

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 UNIDAD EDUCATIVA TURUMAYO DE
LA PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA”

TOMO I

Por:

ALVARO JHONNY LOPEZ VELASQUEZ

SEMESTRE II -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 DE LA UNIDAD EDUCATIVA TURUMAYO DE
LA PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Por:

ALVARO JHONNY LOPEZ VELASQUEZ

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.

SEMESTRE II – 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y afecto a mis padres Adhemar López y Dionicia Velásquez, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, para ser una mejor persona cada día.

ÍNDICE

Ética de Autoría

Dedicatoria

Agradecimiento

RESUMEN DEL PROYECTO

CAPÍTULO I 1

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO..... 1

1.1. El problema 1

1.1.1. Planteamiento 1

1.1.2. Formulación 1

1.1.3. Sistematización 2

1.2. Objetivos 3

1.2.1. General 3

1.2.2. Específicos 3

1.3. Justificación..... 3

1.3.1. Académico..... 3

1.3.2. Técnica 4

1.3.3. Social..... 4

1.4. Alcance del proyecto 4

1.4.1. General 4

1.4.2. Resultados a lograr 4

1.4.3. Restricciones y limitaciones..... 5

1.5. Marco espacial..... 5

1.6. Información socioeconómica de la zona de ubicación del proyecto..... 6

CAPÍTULO II 7

2. MARCO TEÓRICO 7

2.1. Levantamiento topográfico 7

2.2. Estudio de suelos 7

2.2.1. Distribución Granulométrica..... 8

2.2.2. Análisis Granulométrico Por Mallas 8

2.2.3. Límites de Tamaños para Suelos 10

2.2.4. Límites de Atterberg 12

2.2.5. Sistema de Clasificación de Suelos..... 14

2.2.6. Resistencia cortante del suelo 14

2.2.7. Prueba de penetración estándar - SPT..... 15

2.3. Diseño Arquitectónico 18

2.3.1. Etapas del diseño Arquitectónico..... 18

2.4.	Idealización de las estructuras	19
2.5.	Materiales.....	20
2.5.1.	Hormigón Armado	20
2.5.2.	Adherencia entre el hormigón y el acero	20
2.5.3.	Disposición de las armaduras.....	21
2.5.4.	Distancia entre barras	21
2.5.5.	Doblado de las armaduras	22
2.5.6.	Anclaje de las armaduras	22
2.5.7.	Empalme de las armaduras.....	23
2.5.7.1.	Empalme por solapo	23
2.5.7.2.	Empalme por solapo de grupo de barras.....	24
2.6.	Diseño Estructural	25
2.6.1.	Cálculo de estructuras en general.....	25
2.6.2.	Estructura metálica.....	25
2.6.3.	Cubierta Metálica.....	26
2.6.3.1.	Combinaciones de Cargas.....	26
2.6.4.	Cálculo de estructuras de hormigón armado.....	28
2.6.5.	Bases de cálculo	29
2.6.5.1.	Coeficientes de seguridad	29
2.6.5.2.	Estados límites últimos	29
2.6.5.3.	Estados límites de servicio.....	29
2.6.5.4.	Hipótesis de carga más desfavorable	29
2.6.5.5.	Comprobaciones que deben realizarse.....	30
2.6.5.6.	Cálculo en estados límites.....	31
2.6.5.6.1.	Dominios de deformación.....	31
2.6.5.7.	Acciones.....	32
2.6.5.7.1.	Valores característicos de las acciones	33
2.6.5.7.2.	Datos generales para el cálculo de las sollicitaciones.....	33
2.6.6.	Estructura de sustentación de la edificación	33
2.6.6.1.	Estructuras complementarias (losas alivianadas)	33
2.6.6.2.	Vigas	35
2.6.6.3.	Columnas	40
2.6.6.4.	Fundaciones	45
2.6.6.4.1.	Tipos de fundaciones	45
2.6.6.4.1.1.	Fundaciones superficiales	45
2.6.6.4.1.2.	Fundaciones profundas	46
2.6.6.4.1.3.	Fundaciones superficiales	47
2.6.6.4.1.3.1.	Zapatas aisladas	47
2.6.6.4.1.3.2.	Zapatas corridas.....	47
2.6.6.4.1.3.3.	Zapata combinada.....	48
2.6.6.4.1.3.4.	Vigas de cimentación	48

2.6.6.4.1.3.5. Losa de fundación	48
2.6.6.4.2.Zapatas aisladas.	49
2.6.6.5. Estructuras complementarias (escaleras).....	54
2.6.6.5.1.Definición	54
2.6.6.5.2.Proceso de cálculo	54
2.7. Estrategia para la ejecución del proyecto	56
2.7.1. Especificaciones técnicas	56
2.7.2. Precios Unitarios	57
2.7.3. Cómputos métricos	57
2.7.4. Presupuesto	57
2.7.5. Planeamiento y cronograma.....	57
2.7.5.1. Diagrama de GANTT o Diagrama de Barras	58
CAPÍTULO III.....	59
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	59
3.1. Análisis del levantamiento topográfico	59
1. Análisis y resultados del estudio de suelos	59
2. Análisis del diseño arquitectónico.....	60
3. Planteamiento estructural.....	61
3.4.1. Estructura de Sustentación	62
3.5. Datos generales del Proyecto	63
3.5.1. Normativa de diseño.....	63
3.5.2. Materiales empleados	64
3.5.3. Análisis de acciones sobre la estructura	64
3.5.3.1. Estados de carga.....	64
3.5.3.2. Análisis de cargas permanentes	64
3.5.3.2.1.Peso propio de los elementos.....	65
3.5.3.2.2.Peso de Barandado.....	68
3.5.3.2.3.Carga viva.....	70
3.5.4. Análisis, cálculo y diseño estructural	71
3.5.4.1. Cálculo y diseño estructural	71
3.5.4.1.1.Datos para el cálculo estructural	71
3.5.4.1.2.Pre dimensionamiento de vigas y pilares	71
3.5.4.1.3.Disposición de las cargas de servicio	72
3.5.4.1.4.Elementos más solicitados.....	72
3.5.4.1.5.Esfuerzos de cálculo de los elementos más solicitados.....	73
3.5.4.1.5.1.Viga.....	73
3.5.4.1.5.2.Columna.....	74
3.5.4.1.5.3.Zapata.....	75
3.5.5. Análisis de los miembros más solicitados.....	75
3.5.5.1. Diseño de la cubierta	75

3.5.5.1.1.Diseño de correas	80
3.5.5.1.1.1.Carga sobre cercha.....	83
3.5.5.1.2.Diseño a compresión cuerda superior	86
3.5.5.1.3.Diseño a tracción cuerda inferior	88
3.5.5.1.4.Diseño de montante	89
3.5.5.1.5.Deflexión Máxima.....	91
3.5.5.2. Losa	96
3.5.5.3. Diseño de viga de hormigón armado.....	97
3.5.5.3.1.Determinación de armadura para momento positivo	99
3.5.5.3.2.Determinación de la Armadura Negativa (izquierda)	100
3.5.5.3.3.Determinación de la Armadura Negativa (derecha).....	101
3.5.5.3.4.Armadura transversal izquierda.....	102
3.5.5.3.5.Armadura transversal para la derecha	105
3.5.5.4. Diseño Estructural de la Columna C116	108
3.5.5.5. Diseño Estructural de la Zapata Aislada C116.....	119
3.5.5.6. Diseño Estructural de la Escalera.....	130
3.6. Comparación de los resultados de los cálculos manuales con los del programa CYPE CAD.....	139
3.7. Especificaciones técnicas	141
3.8. Precios unitarios.....	141
3.9. Presupuesto general de la obra.....	141
CAPÍTULO IV.....	142
4.APORTE ACADÉMICO	142
4.1. EFECTO P - DELTA	142
4.1.1. Análisis no lineal.....	142
4.1.1.1. No linealidad del material	146
4.1.1.2. No linealidad geométrica.....	148
4.1.2. Efecto P-Delta	149
4.2. Análisis desplazamientos laterales considerado el efecto P-Delta.....	153
4.3. Análisis de resultados.....	156
4.4. Conclusiones del Aporte Académico.....	158
CAPÍTULO V	160
5.1. CONCLUSIONES	160
5.2. RECOMENDACIONES.....	161

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo A-1. (Tablas y ábacos usados)

Anexo A-2 (Análisis de cargas actuantes)

Anexo A-3 (Estudio de suelos)

Anexo A-4 (Fotografías del lugar de emplazamiento)

Anexo A-5 (Memoria de cálculo y diseño)

Anexo A-6 (Especificaciones técnicas)

Anexo A-7 (Cómputos métricos)

Anexo A-8 (Presupuesto general y precios unitarios)

Anexo A-9 (Cronograma de ejecución)

Anexo A-10 (Plano topográfico)

Anexo A-11 (Planos Arquitectónico)

Anexo A-12 (Planos Estructurales)

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Mapa del departamento de Tarija.....	5
FIGURA 2 Mapa de la provincia Cercado.....	6
FIGURA 3 Localización de la Unidad Educativa Turumayo	6
FIGURA 4.....	10
FIGURA 5 Granulometría de un Suelo de Grano grueso obtenida por un análisis granulométrico por mallas.....	10
FIGURA 6 Definición de los Límites de Atterberg	13
FIGURA 7 Imagen referencial de la idealización.....	20
FIGURA 8 Empalme de las armaduras.....	23
FIGURA 9 Empalmes por traslapo de grupo de barras	24
FIGURA 10 Proceso de cálculo de una estructura.....	25
FIGURA 11 Métodos de cálculo del hormigón armado.	28
FIGURA 12 Dominios de deformación de las secciones, en el estado límite último de agotamiento.	31
FIGURA 13 Nomograma para coeficiente de pandeo.	41
FIGURA 14 Ábaco en roseta para flexión esviada.	43
FIGURA 15 Tipos de fundaciones.....	45
FIGURA 16 Fundaciones superficiales, profundas.	46
FIGURA 17 Zapatas aisladas.....	47
FIGURA 18 Losa de fundación	49
FIGURA 19 Topografía del terreno.....	59
FIGURA 20 Ilustración del Esquema Estructural.....	63
FIGURA 21 Detalle del muro de ladrillo 6 huecos.....	66
FIGURA 22 Detalle de Barandado de tubo galvanizado	68
FIGURA 23 Envoltentes de M, V, T.	73
FIGURA 24 Esfuerzos de diseño de la columna C116.....	74
FIGURA 25 Esfuerzos de diseño de la zapata C116	75
FIGURA 26 Descomposición de cargas en eje X, eje Y	82
FIGURA 27 Distribución de cargas en cercha.....	85
FIGURA 28 Diseño de unión soldada	92

FIGURA 29 Ubicación de la viga de diseño (VIGA 25)	98
FIGURA 30 Disposición de la Armadura en la Viga N25	108
FIGURA 31 Ubicación de la columna más solicitada (COLUMNA 116)	109
FIGURA 32 Vista frontal de los elementos concurrentes en el pilar.....	110
FIGURA 33 Ilustración de Nomograma para Determinar la Longitud de Pandeo...	112
FIGURA 34 Ábaco en roseta para flexión esviada.	116
FIGURA 35 Disposición de la Armadura en la Columna 116.....	118
FIGURA 36 Ubicación de la zapata más solicitada (ZAPATA 116)	119
FIGURA 37 Geometría de la Zapata en estudio C116	122
FIGURA 38 Distribución de Tensiones en el Terreno.....	123
FIGURA 39 Disposición de la armadura en la zapata 116	129
FIGURA 40 vista en planta escalera de tres tramos	130
FIGURA 41 Ilustración de las cargas que actúan sobre la escalera y diagrama de momentos	133
FIGURA 42 Disposición de armadura en la grada de hormigón armadoç	138
FIGURA 43 Análisis de los niveles Elástico e Inelástico.....	143
FIGURA 44 Deformación de los materiales lineales y no lineales	148
FIGURA 45 Efecto P-delta en porticos	150
FIGURA 46 Efecto P – Delta sobre un sistema de un grado de libertad	151
FIGURA 47 No linealidad geométrica. Efecto P – Delta en porticos	153
FIGURA 48 Simulación de la estructura considerando Efecto P - Delta a 25 pisos	154

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Tamaños de Tamices U.S. Standar	9
TABLA 2 Límites de Tamaño de Suelos Separados	12
TABLA 3 Sistema de Clasificación USCS	17
TABLA 4 Sistema de clasificación SUC (suelos finos)	17
TABLA 5 Diámetro mínimo de mandril para el doblado de barras	22
TABLA 6 Empalmes por solapo.....	24
TABLA 7 Valores de la relación canto/luz para los cuales no es necesario comprobar la flecha.....	34
TABLA 8 Tabla universal para flexión simple.....	38
TABLA 9 Cuantías geométricas mínimas.	39
TABLA 10 Valores límites.	39
TABLA 11 Descripción del estudio de suelos.....	60
TABLA 12 Sobrecargas de Uso utilizadas en el Diseño	70
TABLA 13 Datos de entrada para el cálculo.	71
TABLA 14 Elementos más solicitados.....	73
TABLA 15 Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada.	77
TABLA 16 Disposición de cargas para la correa.....	81
TABLA 17 Combinaciones de carga para cercha.....	81
TABLA 18 Combinaciones de carga para la cercha.....	84
TABLA 19 Cargas en nudos sobre la cercha.....	85
TABLA 20 Calculo de inercias de los elementos concurrentes en el pilar.....	110
TABLA 21 Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U	139
TABLA 22 Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U.....	140
TABLA 23 Comparación de resultados del cálculo de la Zapata en E.L.U	140
TABLA 24 Comparación de desplazamientos con Efecto P- Delta y sin P - Delta .	154
TABLA 25 Comparación de momentos flectores, considerando P – Delta y sin P - Delta	155

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1 Desplazamientos laterales vs número de pisos.....	156
GRAFICO 2 Porcentaje de variación de los desplazamientos a diferente número de pisos	156
GRAFICO 3 Momentos flectores Vs número de pisos.....	157
GRAFICO 4 Variación de momentos flectores a diferentes números de pisos.....	157