

**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 LA CASA SOCIAL DEL
MAESTRO RURAL DE VILLA MONTES BARRIO MARZANA
(EX PARQUE INDUSTRIAL)”**

Elaborado por:

GABRIEL AGUILAR COLQUE

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería Civil

GESTIÓN ACADÉMICA 2018 II/S

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 LA CASA SOCIAL DEL
MAESTRO RURAL DE VILLA MONTES BARRIO MARZANA
(EX PARQUE INDUSTRIAL)”**

Elaborado por:

GABRIEL AGUILAR COLQUE

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería Civil

GESTIÓN ACADÉMICA 2018-II/S

TARIJA – BOLIVIA

Vo.Bo.

.....
Msc. Ing. Ernesto Alvarez Gozalvez
**DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
Msc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
**VICEDECANA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez

.....
Ing. Michael Echalar Flores

.....
Ing. Carola Miranda Encinas

ADVERTENCIA

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

Este trabajo está dedicado con todo mi amor a mi querida Madre Herminia Colque por ayudarme a cumplir mis metas con su constante apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y fortaleza en todo tiempo

A mi Madre Herminia Colque por apoyarme en todo momento, por velar mis sueños de ser profesional.

A mis hermanos Cristian Carlos y Eva Aguilar y su esposo Marcial Cruz por apoyándome y estar siempre pendiente durante el transcurso de mi carrera.

A mis tíos Esteban Colque y Rene Colque por ser fortaleza en los momentos de debilidad y por la confianza.

Al Ing. Arturo Dubravcic por toda la ayuda y tutoría a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Ing. Gonzalo Gandarillas por la enseñanza conocimiento transmitido a lo largo de la carrera y por ser un ejemplo a seguir.

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

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de la carrera.

A mis amigos (as) y esas personas especiales que hacen nuestra vida diferente, muchas gracias por su incondicional apoyo y afecto. Sin lugar a dudas hemos disfrutado de tantas cosas juntos, gracias por ser parte de mi vida.

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto contempla el diseño estructural de: **“LA CASA SOCIAL DE MAESTRO RURAL DE VILLA MONTES”** (MUNICIPIO DE VILLA MONTES – PROVINCIA GRAN CHACO). En la actualidad no se cuenta con una infraestructura para dar comodidad a las diversas actividades que realizan los maestros rurales de Villa Montes por el cual surge una necesidad de plantear una infraestructura que pueda satisfacer y mejorar la calidad de formación de los maestros. Las instituciones involucradas son: La alcaldía municipal de (Municipio de Villa Montes – Provincia Gran Chaco) y la Dirección Distrital.

En el diseño estructural se considera una estructura porticada de H°A°, con cerchas metálicas en la cubierta, como elemento estructural de entrepisos con losas alivianadas fundaciones zapatas aisladas.

El bosquejo consta de cinco capítulos los cuales se desglosan a continuación:

Capítulo I: Está referido a los antecedentes, la descripción del problema acompañado de las razones que justifican la realización del presente proyecto, los objetivos y alcance del presente diseño.

Capítulo II: Detalla toda la fundamentación teórica o de respaldo de la ingeniería que se presenta en el diseño estructural del proyecto como ser: Normas, metodologías y otros.

Capítulo III: Describe la aplicación del fundamento teórico, mediante el cálculo manual, en donde se presentan los resultados en cuanto se refiere a dimensionamiento de los elementos estructurales.

Capítulo IV: Aporte académico en este proyecto se realizó diseño de losa de cimentación y análisis comparativo técnico y económico con zapatas aisladas además de identificar la más viable técnica y económica.

Capítulo V: Se finaliza con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En anexos se encuentran: Tablas ábacos, análisis de suelos, estudio topográfico análisis

estructural, cálculos métricos, precios unitarios, presupuesto general de la obra, y cronograma de ejecución de obra y planos estructurales.

El precio referencial del proyecto tomando en cuenta solo la obra gruesa con zapatas aisladas es de 1.003.636,89 Bs (un millón tres mil seiscientos treinta y seis con 89/100 bolivianos), con un plazo de ejecución estimado de 161 días calendario.

El precio referencial del proyecto tomando en cuenta solo la obra gruesa con losa de cimentación es de 1.140.331,35 Bs (un millón ciento cuarenta mil trescientos treinta y un con 35/100 bolivianos), con un plazo de ejecución estimado de 145 días calendario.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------|-----|
| ADVERTENCIA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| RESUMEN DEL PROYECTO..... | iv |

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Problema..... | 1 |
| 1.1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.1.2 Planteamiento | 1 |
| 1.1.3 Formulación..... | 1 |
| 1.1.4 Sistematización..... | 2 |
| 1.2 Objetivos..... | 2 |
| 1.2.1 General..... | 2 |
| 1.2.2 Específicos..... | 2 |
| 1.3 Justificación | 2 |
| 1.3.1 Académica | 2 |
| 1.3.2 Técnica..... | 3 |
| 1.3.3 Social. | 3 |
| 1.4 Alcance del proyecto | 3 |
| 1.4.1 Restricciones del proyecto..... | 3 |
| 1.4.2 Resultados a Lograr | 3 |
| 1.5 Localización..... | 4 |
| 1.5.1 Ubicación Geográfica | 4 |
| 1.5.2 Ubicación de Emplazamiento..... | 5 |
| 1.6 Aporte académico | 6 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|---|
| 2.1 Levantamiento Topográfico..... | 7 |
| 2.1.1 Levantamiento con Estación Total | 7 |

| | | |
|---------------|--|----|
| 2.1.2 | Curvas de nivel | 7 |
| 2.2 | Estudio de suelos | 7 |
| 2.3 | Materiales | 8 |
| 2.3.1 | Hormigón Armado..... | 8 |
| 2.3.1.1 | Cemento..... | 8 |
| 2.3.1.2 | Áridos | 8 |
| 2.3.1.3 | Agua | 9 |
| 2.3.1.3.1 | Hormigones | 9 |
| 2.3.1.3.1.1 | Propiedades del Hormigón..... | 9 |
| 2.3.1.3.1.1.1 | Resistencia..... | 9 |
| 2.3.1.3.1.1.2 | Consistencia | 9 |
| 2.3.1.3.1.1.3 | Coeficiente de dilatación Térmica | 10 |
| 2.3.1.4 | Aceros..... | 10 |
| 2.3.1.4.1 | Características Geométricas | 10 |
| 2.3.1.4.2 | Características Mecánicas..... | 10 |
| 2.3.1.4.3 | Adherencia entre Hormigón y Acero..... | 11 |
| 2.4 | Armaduras..... | 11 |
| 2.4.1 | Anclaje..... | 11 |
| 2.4.2 | Empalmes | 11 |
| 2.4.3 | Adherencia..... | 12 |
| 2.4.4 | Distancia entre Barras..... | 12 |
| 2.4.5 | Distancia a los Paramentos | 13 |
| 2.4.6 | Doblado de las Armaduras..... | 13 |
| 2.4.6.1 | Coeficientes de Minoración de las Resistencias de los Materiales | 14 |
| 2.4.6.2 | Coeficientes de Mayoración de las Cargas..... | 14 |
| 2.5 | Acciones sobre la estructura | 15 |
| 2.5.1 | Acciones Permanentes | 15 |
| 2.5.2 | Acciones Variables | 15 |
| 2.5.3 | Sobrecarga de Viento..... | 17 |
| 2.5.4 | Presión Dinámica de Viento | 17 |
| 2.6 | Hipótesis de Carga..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 2.6.1 Estados Límites Últimos:..... | 17 |
| 2.6.2 Estados Límites de Servicio: | 17 |
| 2.7 Determinación de los Esfuerzos | 18 |
| 2.8 Elementos Estructurales..... | 18 |
| 2.8.1 Cubiertas | 18 |
| 2.8.1.1 Formas de Cubiertas | 18 |
| 2.8.1.2 Inclinação de las Cubiertas..... | 18 |
| 2.8.1.3 Carga de viento..... | 18 |
| 2.8.2 Cubierta Metálica..... | 20 |
| 2.8.2.1 Generalidades | 20 |
| 2.8.2.2 Acero laminado en caliente | 20 |
| 2.8.2.3 Acero laminado en frío | 21 |
| 2.8.2.3.1 Especificación para el diseño de estructuras de acero conformado en frío | 21 |
| 2.8.2.3.1.1 Acero y sus propiedades..... | 21 |
| 2.8.2.3.1.2 Comportamiento Tensión-Deformación: | 21 |
| 2.8.2.3.1.3 Ductilidad..... | 22 |
| 2.8.2.3.1.4 Fatiga..... | 22 |
| 2.8.2.3.1.5 Efecto de la Temperatura | 22 |
| 2.8.2.3.1.6 Combinaciones de carga | 22 |
| 2.8.2.3.1.7 Análisis de miembros de acero | 23 |
| 2.8.2.3.1.8 Control de pandeo local | 23 |
| 2.8.2.3.1.9 Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD)..... | 25 |
| 2.8.2.3.1.10 Diseño de miembros a flexión..... | 26 |
| 2.8.2.3.1.11 Diseño de miembros a tensión | 26 |
| 2.8.2.3.1.12 Diseño de miembros a compresión | 27 |
| 2.8.2.3.1.13 Diseño a Cortante | 28 |
| 2.8.3 Losa con viguetas de hormigón pretensado..... | 29 |
| 2.8.4 Vigas de hormigón armado..... | 30 |
| 2.8.4.1 Diseño a flexión simple | 30 |
| 2.8.4.2 Diseño a cortante | 33 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.8.5 | Columnas de hormigón armado..... | 35 |
| 2.8.5.1 | Armaduras longitudinales..... | 35 |
| 2.8.5.2 | Cuantías límites | 36 |
| 2.8.5.3 | Armadura transversal..... | 36 |
| 2.8.5.4 | Pandeo de piezas comprimidas de hormigón armado (Ideas previas)..... | 37 |
| 2.8.5.5 | Longitud de pandeo | 37 |
| 2.8.5.6 | Flexión esviada..... | 40 |
| 2.8.5.7 | Sección rectangular con armadura simétrica | 41 |
| 2.8.5.8 | Ábacos adimensionales en roseta | 41 |
| 2.8.5.9 | Columnas cortas y largas..... | 41 |
| 2.8.5.10 | Compresión simple..... | 42 |
| 2.8.5.11 | Excentricidad mínima de cálculo | 42 |
| 2.8.5.12 | Resistencia del hormigón | 42 |
| 2.8.5.13 | Excentricidad de primer orden | 43 |
| 2.8.5.14 | Excentricidad ficticia..... | 43 |
| 2.8.5.15 | Armadura Longitudinal | 43 |
| 2.8.5.16 | Armadura transversal..... | 43 |
| 2.8.6 | Escaleras de hormigón armado..... | 44 |
| 2.8.6.1 | Definición..... | 44 |
| 2.8.6.2 | Proceso de cálculo | 44 |
| 2.8.7 | Fundaciones..... | 46 |
| 2.8.7.1 | Diseño de fundaciones superficiales..... | 46 |
| 2.8.7.2 | Zapata aislada de espesor constante | 46 |
| 2.8.7.3 | Cálculo del canto mínimo verificando el punzonamiento y el esfuerzo cortante | 48 |
| 2.8.7.4 | Cálculo de esfuerzos tomando en cuenta los momentos | 49 |
| 2.8.7.5 | Cálculo de la armadura longitudinal de la zapata..... | 49 |
| 2.8.7.6 | Verificación de la adherencia | 51 |

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| 3.1 | Levantamiento Topográfico..... | 53 |
|-----|--------------------------------|----|

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.2 | Análisis del Ensayo de Suelo..... | 54 |
| 3.2.1 | Clasificación de los suelos..... | 54 |
| 3.3 | Diseño Arquitectónico | 55 |
| 3.4 | Modelo Estructural | 55 |
| 3.4.1 | Estructura de Sustentación..... | 55 |
| 3.4.2 | Análisis y diseño estructural..... | 56 |
| 3.4.2.1 | Estructura de sustentación cubierta cercha metálica | 56 |
| 3.4.2.2 | Estructura de sustentación de la edificación viga, columna y zapata..... | 57 |
| 3.4.2.2.1 | Hormigón..... | 58 |
| 3.4.2.2.2 | Acero de Refuerzo | 59 |
| 3.5 | Diseño de la estructura metálica | 59 |
| 3.5.1 | Diseño de la correa | 61 |
| 3.5.1.1 | Diseño a Flexión Oblicua | 62 |
| 3.5.1.2 | Diseño a Cortante | 63 |
| 3.5.2 | Diseño de Cordón Superior | 65 |
| 3.5.2.1 | Diseño a Compresión | 66 |
| 3.5.2.2 | Diseño a Flexión..... | 66 |
| 3.5.3 | Diseño de Diagonal..... | 67 |
| 3.5.3.1 | Esbeltez..... | 68 |
| 3.5.3.2 | Diseño a compresión | 69 |
| 3.5.3.3 | Diseño a Flexión..... | 70 |
| 3.5.3.4 | Resistencia a Flexión del Eje Y Combinada con Compresión | 70 |
| 3.5.4 | Diseño de la placa de apoyo. | 70 |
| 3.5.4.1 | Área de la Placa Base | 71 |
| 3.5.4.2 | Espesor de la Placa Base | 71 |
| 3.5.4.3 | Diseño de perno de anclaje..... | 72 |
| 3.6 | Diseño estructural de losa alivianada con viguetas pretensadas..... | 73 |
| 3.6.1 | Cálculo de altura de capa de compresión | 73 |
| 3.6.2 | Comprobación de viguetas a solicitaciones de flexión..... | 74 |
| 3.6.2.1 | Cálculo del ancho efectivo | 75 |
| 3.6.2.2 | Cálculo de la relación modular o coeficiente de equivalencia | 75 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.6.2.3 | Cálculo de las características geométricas..... | 76 |
| 3.6.2.4 | Cálculo del momento último | 79 |
| 3.7 | Diseño Estructural de Vigas | 80 |
| 3.7.1 | Cálculo Armadura Positiva..... | 81 |
| 3.7.2 | Cálculo Armadura Negativa | 82 |
| 3.7.3 | Cálculo Armadura Transversal | 83 |
| 3.8 | Diseño Estructural de Columnas | 85 |
| 3.8.1 | Cálculo de la armadura longitudinal..... | 86 |
| 3.8.2 | Cálculo de la armadura transversal..... | 88 |
| 3.9 | Diseño Estructural de Zapatas Centradas | 89 |
| 3.9.1 | Geometría | 89 |
| 3.9.2 | Pre dimensionamiento | 90 |
| 3.9.3 | Determinación del canto útil..... | 90 |
| 3.9.4 | Comprobación de rigidez..... | 91 |
| 3.9.5 | Esfuerzo Máximo de Tensión sobre el Terreno..... | 91 |
| 3.9.6 | Comprobación al Vuelco: | 91 |
| 3.9.7 | Comprobación al Deslizamiento..... | 91 |
| 3.9.8 | Comprobación de Tensiones en el Terreno | 92 |
| 3.9.9 | Diseño a Flexión en X | 92 |
| 3.9.10 | Diseño a Flexión en Y | 93 |
| 3.10 | Zapata con viga centradora..... | 94 |
| 3.10.1 | Cálculo de la armadura longitudinal..... | 97 |
| 3.10.2 | Cálculo de la armadura transversal..... | 97 |
| 3.11 | Diseño de escalera | 98 |
| 3.11.1 | Geometría de escalera..... | 98 |
| 3.11.2 | Cálculo Armadura tramo A-B | 100 |
| 3.11.3 | Cálculo de la armadura transversal..... | 101 |
| 3.12 | Especificaciones técnicas..... | 101 |
| 3.13 | Cómputos métricos | 102 |
| 3.14 | Análisis de precios unitarios..... | 102 |
| 3.15 | Presupuesto general | 102 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 3.16 Cronograma de actividades..... | 102 |
|-------------------------------------|-----|

CAPÍTULO IV

APORTE ACADÉMICO

| | |
|--|-----|
| 4.1 Marco teórico..... | 103 |
| 4.1.1 Losa de cimentación | 103 |
| 4.1.2 Tipos de losa de fundación | 104 |
| 4.1.3 Diseño estructural de losa de cimentación tipo espesor constante | 106 |
| 4.1.3.1 Método rígido convencional..... | 106 |
| 4.2 Diseño de losa cimentación | 114 |
| 4.2.1 Cálculo de espesor de la losa..... | 116 |
| 4.2.2 Determinación factor de modificación (F) de las cargas | 122 |
| 4.2.3 Cálculo de la armadura en eje X (positiva inferior) | 126 |
| 4.2.4 Comparación de volumen de materiales y tiempo de ejecución zapatas aisladas – losa de cimentación..... | 128 |
| 4.2.5 Comparación de costos zapatas aisladas – losa de cimentación..... | 129 |
| 4.2.6 Conclusiones de losa de cimentación – zapatas aisladas..... | 130 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|-----|
| 5.1 Conclusiones..... | 131 |
| 5.2 Recomendaciones | 133 |
| BIBLIOGRAFÍA | 134 |
| Libros | 134 |
| Revistas | 134 |

A.1 TABLAS Y ÁBACOS

A.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

A.3 ESTUDIO DE SUELOS

A.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

A.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A.6 CÓMPUTOS MÉTRICOS

A.7 PRECIOS UNITARIOS

| | |
|-------------------------------|--|
| A.8 PRESUPUESTO GENERAL | |
| A.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | |
| A.10 RESPALDO INSTITUCIONAL | |
| A.11 PLANOS ESTRUCTURALES | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Hormigones según su resistencia en Mpa..... | 9 |
| Tabla 2: Asentamientos Admisibles | 10 |
| Tabla 3: Diametros y Areas de Barras Corrugadas..... | 10 |
| Tabla 4: Tipos de Acero..... | 11 |
| Tabla 5: Recubrimientos Mínimos..... | 13 |
| Tabla 6: Coeficientes de Minoracion | 14 |
| Tabla 7: Coeficientes de Mayoracion | 14 |
| Tabla 8: Cargas Permanentes | 16 |
| Tabla 9: Sobrecargas de uso..... | 16 |
| Tabla 10: Coeficientes de barlovento y sotavento | 19 |
| Tabla 11: Factores de reduccion: | 23 |
| Tabla 12: Razones espesor limite..... | 25 |
| Tabla 13: Valores Limites..... | 32 |
| Tabla 14: Cuantiás Geométricas Mínimas | 33 |
| Tabla 15: Coeficiente de pandeo..... | 38 |
| Tabla 16: Cargas Consideradas Estructura de Acero..... | 57 |
| Tabla 17: Propiedades del Acero Estructural A-36..... | 57 |
| Tabla 18: Cargas Consideradas Estructura de Hormigón Armado | 58 |
| Tabla 19: Resistencia del Hormigón..... | 59 |
| Tabla 20: Propiedades del Hormigon..... | 59 |
| Tabla 21: Propiedades del Acero de Refuerzo..... | 59 |
| Tabla 22: Propiedades Perfil Correa. | 61 |
| Tabla 23: Fuerzas internas del elemento más solicitado..... | 62 |
| Tabla 24: Propiedades Perfil Cordon Superior | 65 |
| Tabla 25: Fuerzas internas del elemento más solicitado..... | 65 |
| Tabla 26: Propiedades Perfil diagonal. | 68 |
| Tabla 27 Fuerzas internas del elemento más solicitado | 68 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 28: Ficha tecnica de viguetas pretensadas..... | 74 |
| Tabla 29: Ficha tecnica de viguetas pretensadas..... | 74 |
| Tabla 30: Tabla de perímetros críticos en función de canto útil..... | 112 |
| Tabla 31: Carga sobre columnas..... | 116 |
| Tabla 32: Tensiones de sollicitación..... | 120 |
| Tabla 33: Tabla de esfuerzos sollicitantes y factores de carga..... | 124 |
| Tabla 34: Tabla de armadura..... | 127 |
| Tabla 35: Comparación de volumen de materiales de zapatas aisladas -losa de cimentación..... | 128 |
| Tabla 36: Tabla de comparación de costos zapatas aisladas – losa de cimentación..... | 129 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Ubicación Geográfica del Proyecto..... | 4 |
| Ilustración 2: Ubicación emplazamiento del Proyecto..... | 5 |
| Ilustración 3: Barlovento y Sotavento..... | 19 |
| Ilustración 4: Pandeo local..... | 24 |
| Ilustración 5: Pórticos intraslacionales y traslacionales..... | 39 |
| Ilustración 6: Dimensionamiento de zapatas Aisladas..... | 47 |
| Ilustración 7: Esquema para el cálculo de la armadura longitudinal de la zapata..... | 49 |
| Ilustración 8: Momento de cálculo en la sección A-A..... | 50 |
| Ilustración 9: Esquema de la posición para calcular la fuerza cortante..... | 51 |
| Ilustración 10: Curvas de nivel del lote..... | 53 |
| Ilustración 11: Superficie construida..... | 54 |
| Ilustración 12: Datos de estudio de suelos..... | 55 |
| Ilustración 13: Modelo estructural..... | 56 |
| Ilustración 14: Elementos de la cercha..... | 57 |
| Ilustración 15: Estructura metálica vista 3D..... | 60 |
| Ilustración 16: Cercha tipo Fink..... | 60 |
| Ilustración 17: Cercha tipo a un agua..... | 61 |
| Ilustración 18: Detalle Union Fija..... | 72 |
| Ilustración 19: Perfil transversal de la losa..... | 73 |
| Ilustración 20: Losa alivianada característica..... | 75 |
| Ilustración 21: Característica sección compuesta vigueta pretensada y carpeta de H°A° | 76 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 22: Características geométricas de la vigueta pretensada | 76 |
| Ilustración 23: Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ | 77 |
| Ilustración 24: Sección transferida..... | 78 |
| Ilustración 25: Sección transferida..... | 78 |
| Ilustración 26: Sección homogeneizada para hormigón | 79 |
| Ilustración 27: Sección transversal de la vigueta pretensada..... | 79 |
| Ilustración 28: Representación gráfica de la fibra de compresión y tracción | 80 |
| Ilustración 29: Dimensiones de la viga..... | 81 |
| Ilustración 30: Diagrama de momentos flectores..... | 85 |
| Ilustración 31: Diagrama de cortantes..... | 85 |
| Ilustración 32: Armado de viga..... | 85 |
| Ilustración 33: Dimensiones de la columna | 86 |
| Ilustración 34: Despiece de armaduras de la columna C13 | 89 |
| Ilustración 35: Esquema referencial de solicitaciones de diseño | 90 |
| Ilustración 36: Despiece de Zapata Centrada:..... | 94 |
| Ilustración 37: Zapatas de medianera con viga centrada | 95 |
| Ilustración 38: Despiece de la viga centradora | 98 |
| Ilustración 39: Escalera vista en planta..... | 98 |
| Ilustración 40: Vista en 3D de la escalera..... | 99 |
| Ilustración 41: Diagrama de momentos de la escalera..... | 100 |
| Ilustración 42: Losa de espesor constante..... | 104 |
| Ilustración 43: Losa con capiteles | 105 |
| Ilustración 44: Losa nervada | 105 |
| Ilustración 45: Losa aligerada | 106 |
| Ilustración 46: Losa cajón | 106 |
| Ilustración 47: Esquema de referencia franjas Método rígido convencional..... | 107 |
| Ilustración 48: Distribución de cargas Método rígido convencional | 108 |
| Ilustración 49: Esquema de referencia de columnas Método rígido convencional..... | 111 |
| Ilustración 50: Losa de cimentación vista en 3D | 114 |
| Ilustración 51: Planta de losa de cimentación | 115 |
| Ilustración 52: Ubicación de puntos de verificación de presiones de solicitación..... | 118 |
| Ilustración 53: Representación gráfica de tensiones de solicitación..... | 121 |
| Ilustración 54: Tensión máxima por Cypecad | 121 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 55: División de franjas de la losa | 122 |
| Ilustración 56: Diagrama de momentos de franja de mayor sollicitación..... | 124 |
| Ilustración 57: Diagrama de cortantes de franja de mayor sollicitación | 125 |
| Ilustración 58: Diagrama de momentos de losa de cimentación en X | 125 |