculo tensión – deformación del acero..... | 35 |
| Figura 2.7 Coeficientes de pandeo para piezas aisladas | 41 |
| Figura 2.8 Análisis de la estructura y cimentación | 47 |
| Figura 2.9 Formas típicas de zapatas aisladas..... | 47 |
| Figura 2.10 Armadura de tracción en una zapata aislada..... | 49 |
| Figura 2.11 Losa Alivianada con viguetas pretensadas | 49 |
| Figura 2.12 Partes constitutivas de una escalera..... | 54 |
| Figura 3.1 Ubicación de Pozos | 58 |
| Figura 3.2 Estratificación del suelo de cimentación | 58 |
| Figura 3.3 Esquema de la Estructura de la cubierta | 61 |
| Figura 3.4 Esquema de la Estructura de hormigón | 61 |
| Figura 3.5 Cercha Tipo Howe..... | 64 |
| Figura 3.6 Estructura Metalica en 3D | 64 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.7 Distribución de las cargas sobre el perfil..... | 65 |
| Figura 3.8 Diagrama de momentos para viga continua de 3 luces..... | 66 |
| Figura 3.9 Fuerzas Axiales para combinaciones de carga LRFD | 68 |
| Figura 3.10 Diagrama de Fuerzas Axiales | 68 |
| Figura 3.11 Vista en Planta de Placa Base | 83 |
| Figura 3.12 Longitud Mínima de Anclaje..... | 85 |
| Figura 3.13 Características geométricas del Plastoform. | 87 |
| Figura 3.14 Espesor mínimo de la carpeta de hormigón..... | 87 |
| Figura 3.15 Características geométricas de la vigueta pretensada..... | 89 |
| Figura 3.16 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ | 90 |
| Figura 3.17 Características geométricas de la sección compuesta de la losa..... | 90 |
| Figura 3.18 Características geométricas de la sección homogeneizada (21MPa) | 92 |
| Figura 3.19 Características geométricas de la sección homogeneizada (35 MPa) | 92 |
| Figura 3.20 Consideraciones de los apoyos para la vigueta pretensada | 95 |
| Figura 3.21 Momentos máximos positivos en el centro luz de la vigueta | 100 |
| Figura 3.22 Esfuerzos elasticos en una viga preesforzada sin agrietar | 100 |
| Figura 3.23 Punto de aplicación de la fuerza de pretensado | 103 |
| Figura 3.24 Relajamiento del alambre y cordon de siete alambres estabilizado | 112 |
| Figura 3.25 Sección donde se realiza la comprobación a esfuerzo rasante | 116 |
| Figura 3.26 Diagrama de Momentos Envolventes..... | 119 |
| Figura 3.27 Diagrama de Cortantes Envolventes..... | 123 |
| Figura 3.28 Detalle de armado en viga | 128 |
| Figura 3.29 Representación gráfica de elementos que concurren a columna | 135 |
| Figura 3.30 Representación gráfica de la columna | 137 |
| Figura 3.31 Representación de Solicitaciones actuantes..... | 138 |
| Figura 3.32 Valores de α , α_{prom} y α_r | 144 |
| Figura 3.33 Consideración de la escalera para el cálculo de armadura principal | 148 |
| Figura 3.34 Como una losa plana, apoyo simple | 148 |
| Figura 3.35 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa. | 149 |
| Figura 3.36 Como una losa plana, apoyo empotrado..... | 149 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.1 Hoja de cotización | 159 |
| Figura 4.2 Grafica de costo unitario de las alternativas | 165 |
| Figura 4.3 Grafica de costo total de las alternativas | 166 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.1 Distribución de Ambientes | 6 |
| Tabla 2.1 Recubrimientos Mínimos..... | 22 |
| Tabla 2.2 Diámetro de los ejes de doblado. | 23 |
| Tabla 2.3 Factores de carga según el método LRFD. | 26 |
| Tabla 2.4 Factores de resistencia según el método LRFD | 27 |
| Tabla 3.1 Costo de la Alternativa 1..... | 59 |
| Tabla 3.2 Costo de la Alternativa 2..... | 60 |
| Tabla 3.3 Limitación de aberturas de fisuras | 130 |
| Tabla 3.4 Datos geométrico de los elementos que concurren a columna | 134 |
| Tabla 3.5 Modulo de Elasticidad “E” | 144 |
| Tabla 4.1 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(a)..... | 161 |
| Tabla 4.2 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(b) | 162 |
| Tabla 4.3 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°1(c)..... | 162 |
| Tabla 4.4 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(a)..... | 162 |
| Tabla 4.5 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(b) | 163 |
| Tabla 4.6 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°2(c)..... | 163 |
| Tabla 4.7 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(a)..... | 163 |
| Tabla 4.8 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(b) | 164 |
| Tabla 4.9 Descripción y costo de la cercha. Alternativa N°3(c)..... | 164 |
| Tabla 4.10 Resumen de costo unitario de cada alternativa | 164 |
| Tabla 4.11 Resumen de costo total de cada alternativa | 165 |
| Tabla 4.12 Costo de mano de obra..... | 167 |
| Tabla 4.13 Costo unitario de material | 167 |
| Tabla 4.14 Costo unitario y rendimiento de materiales | 168 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Estudio Topográfico | 179 |
| Anexo 2. Estudio de Suelos | 182 |
| Anexo 3. Análisis de Cargas | 199 |
| Anexo 4. Predimensionamiento de Elementos..... | 214 |
| Anexo 5. Solicitaciones y Armaduras | 218 |
| Anexo 6. Especificaciones Técnicas | 250 |
| Anexo 7. Cómputos Métricos | 283 |
| Anexo 8. Precios Unitarios | 286 |
| Anexo 9. Cronograma de Ejecución | 308 |
| Anexo 10. Figuras | 310 |
| Anexo 11. Tablas | 313 |
| Anexo 12. Varios | 321 |
| Anexo 13. Planos | 336 |