

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES**



TOMO I (TEXTO Y ANEXOS)

**“ DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NUEVA UNIDAD EDUCATIVA LUIS DE
FUENTES Y VARGAS EN LA COMUNIDAD DE PAMPA REDONDA EN LA
PROVINCIA CERCADO DEL MUNICIPIO DE TARIJA ”**

Por:

SERRANO FLORES KAREN PAOLA

SEMESTRE I - 2020

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 NUEVA UNIDAD EDUCATIVA LUIS DE
FUENTES Y VARGAS EN LA COMUNIDAD DE PAMPA REDONDA EN LA
PROVINCIA CERCADO DEL MUNICIPIO DE TARIJA ”**

Por:

SERRANO FLORES KAREN PAOLA

SEMESTRE I – 2020

Tarija – Bolivia

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez
DOCENTE DE CIV-502
PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

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

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

TRIBUNAL:

.....
Ph.D. Ing. Alberto Benítez Reynoso

.....
Ph.D. Ing. Arturo Dubravcic Alaiza

.....
M.Sc. Ing. Moisés Díaz Ayarde

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

A mis padres Irineo Serrano y Ernestina Flores, por todo su apoyo, amor, confianza, y paciencia, por ayudarme y darme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mi camino y estar siempre conmigo, por darme fortaleza en aquellos momentos de dificultad.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional para poder alcanzar esta meta.

A mis amigos, compañeros de carrera, que se convirtieron en amigos de vida.

ÍNDICE

RESUMEN

1. CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Antecedentes.....	1
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	2
1.3.3. Social.....	3
1.4. Ubicación del proyecto.....	3
1.4.1. Departamento Tarija.....	3
1.4.2. Comunidad Pampa Redonda.....	4
1.5. Servicios básicos existentes en la comunidad Pampa Redonda	6
1.5.1. Agua potable	6
1.5.2. Medios para la eliminación de excretas	6
1.5.3. Energía Eléctrica	6
1.6. Alcance del proyecto	6
2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Levantamiento Topográfico	7
2.1.1. Curvas de Nivel.....	7
2.2. Estudio de suelos	7
2.2.1. Ensayo de Penetración Estándar SPT	9
2.2.2. Clasificación de suelos.....	11
2.2.2.1. Clasificación de suelos según método AASTHO.....	11
2.2.2.2. Clasificación de suelos según método SUCS	13
2.3. Arquitectura del proyecto	14
2.4. Idealización de la estructura	15
2.5. Normativa de diseño.....	16

2.5.1. Materiales	16
2.5.1.1. Hormigón.....	16
2.5.1.2. Acero	18
2.6. Método de Cálculo de Estructuras de H°A°	19
2.6.1. Coeficientes de seguridad	20
2.6.2. Dominios de deformación	22
2.7. Diseño de elementos estructurales.....	26
2.7.1. Diseño de losa	26
2.7.2. Diseño de Vigas	33
2.7.3. Diseño de Columnas	37
2.7.4. Diseño de Fundaciones	44
2.7.5. Diseño de obras complementarias.....	50
2.7.5.1. Escalera de Hormigón Armado	50
2.7.5.2. Rampa.....	52
2.8. Estrategia para la ejecución del proyecto	52
2.8.1. Especificaciones técnicas	52
2.8.2. Cómputos métricos.....	53
2.8.3. Precios unitarios	53
2.8.4. Presupuesto	53
2.8.5. Cronograma de ejecución.....	53
3. CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DEL PROYECTO	54
3.1. Análisis del levantamiento topográfico	54
3.2. Análisis del estudio de suelos.....	55
3.2.1. Ensayo de penetración estándar SPT	55
3.2.2. Clasificación de suelos	56
3.2.2.1. Clasificación de suelos según método AASTHO.....	56
3.2.2.2. Clasificación de suelos según método SUCS	57
3.3. Análisis del Diseño Arquitectónico.....	58
3.4. Idealización de la estructura	59
3.5. Normativa de Diseño	64
3.5.1. Materiales	64
3.5.1.1. Hormigón.....	64

3.5.1.2. Acero	65
3.6. Análisis, cálculo y diseño estructural (análisis de carga)	65
3.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales	65
3.6.1.1. Predimensionamiento de vigas de arriostre	65
3.6.1.2. Predimensionamiento de vigas	65
3.6.1.3. Predimensionamiento de columnas	66
3.6.2. Análisis de cargas	66
3.6.2.1. Cargas muertas	66
3.6.2.2. Sobrecargas de diseño	74
3.6.3. Junta de Dilatación	74
3.6.4. Velocidad del viento	77
3.7. Diseño y verificación de los elementos estructurales de la edificación	83
3.7.1. Diseño de Losa alivianada	83
3.7.2. Diseño de Viga	94
3.7.3. Diseño de la Columna	110
3.7.4. Diseño de la Zapata Aislada	119
3.7.5. Diseño de Obras Complementarias	127
3.7.5.1. Escalera	127
3.7.5.2. Rampa	134
3.8. Estrategia para la ejecución del proyecto	140
3.8.1. Especificaciones técnicas	140
3.8.2. Cómputos métricos	140
3.8.3. Precios unitarios	140
3.8.4. Presupuesto	140
3.8.5. Cronograma de ejecución	140
4. CAPÍTULO 4: APORTE ACADÉMICO	141
4.1. Marco conceptual del método biela tirante	141
4.1.1. Introducción	141
4.1.2. Bases del método	142
4.1.2.1. Regiones B Y D	142
4.1.3. Planteamiento del método de bielas y tirantes	145

4.1.3.1. Predimensionamiento de la zapata	145
4.2. Cálculo de la zapata por el método de flexión y el método bielas y tirantes.....	152
4.2.1. Dimensionamiento de Zapata método flexión	153
4.2.2. Dimensionamiento de zapata método bielas y tirantes	156
4.2.3. Comprobaciones de seguridad	161
4.2.3.1. Verificación al vuelco	161
4.2.3.1. Verificación al deslizamiento.....	162
4.2.3.3. Comprobación a hundimiento	163
4.2.3.4. Comprobación de la adherencia	164
4.2.3.5. Comprobación a cortante.....	165
4.3. Comparación de resultados.....	165
4.3.1. Comparación técnica método flexión y método bielas y tirantes	165
4.3.2. Comparación económica de las zapatas método de flexión con el método de bielas y tirantes.....	166
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
BIBLIOGRAFÍA	171

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Mapa de la Provincia Cercado	4
Figura 1.2. Plano de ubicación departamental.....	4
Figura 1.3. Imagen satelital del emplazamiento del proyecto en la Comunidad Pampa Redonda.....	5
Figura 1.4. Mapa provincia Cercado comunidad Pampa Redonda	5

CAPÍTULO 2

Figura 2.1. Definición de Límites de Atterberg.....	9
Figura 2.2. Cuadro de clasificación de suelos según AASHTO.....	13
Figura 2.3. Símbolos usados en el método SUCS	13
Figura 2.4. Carta de Plasticidad.....	14
Figura 2.5. Tipos de apoyo móvil y fijo	15
Figura 2.6. Diagrama parábola-rectángulo del hormigón.....	17
Figura 2.7. Plano de deformación y diagrama del bloque rectangular	18
Figura 2.8. Diagrama de pivotes o de los dominios de deformación	23
Figura 2.9. Forjados con semiviguetas	28
Figura 2.10. Vigueta pretensada Concrectec	30
Figura 2.11. Sistema de aplicación de la vigueta	30
Figura 2.12. Dimensiones vigueta pretensada	31
Figura 2.13. Anclaje de barras corrugadas	37
Figura 2.14. Limitaciones en el armado de soportes	38
Figura 2.15. Nomogramas que ofrecen la longitud de pandeo en soportes de pórticos .	40
Figura 2.16. Bulbo de presiones bajo un cimiento de ancho b	45
Figura 2.17. Modelos de distribución de presiones bajo el elemento de cimentación ...	45
Figura 2.18. Vuelo máximo y canto en zapatas.....	46
Figura 2.19. Cálculo a flexión de una zapata	46
Figura 2.20. Seguridad al vuelco y al deslizamiento de una zapata	48
Figura 2.21. Sección de comprobación a esfuerzo cortante	50
Figura 2.22. Cargas verticales en proyección horizontal e inclinada para escalera	51

CAPÍTULO 3

Figura 3.1. Zona de emplazamiento del proyecto	54
Figura 3.2. Ubicación pozos de ensayo SPT	55
Figura 3.3. Ensayo SPT pozo N°1	58
Figura 3.4. Ensayo SPT pozo N°2.....	58
Figura 3.5. Idealización de la estructura.....	60
Figura 3.6. Vista 3d de la estructura.....	61
Figura 3.7. Vista en planta de la estructura	61
Figura 3.8. Losa aligerada apoyada en vigas.....	62
Figura 3.9. Corte A-A Losa aligerada y viga	62
Figura 3.10. Idealización de viga con carga uniformemente distribuida.....	62
Figura 3.11. Zapatas	63
Figura 3.12. Idealización de zapata aislada	63
Figura 3.13. Detalle baranda de tubo metálico.....	71
Figura 3.14. Capacidades de tanque de almacenamiento	73
Figura 3.15. Estaciones meteorológicas cercanas al lugar del proyecto	75
Figura 3.16. Ubicación de juntas de dilatación en la estructura	76
Figura 3.17. Frecuencia de velocidades de viento registrados	80
Figura 3.18. Frecuencia de velocidades de viento Estacion Tarija Aeropuerto	81
Figura 3.19. Frecuencia acumulada % de velocidades de viento	82
Figura 3.20. Losa alivianada con viguetas a verificar	83
Figura 3.21. Sección de vigueta en $t=0$	85
Figura 3.22. Sección de vigueta en $t=\infty$	88
Figura 3.23. Contraflecha en vigueta debido al preesfrozado	92
Figura 3.24. Pórtico 33, viga 56.....	94
Figura 3.25. Distribución de carga en viga.....	96
Figura 3.26. Envolvente del momento flector viga 56	97
Figura 3.27. Envolvente de cortante viga 56	103
Figura 3.28. Detalle de armado viga 56.....	110
Figura 3.29. Columna a verificar C35	111
Figura 3.30. Vista eje X y eje Y, columna C35.....	112

Figura 3.31. Nomograma para pórticos intraslacionales	114
Figura 3.32. Ábaco en roseta para flexión esviada.....	117
Figura 3.33 Parámetros geométricos zapata aislada.....	121
Figura 3.34. Geometría de la zapata en estudio.....	122
Figura 3.35. Disposición del armado de zapatas C35,vista 3d.....	122
Figura 3.36. Esfuerzos máximos y mínimos en la zapata C35.....	125
Figura 3.37. Superficie crítica a punzonamiento para soportes interiores.....	126
Figura 3.38. Vista en planta rampa escalera.....	127
Figura 3.39. Características geométricas de la escalera tramo 1	128
Figura 3.40. Características geométricas de la escalera tramo 2	128
Figura 3.41. Cargas actuantes sobre losa de escalera.....	130
Figura 3.42. Diagrama de momentos losa de escalera	130
Figura 3.43. Vista en planta de rampa	134
Figura 3.44. Vista 3d Rampa de acceso.....	135
Figura 3.45. Armadura longitudinal y transversal en losa de rampa.....	139

CAPÍTULO 4

Figura 4.1. Representación de bielas y tirantes	142
Figura 4.2. Regiones B y D en un pórtico	143
Figura 4.3. Ejemplo de discontinuidad geométrica	144
Figura 4.4. Ejemplo de discontinuidad estática por la aplicación de carga puntual.....	144
Figura 4.5. Discontinuidad generalizada en vigas de gran canto y zapatas rígidas.....	144
Figura 4.6. Distribución de presiones de reacción del suelo en zapata rígida.....	145
Figura 4.7. Distribución de presiones bajo una zapata	146
Figura 4.8. Modelo de bielas y tirantes para zapata rígida bajo carga centrada.....	150
Figura 4.9. Modelo de bielas y tirantes para zapata rígida bajo carga excéntrica	150
Figura 4.10. Zapata con armadura superior.....	152
Figura 4.11. Modelo de bielas y tirantes de una zapata con mucha excentricidad.....	152.
Figura 4.12. Distribución de carga axial en la zapata rígida C66.....	160
Figura 4.13. Valores de fuerzas en bielas comprimidas y tirantes traccionados C66 ...	161
Figura 4.14. Esfuerzos máximos y mínimos en zapata C66.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1. Tamaño de tamices U.S. Standar.....	8
Tabla 2.2. Relación de resistencia para las arcillas	11
Tabla 2.3. Tipos de hormigones segun su resistencia.....	16
Tabla 2.4. Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	21
Tabla 2.5. Coeficientes de ponderación de las acciones.....	21
Tabla 2.6. Tabla universal para flexión simple o compuesta	24
Tabla 2.7. Cuantías geométricas mínimas, en tanto por mil.....	26
Tabla 2.8. Valores de la relación canto/luz para los cuales no es necesario comprobar la flecha.....	29
Tabla 2.9. Especificaciones técnicas vigueta pretensada	30
Tabla 2.10. Sistema de aplicación de la vigueta.....	31
Tabla 2.11. Valores del coeficiente m en función del tipo de acero.....	37
Tabla 2.12. Valores de coeficiente de pandeo α para columnas.....	39

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1. Contenido de humedad natural del terreno.....	56
Tabla 3.2. Características del suelo pozo N°1	57
Tabla 3.3. Características de suelo pozo N°2.....	57
Tabla 3.4. Distribución de ambientes planta baja.....	59
Tabla 3.5. Distribución de ambientes primer piso.....	59
Tabla 3.6. Cargas lineales consideradas en el proyecto	70
Tabla 3.7. Cargas superficiales consideradas en el proyecto	70
Tabla 3.8. Dotaciones comerciales públicas.....	72
Tabla 3.9. Velocidades máximas de viento km/hr Estación Tarija Aeropuerto	78
Tabla 3.10. Análisis de velocidad de velocidades de viento Estación Tarija Aeropuerto.....	80
Tabla 3.11. Comparación cálculo manual vs programa cypecad, elemento viga.....	107
Tabla 3.12. Comparación manual vs programa cypecad, elemento columna	119
Tabla 3.13. Comparación manual vs programa cypecad, elemento zapata	127

Tabla 3.13. Comparación manual vs programa cypecad de la escalera 134
Tabla 3.14. Comparación manual vs programa cypecad de la rampa 139

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1. Tabla comparativa método flexión vs método bielas y tirantes165

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Ubicación del lugar de emplazamiento

Anexo 2.- Estudio de Suelos

Anexo 3.- Tablas y ábacos

Anexo 4.- Especificaciones Técnicas

Anexo 5.- Cómputos Métricos

Anexo 6.- Precios Unitarios

Anexo 7.- Presupuesto General

Anexo 8.- Cronograma de Ejecución

Anexo 9.- Planos

Plano 01 - 04	Planos Arquitectónicos
Plano 05	Topografía del lugar
Plano 01-02	Armadura de Zapatas
Plano 03 - 04	Armadura de Columnas
Plano 05 - 14	Armadura de Vigas
Plano 15	Armadura de Escaleras
Plano 16	Disposición de viguetas