

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES



“DISEÑO ESTRUCTURAL MÓDULO EDUCATIVO 12 DE AGOSTO”
(MUNICIPIO COLOMI; VILLA NARANJOS; SUB CENTRAL
DISTRITO 6; CORANI PAMPA)

Elaborado por:

ROSALÍA CASTRO VASQUEZ

Mayo 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 MÓDULO EDUCATIVO 12 DE
AGOSTO”(MUNICIPIO COLOMI; VILLA NARANJOS; SUB
CENTRAL DISTRITO 6; CORANI PAMPA)

Elaborado por:

ROSALÍA CASTRO VASQUEZ

Proyecto de grado presentado a mi consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

EN LA ASIGNATURA CIV – 512 PROYECTO DE INGENIERÍA
CIVIL II

Mayo 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo mi cariño a mis padres Samuel Castro y Tomasa Vásquez por ayudarme a cumplir mis objetivos con su constante apoyo.

ÍNDICE

ÉTICA DE AUTORÍA	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN DEL PROYECTO	v
CAPÍTULO I.....	1
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Problema	1
1.1.1 Planteamiento.....	1
1.1.2 Formulación	1
1.1.3 Sistematizacion	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos	3
1.3 Justificación	3
1.3.1 Académica	3
1.3.2 Técnica.....	4
1.3.3 Social	4
1.4 Marco de referencia	4
1.4.1 Espacial.....	4
1.4.1 Servicios básicos.....	4
1.5 Alcance del proyecto	6
1.5.1 Alternativa de planteo estructural definida.....	6
1.5.2 Resultados a lograr.....	6
1.5.3 Restricciones o limitaciones	7
1.6 Aporte académico diseño estructural de sustentación de cubierta (cercha metálica con perfiles L)	7
1.6.1 Alcance del aporte	7
CAPÍTULO II.....	8
2 MARCO TEÓRICO	8
2.1 Levantamiento topográfico.....	8

2.1.1 Estudios de suelos.....	8
2.1.1.2 Granulometría	8
2.1.1.3 Límites de Atterberg-Plasticidad	10
2.1.1.4 Clasificación de suelos.....	11
2.2 Normas de diseño de elementos estructurales	14
2.3 Método de diseño.....	14
2.4 Coeficiente de seguridad.....	15
2.4.1 Estados límites últimos	15
2.4.2 Hipótesis de carga para la estructura de hormigón armado	16
2.5 Diseño de entrepisos.....	17
2.5.1 Análisis estructural	17
2.5.2 Acciones de carga sobre la estructura.....	18
2.5.3 Estructura de sustentación de cubierta (cercha metálica)	18
2.5.3.1 Carga de viento	18
2.5.3.2 Combinaciones de carga	23
2.5.3.3 Tipos de acero.....	24
2.5.3.4 Predimensionamiento de elementos de acero	25
2.5.3.5 Diseño de miembros a tracción.....	25
2.5.3.6 Diseño de miembros a compresión.....	27
2.5.3.7 Control de pandeo por flexión en elementos esbeltos.....	28
2.5.3.8 Diseño de miembros a flexión	28
2.5.4. Losas nervadas.....	30
2.5.4.1 Control de deflexiones	31
2.5.4.2 Diseño a flexión de losas	32
2.5.4.3 Armadura mínima	33
2.5.4.4 Comprobación a esfuerzo cortante	34
2.6 Estructura de sustentación	35
2.6.1 Vigas de hormigón armado	35
2.6.1.1 Análisis estructural	35
2.6.1.2 Diseño de armadura por flexión.....	36
2.6.1.3 Diseño de armadura de corte	41

2.6.2 Columnas de hormigón armado.....	42
2.6.2.1 Disposición relativa a las armaduras	42
2.6.2.2 Armaduras longitudinales	42
2.6.2.3 Armaduras transversales	43
2.6.2.4 Cuantías límites.....	43
2.6.2.5 Longitud de pandeo	44
2.6.2.7 Columnas cortas de concreto reforzado.....	46
2.6.2.8 Columnas intermedias.....	46
2.6.2.9 Método de la excentricidad ficticia.....	46
2.6.2.10 Flexión esviada sección rectangular con armadura simétrica.....	47
2.6.2.11 Consideraciones de diseño.....	48
2.7 Escaleras de hormigón armado.....	48
2.7.1 Cargas y solicitaciones.....	50
2.7.1.2 Idealización de escaleras.....	50
2.7.1.3 Verificación por cortante	51
2.7.1.4 Diseño de armadura	51
2.8 Zapatas de hormigón armado	52
2.8.1 Distribución de presiones.....	52
2.8.2 Efectos de cargas excéntricas	53
2.8.3 Dimensionamiento en planta	57
2.8.3.1 Dimensionamiento en elevación.....	57
2.8.3.2 Verificación a corte por punzonamiento y por flexión	58
2.8.3.3 Verificación de esfuerzos.....	58
2.8.4 Acciones comprobación zapatas.....	59
2.8.4.1 Comprobación de vuelco	60
2.8.4.2 Comprobación de deslizamiento.....	60
2.8.4.3 Comprobación de hundimiento.....	61
2.8.4.4 Armadura de diseño	61
2.8.4.5 Verificación de la adherencia	63
2.9 Estrategia para la ejecución del proyecto	64
2.9.1 Especificaciones técnicas	64

2.9.2 Cómputos métricos	65
2.9.3 Análisis de precios unitarios	66
2.9.4 Presupuesto general de la obra	68
CAPÍTULO III	69
3 INGENIERÍA DEL PROYECTO	69
3.1 Análisis y validación de levantamiento topografía	69
3.2 Análisis y validación de estudios de suelos.....	69
3.3 Análisis del diseño arquitectónico.....	70
3.4 Planteamiento estructural	70
3.4.1 Estructura de la edificación.....	70
3.5 Diseño estructural.....	71
3.5.1 Estructura de sustentación de la edificación.....	71
3.5.1.1 Diseño de la cubierta metálica.....	71
3.5.2 Diseño de losa nervada H°A°	82
3.5.3 Diseño de vigas H°A°.....	93
3.5.4 Diseño de columnas H°A°	103
3.5.4.1 Columnas H°A°	104
3.5.5 Diseño de zapatas aisladas H° A°	111
3.5.6 Diseño de la escalera H° A°.....	121
3.6 Especificaciones técnicas.....	126
3.6.1 Cómputos métricos	126
3.6.2 Análisis de precios unitarios	126
3.6.3 Presupuesto general	126
3.6.4 Cronograma de actividades.....	126
CAPÍTULO IV	127
4. APORTE ACADÉMICO diseño estructural de sustentacion de cubierta (cercha metálica con perfiles L).....	127
4.1 Análisis compartivo técnico.....	167
4.1.1 Análisis compartivo económico.....	170
CAPÍTULO V	171
5.1 Conclusiones.....	171

5.2 Recomendaciones	173
Bibliografía.....	174

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 LÍMITES DE TAMAÑO DE SUELOS SEPARADOS	9
TABLA 2.2 SERIE DE TAMICES A.S.T.M.	9
TABLA 2.3 PARA LA CLASIFICACIÓN AASHTO	12
TABLA 2.4 CAPACIDAD PORTANTE PARA ARCILLAS Y MEZCLAS DE SUELO. ...	14
TABLA 2.5 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS – COEFICIENTES DE MINORACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS MATERIALES	16
TABLA 2.6 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS – COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LAS ACCIONES	16
TABLA 2.7: FACTORES DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICOS.....	24
TABLA 2.8 RELACIONES L/D EN VIGAS Y LOSAS DE HORMIGÓN ARMADO SOMETIDOS A FLEXIÓN SIMPLE	32
TABLA 2.9 CUANTÍAS GEOMÉTRICAS, MÍNIMAS, REFERIDAS A LA SECCIÓN TOTAL DE HORMIGÓN, EN TANTO POR MIL	34
TABLA 2.10 VALORES LÍMITES.....	37
TABLA 2.11 TABLA UNIVERSAL PARA FLEXIÓN SIMPLE O COMPUESTA.....	38
TABLA 2.13 FORMULARIO B-2	67
TABLA 3.14 CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO.....	69
TABLA 3.15 FUERZAS INTERNAS AXIALES.....	76
TABLA 3.16 ESFUERZOS PARA DIFERENTES LONGITUDES (H_{3l})	91
TABLA 3.17 SOLICITACIONES MÁXIMAS DE LA ZAPATA	111
TABLA 4.18 MÍNIMA TENSIÓN DE PERNOS	134
TABLA 4.19 DIMENSIONES NOMINALES DE PERFORACIONES	135
TABLA 4.20 DISTANCIA MÍNIMA AL BORDE 15 (CENTRO DE LA PERFORACIÓN ESTÁNDAR 16 AL BORDE DE LA PARTE CONECTADA)	136
TABLA 4.21 CARGAS SUPERFICIALES	139
TABLA 4.22 LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE LA CERCHA.....	141

TABLA 4.23 FACTOR DE DIRECCIONALIDAD K_D	144
TABLA 4.24 FACTOR DE IMPORTANCIA I	144
TABLA 4.25 CONSTANTES DE EXPOSICIÓN DEL TERRENO.....	145
TABLA 4.26 COEFICIENTES DE PRESIÓN INTERNA $GCPI$	147
TABLA 4.27 COEFICIENTES DE PRESIÓN EN PAREDES CP	148
TABLA 4.28 FUERZAS INTERNAS AXIALES DATOS DEL PROGRAMA SAP2000V.22160	
TABLA 4.29 TIPOS DE PERFILES CERCHA METÁLICA.....	168
TABLA 4.30 COMPARACIÓN DE ESFUERZOS MÁXIMOS CUBIERTA DE SUSTENTACIÓN.....	169
TABLA 4.31 TABLA DE COMPARACIÓN DE COSTOS CERCHA METÁLICA (PERFILES L) Y CON (PERFILES C).....	170

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA.....	5
FIGURA 1.2 PROVINCIA CHAPARE	5
FIGURA 1.3 MUNICIPIO DE COLOMI	5
FIGURA 1.4 VILLA NARANJOS.....	5
FIGURA 1.5 UBICACIÓN EMPLAZAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	5
FIGURA 2.6 CURVA GRANULOMÉTRICA	10
FIGURA 2.7 CARTA DE PLASTICIDAD	13
FIGURA 2.8 LOMA (BIDIMENSIONAL).	20
FIGURA 2.9 ACANTILADO O ESCARPA.....	20
FIGURA 2.10 CUBIERTA A DOS Y CUATRO AGUAS	22
FIGURA 2.11 LIMITACIONES DE DIMENSIONES PARA LOSA RETICULAR.....	31
FIGURA 2.12 LIMITACIONES DE DIMENSIONES PARA LOSA RETICULAR.....	32
FIGURA 2.13 DIAGRAMA DE ESFUERZO PARÁBOLA RECTÁNGULO.....	37
FIGURA 2.14 PÓRTICOS INTRASLACIONALES Y TRASLACIONALES.....	44
FIGURA 2.15 MONOGRAMA DE LA LONGITUD DE PANDEO	44
FIGURA 2.16 ABACO EN ROSETA PARA FLEXIÓN ESVIADA	47
FIGURA 2.17 ARQUITECTURA DE ESCALERAS.....	49
FIGURA 2.18 DIMENSIONES DE LA ESCALERA.....	49

<i>FIGURA 2.19 IDEALIZACIÓN DE UNA ESCALERA</i>	<i>50</i>
<i>FIGURA 2.20 DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN ZAPATAS</i>	<i>53</i>
<i>FIGURA 2.21 ZAPATAS RÍGIDAS</i>	<i>53</i>
<i>FIGURA 2.22 EXCENRICIDAD EN EL EJE X Y EL EJE Y.....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 2.23 CONCENTRACIÓN DE LA CARGA EN EL CENTRO DE LA ZAPATA</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 2.24 EXCENRICIDAD DENTRO DEL NÚCLEO CENTRAL.....</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 2.25 EXCENRICIDAD SE ENCUENTRA EN EL LÍMITE DEL NÚCLEO CENTRAL.....</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 2.26 EXCENRICIDAD SE ENCUENTRA FUERA DEL NÚCLEO CENTRAL</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 2.27 DIMENSIONAMIENTO EN ELEVACIÓN ZAPATA.....</i>	<i>57</i>
<i>FIGURA 2.28 PLANO DE CIMENTACIÓN.....</i>	<i>59</i>
<i>FIGURA 2.29 UBICACIÓN DE LOS ESFUERZOS PARA DETERMINAR EL MOMENTO A FLEXIÓN</i>	<i>62</i>
<i>FIGURA 2.30 MOMENTO DE CÁLCULO EN LA SECCIÓN L-L</i>	<i>62</i>
<i>FIGURA 3.31 ESTRUCTURA DE LA EDIFICACIÓN</i>	<i>70</i>
<i>FIGURA 3.32 CUBIERTA METÁLICA.....</i>	<i>71</i>
<i>FIGURA 3.33 DIMENSIONES DE LA CUBIERTA.....</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 3.34 IDEALIZACIÓN DE LA CERCHA</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 3.35 DESCOMPOSICIÓN DE CARGAS.....</i>	<i>73</i>
<i>FIGURA 3.36 CARGA CRÍTICA SOBRE LOS NUDOS.....</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 3.37 DIMENSIONES DE LA LOSA NERVADA EN EL DISEÑO</i>	<i>82</i>
<i>FIGURA 3.38 SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA LOSA.....</i>	<i>83</i>
<i>FIGURA 3.39 LOSA PARA EL ANÁLISIS DE DISEÑO AL CORTE</i>	<i>89</i>
<i>FIGURA 3.40 PANDEO DE COLUMNA</i>	<i>104</i>
<i>FIGURA 3.41 DISEÑO DE LA ZAPATA AISLADA</i>	<i>111</i>
<i>FIGURA 3.42 ESCALERA E-1.....</i>	<i>121</i>
<i>FIGURA 3.43 ESCALERA E-1 IDEALIZACIÓN.....</i>	<i>123</i>
<i>FIGURA 4.44 ELEMENTOS COMPUESTOS: PERFILES SENCILLOS (LÍNEAS CONTINUAS) UNIDOS POR SEPARADORES ESPACIADOS ENTRE SÍ (LÍNEAS PUNTEADAS)</i>	<i>129</i>

FIGURA 4.45 DEFINICIÓN DE ANCHOS Y ESPESORES PARA LA DETERMINACIÓN DE PANDEO LOCAL..... 133

ANEXOS

A-1. Carta de respaldo institucional

A-2. Tablas

A-3. Estudio Topográfico

A-4. Estudio de Suelos

A-5. Análisis de cargas

A-6. Especificaciones Técnicas

A-7. Cómputos Métricos (planos de cómputos métricos)

A-8. Análisis de precios unitarios

A-9. Presupuesto general

A.10. Plano arquitectónico y topográfico

A.11. Planos Estructurales

A.12. Cronograma de ejecución