

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE
INFRAESTRUCTURA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD EDUCATIVA TOLOMOSA
GRANDE (NIVEL SECUNDARIO)”
(PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA)
TOMO I**

Por:

SERRANO MEDRANO BRAYAN KEVIN

PROYECTO DE DISEÑO presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERIA CIVIL.

SEMESTRE I - 2019

TARIJA – BOLIVIA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE
INFRAESTRUCTURA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD EDUCATIVA TOLOMOSA
GRANDE (NIVEL SECUNDARIO)”
(PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

Por:

SERRANO MEDRANO BRAYAN KEVIN

**EN LA ASIGNATURA CIV 502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II
Gestión académica I/S 2019**

TARIJA – BOLIVIA

Ing. Javier Castellanos Vásquez
DOCENTE DE LA MATERIA CIV-502

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

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA-FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

Ing. Moisés Díaz Ayarde

Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

Ing. Armando Almendras Saravia

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y perseverancia para culminar con esta etapa de mi vida.

Para tí mamá, por tu comprensión, por tu apoyo, por tu humildad, por tú enseñanza de vida, por luchar juntos y sobre todo por seguir a mi lado dándome esa fuerza para seguir adelante.

A todos mis amigos y compañeros que me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, abuelos, familiares y amistades por todo el apoyo brindado, en especial a mi madre Milva Del Rosario Medrano Aguirre que a pesar de la rudeza de la vida me demostró que siempre se puede salir adelante, gracias por el aliento y confianza durante toda mi formación.

A mis hermanos que son la razón de seguir luchando día a día.

A los docentes de cada materia cursada, por su tolerancia, por sus consejos y enseñanzas que fueron de gran ayuda para tener una mejor conclusión del proyecto.

A mi fiel compañera, que me brindo siempre su apoyo y aliento en el culmino de este camino.

A la universidad por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN DEL PROYECTO	
CAPÍTULO I	
1. ANTECEDENTES	1
1.1. El problema.....	1
1.1.1. Planteamiento	1
1.1.2. Formulación.....	2
1.1.3. Sistematización.....	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivo Específico	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Académica	3
1.3.2. Técnica	3
1.3.3. Social-Institucional.....	3
1.3.4. Ambiental	3
1.4. Alcance del proyecto	4
1.5. Aporte Académico.....	4
1.6. Localización	4
1.7. Información socioeconómica	5
1.7.1 Servicios básicos existentes.....	6
CAPÍTULO II.....	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.0. Introducción.....	8

2.1. Levantamiento topográfico.....	8
2.2. Estudio de suelos.-.....	8
2.2.1. Ensayo de Penetración Normal (SPT).-	8
2.2.1.1 Presion Admisible.-	9
2.3. Diseño arquitectónico.....	13
2.4. Diseño estructural.-	13
2.4.1. Estructura de sustentación porticada de H° A°	13
2.5. Bases de cálculo.-	13
2.5.1. Estructura de sustentación porticada	14
2.5.1.1. Resistencia de cálculo.-	14
2.5.1.2. Diagrama de cálculo Tensión – Deformación.....	14
2.5.1.3. Módulo de deformación longitudinal.....	16
2.5.1.4. Disposición de las armaduras.....	17
2.5.1.5. Estados límites	22
2.5.1.6. Acciones de carga sobre la estructura	23
2.5.1.7. Hipótesis de carga para la estructura de hormigón Armado.-	23
2.5.1.8. Metrado de cargas sobre la estructura	24
2.5.2. Diseño de los elementos de Hormigón Armado (H°A°)	28
2.5.2.1. Losas alivianada con viguetas de hormigón pretensado	28
2.5.2.2. Vigas	29
2.5.2.3. Columnas.....	33
2.5.2.4. Fundaciones.....	38
2.5.2.4.1 Zapatas aisladas.....	39
2.5.2.4.2. Zapatas de medianería	42

2.5.2.5. Escaleras	43
2.5.2.6. Elementos complementarios a la estructura.....	44
2.5.2.6.1. Juntas de dilatación.....	44
2.5.2.6.2. Rampa de acceso al nivel superior.....	47
2.5.2.6.3. Losa de sustentación de tanque de agua	47
2.5.3. Estrategia para la ejecución del proyecto	47
2.5.4. Especificaciones técnicas.-	48
2.5.5. Precios unitarios.-	48
2.5.6. Cómputos métricos.....	50
2.5.7. Presupuesto.-	51
2.5.8. Planeamiento y cronograma de Obra.....	51
CAPÍTULO III.....	
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	54
3.0. Introducción.....	54
3.1. Análisis del levantamiento topográfico.-.....	54
3.2. Análisis del estudio de suelos.-	55
3.3. Análisis arquitectónico del proyecto.-.....	58
3.4. Planteamiento estructural.-	60
3.4.1 Estructura porticada de hormigón armado H°A°	61
3.5. Análisis, cálculo y diseño estructural de la Estructura porticada de (H°A°).-.....	61
3.5.1 Cargas consideradas sobre la estructura.-	61
3.5.2 Verificación de los elementos de la estructura porticada.-.....	69
3.5.2.1 Diseño de la losa alivianada .-.....	70
3.5.2.2 Verificación manual del diseño estructural de la viga.-	93
3.5.2.3 Verificación manual del diseño estructural de la columna.-	105

3.5.2.4. Fundaciones.....	118
3.5.2.4.1. Verificación manual de la zapata aislada.....	118
3.5.2.5 Diseño manual de la escalera de hormigón armado.....	131
3.5.2.6 Elementos complementarios para la estructura.....	147
3.5.2.6.1 Juntas de dilatación.....	147
3.5.2.6.2 Diseño de la rampa de acceso al nivel superior.....	149
3.5.2.6.3 Diseño de la losa del tanque de agua.....	153
3.5.3 Estrategia ejecutada para el proyecto.....	158
3.5.4 Especificaciones técnicas.-.....	158
3.5.5 Precios unitarios de la obra.-.....	159
3.5.6 Computos métricos de la obra. -.....	159
3.5.7 Presupuesto estructural general de la obra.-.....	159
3.5.8 Cronograma de ejecución.-.....	159
CAPÍTULO IV.....	
4 DISEÑO DE LOSA RETICULAR DEL AUDITORIO DE LA U.E.T.G.	160
4.1 Generalidades.....	160
4.2 Marco Teórico.....	160
4.2.1. Diseño a flexión.....	165
4.2.2. Diseño a cortante.....	169
4.2.3. Verificación de flechas de forjados reticulares.....	170
4.2.4. Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado.....	170
4.2.5 Ábacos.....	171
4.2.6. Punzonamiento.....	171
4.3. Alcance del proyecto.....	173
4.4. Aporte académico- Diseño de la losa reticular del auditorio de la U.E.T.G.	173

4.5. Diseño de la losa reticular(Casetón perdido con plastoform).....	173
4.5.1. Diseño a flexión.....	176
4.5.1.1. Diseño a flexión armadura positiva (Método Resistencia de Materiales)	176
4.5.1.2. Diseño a flexión armadura positiva (Método de los coeficientes).....	181
4.5.2. Diseño a cortante en las secciones criticas	188
4.5.3. Armadura de repartos por retraccion de fraguado y cambios de temperatura	189
4.5.4. Comprobación de flechas de forjados reticulares	191
4.5.5. Ábacos	191
4.5.6. Verificación a punzonamiento	191
CAPÍTULO V.....	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	196
5.1. Conclusiones.....	196
5.2. Recomendaciones	197
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

Figura 1 Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 19 años de edad, según departamento, censos 2001 y 2012(En porcentaje).....	6
--	---

CAPÍTULO II

Figura 2.1 Capacidad portante para diferentes tipos de suelos.....	11
Figura 2.2 Capacidad portante para arcillas y mezclas de suelos.....	12
Figura 2.3 Diagrama parábola – rectángulo.....	15
Figura 2.4 Diagrama rectangular.	15
Figura 2.5 Diagramas de cálculo tensión-deformación del acero.....	16
Figura 2.6 Longitud de anclaje, en centímetros.....	20
Figura 2.7 Transmisión de las Cargas Verticales.	24
Figura 2.8 Variación en la Posición de la SC.	24
Figura 2.9 Alternación de cargas, para obtener el máximo momento positivo.	25
Figura 2.10 Hipótesis de carga para determinar las sollicitaciones más desfavorables.....	26
Figura 2.11 Máximo momento flector negativo.	26
Figura 2.12 Modelos simplificados para obtener el máximo momento negativo.....	27
Figura 2.13 Coeficientes de pandeo para piezas aisladas.	34
Figura 2.14 Análisis de la cimentación.....	39
Figura 2.15 Formas típicas de zapatas aisladas.	39
Figura 2.16 Armadura de tracción en una zapata aislada.	41
Figura 2.17 Zapata de medianería.....	42
Figura 2.18 Partes constitutivas de una escalera.....	43
Figura 2.19 Diagrama de GANT	50

CAPÍTULO III

Figura 3.1 Curvas de nivel.....	54
Figura 3.2 Puntos del levantamiento topográfico.	55
Figura 3.3 Ubicación de pozos.	56
Figura 3.4 Estratificación del suelo de fundación pozo N°1.....	58
Figura 3.5 Fachada principal de la U.E. Tolomosa Grande.....	58
Figura 3.6 Planos arquitectónicos.....	59
Figura 3.7 Planteamiento estructural.	60
Figura 3.8 Corte transversal del forjado de la viguetas.	63
Figura 3.9 Detalle de Barandado de tubo galvanizado	66
Figura 3.10 Vista en planta de la disposición de viguetas.	70
Figura 3.11 Losa alivianada.....	71
Figura 3.12 Características geométricas del Plastoform.....	73
Figura 3.13 Espesor mínimo de la carpeta de hormigón.	74
Figura 3.14 Características geométricas de la vigueta pretensada.....	76
Figura 3.15 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ.....	77
Figura 3.16 Características geométricas de la sección compuesta de la losa.	77
Figura 3.17 Características geométricas de la sección homogeneizada.	80
Figura 3.18 Características geométricas de la sección homogeneizada.	80
Figura 3.19 Esfuerzos elásticos en una viga presforzada sin agrietar.	84
Figura 3.20 Punto de aplicación de la fuerza de pretensado (F_p) con respecto al cg.....	87
Figura 3.21 Conjunto solución de la fuerza de pretensado.....	90
Figura 3.22 Vista 3D del edificio (viga en estudio).....	94
Figura 3.23 Disposición de la armadura en la viga.....	104
Figura 3.24 Ubicación del pilar más solicitado en la estructura.....	106

Figura 3.25 Representación gráfica de todos los elementos que concurren a C26.....	106
Figura 3.26 Vista frontal de los elementos que concurren en el pilar.	108
Figura 3.27 Monograma para el calculo de columnas.	110
Figura 3.28 Vista en planta de estribo y armadura longitudinal.	115
Figura 3.29 Disposicion de la armadura en la columna según el software.....	117
Figura 3.30 Armadura obtenida para la columna N°26 según el software CYPECAD.....	117
Figura 3.31 Geometria de la Zapata aislada	118
Figura 3.32 Puntos criticos de la zapata para el calculo de esfuerzos maximos.....	124
Figura 3.33 Tensiones actuantes en la Zapata “P26”.....	129
Figura 3.34 Esquema y respuesta estructural en la zapata “P26”.....	129
Figura 3.35 Representación gráfica de la armadura de la zapara según el software.	130
Figura 3.36 Vista en planta de la escalera.	132
Figura 3.37 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal.	135
Figura 3.38 Como una losa plana, apoyo simple.....	135
Figura 3.39 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana.	137
Figura 3.40 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real.	137
Figura 3.41 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa.....	138
Figura 3.42 Como una losa plana, apoyo empotrado.	138
Figura 3.43 Diagrama de momentos de la escalera, real empotrada.	139
Figura 3.44 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana empotrada.	140
Figura 3.45 Representación gráfica de la armadura para la escalera.....	146
Figura 3.46 Representación grafica de las disposiciones de las juntas de dilatación.	147
Figura 3.47 Representación grafica de la losa de la rampa.	149
Figura 3.48 Sección “T”.	151
Figura 3.49 Vista de la ubicación del tanque elevado de agua.	153

Figura 3.50 Pilar y losa de sustentación del tanque de agua.....	154
Figura 3.51 Esquema de un tanque de agua.....	154
Figura 3.52 Especificación del tanque de agua de 900 L.	155
Figura 3.53 Tanque de agua de 900 L.	155
Figura 3.54 Especificación del tanque de agua de 900 L.....	156
Figura 3.55 Losa de sustentación para el tanque de agua.....	157
CAPÍTULO IV	
Figura 4.1 Forjados reticulares con casetones de aligeramiento perdido.	161
Figura 4.2. Forjados reticulares con casetones de aligeramiento recuperable.....	161
Figura 4.3 Forjados reticulares con casetones de aligeramiento especiales.	162
Figura 4.4 Geometría de la losa reticular.....	163
Figura 4.5 Tipos de forjados.....	164
Figura 4.6. forjados reticulares	164
Figura 4.7 Recubrimiento mecánico de los nervios.....	166
Figura 4.8. Diagrama rectangular	167
Figura 4.9 Dimensiones de la losa plana.	169
Figura 4.10 Tamaño mínimo considerable para los ábacos.....	171
Figura 4.11 Perímetro crítico en losas	172
Figura 4.12 Parámetros geométricos de la losa reticular	176
Figura 4.13 Sección analizada de la losa reticular.....	177
Figura 4.14 Diagrama rectangular	178
Figura 4.15 Momentos en la dirección “X”	179
Figura 4.16 Momentos en la dirección “Y”	180
Figura 4.17 Viga en T analizada y sección equivalente	181
Figura 4.18 Interpretación gráfica de los momentos M_x	184

Figura 4.19 Viga en T analizada.....	185
Figura 4.20 Viga en T múltiples continuas.....	185
Figura 4.21 Armadura longitudinal inferior y superior.....	187
Figura 4.22 Armadura transversal inferior y superior.....	187
Figura 4.23 Sección de la cortante.....	188
Figura 4.24 Armadura de reparto.....	191
Figura 4.25 Perímetro crítico en las losas.....	194

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
CAPÍTULO I	
Tabla 1 Numero de habitantes según censo poblacional 2012	5
CAPITULO II	
Tabla 2.1 Relación de Resistencia para las Arcillas	10
Tabla 2.2 Relación de Resistencia para Las Arenas	10
Tabla 2.3 Recubrimientos minimos.	19
Tabla 2.4 Valores del coeficiente α	21
Tabla 2.5 temperatura máxima y mínima	45
Tabla 2.6 Coeficiente de dilatación	46
Tabla 2.5 items supuestos.	52
CAPÍTULO III	
Tabla 3.1 Características del suelo	54
Tabla 3.2 Datos geometricos de las columnas del portico en estudio	59
Tabla 3.3 Datos geometricos de la viga del portico en estudio.	59
Tabla 3.4 Sobrecarga de uso de edificaciones	65
Tabla 3.5 Comparración de la armadura en función del area requerida en la viga.	101
Tabla 3.6 Características geometricas de las secciones que concurren en la columna.....	104
Tabla 3.7 Disposicion de armaduras en la columna	116
Tabla 3.8 Commparacion del area requerida en la columna.....	116
Tabla 3.9 Commparación de área requerida en la zapata de la columna 26.....	121
Tabla 3.10 Commparación de área requerida para una escalera.....	146
Tabla 3.11 Coeficientess para diseño de las losas macizas rectangulares.	150
Tabla 3.12 Vigas T múltiples continuas.	151
Tabla 3.13 Comparación de área requerida para una losa de la rampa.	153

Tabla 3.14 Comparación de área requerida para la losa del tanque de agua	158
--	-----

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1 Comparación de armaduras necesarias	180
---	-----

Tabla 4.2 Coeficientes para diseño de losas reticulares.....	183
--	-----

Tabla 4.3 Comparación de armaduras necesarias	188
---	-----