

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO ESTRUCTURAL

NUEVA INFRAESTRUCTURA COLEGIO TOMATAS GRANDE

(Provincia Méndez – Dpto. de Tarija)

Realizado por:

GUTIERREZ OSORIO GRISELDA FABIANA

Diciembre de 2012

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO ESTRUCTURAL

NUEVA INFRAESTRUCTURA COLEGIO TOMATAS GRANDE

(Provincia Méndez – Dpto. de Tarija)

Realizado por:

GUTIERREZ OSORIO GRISELDA FABIANA

Proyecto elaborado en la asignatura CIV-502

Diciembre de 2012

TARIJA-BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación:

Calificación numeral:

Calificación literal:

.....
Ing. Fernando Mur
DOCENTE DE CIV-502

EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación y defensa:

Calificación numeral:

Calificación literal:

.....
Ing. Fernando Mur
DOCENTE DE CIV-502

.....
Ing. Luis A. Yurquina
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Gustavo Succi
VICEDECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

.....
Ing. Cabrera Exeni Fabian

.....
Ing. Carrasco Arnold Paul Dennis

.....
Ing. Mostajo Rojas Víctor Francisco

El docente y tribunal evaluador del presente 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.

“La gran responsabilidad del ingeniero frente a los hombres de otras profesiones es que sus obras se encuentran donde todos pueden verlas [...] Él no puede argumentar en vano o culpar al juez como algunos abogados. Él no puede al igual que algunos arquitectos, cubrir sus fracasos con árboles o vides. Él no puede, como algunos políticos, cubrir sus deficiencias culpando a sus opositores y con la esperanza de que el pueblo olvide. El ingeniero no puede negar lo que hizo. Si sus obras no funcionan es condenado. [...] Por otro lado a diferencia del médico, su vida no es una vida entre débiles. A diferencia del soldado la destrucción no es su propósito. A diferencia del abogado, las peleas no son su pan de cada día. [...]. Y no cabe duda de que con los años las personas olvidan el ingeniero que lo hizo, [...], y algún político o promotor le pondrá su nombre. Sin embargo el ingeniero mirará hacia atrás y verá la bondad que emana de sus éxitos con una satisfacción y orgullo que muy pocas personas pueden saber. [...]”

Herbert Clark Hoover

31^{er} Presidente de los Estados Unidos (1929-1933)

DEDICATORIA

Este trabajo de fin de mi carrera está dedicado en toda su extensión y significado exclusivamente a mis padres.

A mi padre que con su fe en mí, su apoyo y comprensión me enseñó a nunca perder la esperanza y a luchar cueste lo que cueste por los sueños y metas propuestas.

A mi madre por todos los valores que me inculcó y amor que me brindó mientras estuvo conmigo, el recuerdo de su sonrisa, su mirada y sus palabras me acompañarán por siempre y serán parte de mi inspiración para hacer de mí una persona mejor día a día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme existir en este tiempo y espacio, por haberme dado la oportunidad de nacer dentro de tan hermosa familia.

A mi madre por inspirarme a ser una persona de bien y haberme formado con la mentalidad de que es posible un mundo mejor y que cada uno puede hacer algo para lograrlo.

A mi padre por haberme guiado en todo este camino recorrido, con todo el sacrificio que significó y los pesares por los que tuvo que pasar, sin su esfuerzo y dedicación no hubiera sido posible lograr esta meta. Es mi ejemplo de vida y valor.

A mis hermanos que siempre fueron como una fuente de energía que alimentan mis fuerzas, a Vanesa, a Lenin, a Yamila y en especial a mi hermanito Elián porque con su ternura e inocencia me dio un motivo más para continuar.

A Juan Bernardo por haberme brindado su apoyo en los momentos que lo necesite, por las palabras de aliento, por compartir conmigo su forma de ver mundo y enseñarme que todos tenemos el potencial de llegar hasta donde queremos, gracias por tu comprensión y cariño.

A todos mis amigos por acompañarme y aguantarme a lo largo de todos estos años, tanto en las horas de clases, prácticos y exámenes, como en los momentos de descanso y risa. A Roberto, Marcelo, Maryseé, Nely, Gonzalo, Cristhian, Luis Alberto, Nicelia, Gabriela, Libertad, Ulises y Geinny.

A mi familia, mis tíos, tías, primos, abuelos, y todas las personas que siempre estuvieron presentes brindándome una mano, en especial a mis tíos Ivar y Orlando que me soportaron todo este tiempo y me socorrieron en los malos ratos.

De igual forma agradecer a todos los docentes que intervinieron en mi formación, compartiendo sus conocimientos y enseñándome los valores que debo tener como profesional en este rubro.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
CAPITULO I. OBJETO DEL PROYECTO	8
1.1. Introducción.....	8
1.2. Problemática actual.....	8
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. Justificación.....	9
1.4.1. Justificación social	9
1.4.2. Justificación económica.....	10
1.4.3. Justificación técnica	10
1.5. Alcance del proyecto.....	10
CAPITULO II. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	12
2.1. Ubicación geográfica	12
2.2. Características de la zona	14
2.2.1. Población de la zona.....	14
2.2.2. Población escolar de la comunidad	15
2.2.3. Composición de la población según diferentes etnias.....	15
2.2.4. Principales actividades económicas	15
2.3. Servicios básicos existentes.....	16
2.3.1. Agua	16
2.3.2. Alcantarillado.....	16
2.3.3. Electricidad	16
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	17
3.1. Generalidades	17
3.2. Levantamiento topográfico	17
3.3. Estudio geotécnico de suelos.....	18
3.3.1. Descripción del equipo SPT	19
3.3.2. Presión admisible	19
3.4. Descripción del programa de cálculo estructural CYPE CAD 2011	20
3.5. Armaduras de Cubierta	21

3.5.1.	Generalidades.....	21
3.5.2.	Formas y proporciones de las armaduras	21
3.5.3.	Características de la madera	22
3.5.4.	Clasificación estructural de la madera.....	23
3.5.5.	Esfuerzos admisibles	23
3.5.6.	Módulos de elasticidad	24
3.5.7.	Deflexiones admisibles.....	24
3.5.8.	Dimensiones reales y comerciales	24
3.6.	Cargas.....	25
3.6.1.	Viento	26
3.7.	Uniones	27
3.7.1.	Clasificación de uniones	27
3.7.2.	Uniones emperradas	27
3.8.	Hormigón Armado.....	29
3.8.1.	Hipótesis de carga	30
3.8.2.	Estados límites últimos.....	31
3.8.3.	Estados límites de servicio	32
3.8.4.	Adherencia entre el hormigón y el acero.....	32
3.8.5.	Disposiciones de las armaduras	33
3.8.6.	Colocación de las armaduras	34
3.8.7.	Distancia entre barras de armaduras principales.....	35
3.8.8.	Distancia a los Paramentos	35
3.8.9.	Anclajes de las Armaduras	36
3.8.10.	Doblado de las armaduras.....	38
3.8.11.	Empalme de las armaduras	39
3.9.	Losas	40
3.9.1.	Losas con viguetas unidireccionales de H°P°	41
3.9.2.	Armadura de reparto en losas aliviadas	42
3.9.3.	Losa Nervada	43
3.9.4.	Condiciones Geométricas de la Losa Nervada.	43
3.9.5.	Dimensionamiento de la sección del nervio en T o L.	43

3.9.6.	Diseño de losas nervadas rectangulares	43
3.9.7.	Determinación de armaduras de flexión en losas.....	44
3.9.8.	Comprobación de flechas en losas casetonadas	45
3.9.9.	Verificación de la resistencia a cortante en losas nervadas	45
3.9.10.	Calculo de cortante en losa	45
3.9.11.	Resistencia a cortante en losas	47
3.9.12.	Ábacos en losas nervadas	47
3.10.	Vigas.....	48
3.10.1.	Diseño a Flexión simple	48
3.10.2.	Tablas para el cálculo en flexión simple	51
3.10.3.	Diseño a Cortante.....	53
3.10.4.	Deflexión en vigas.....	54
3.10.5.	Valores admisibles para flechas en vigas	54
3.10.6.	Cálculo de flechas originadas por la flexión.....	55
3.11.	Columnas	56
3.11.1.	Excentricidad mínima de cálculo	56
3.11.2.	Pandeo en piezas comprimidas de hormigón armado	56
3.11.3.	Longitud de pandeo	57
3.11.4.	Esbeltez geométrica y mecánica	58
3.11.5.	Flexión esviada	58
3.11.6.	Sección rectangular con armadura simétrica	59
3.11.7.	Ábacos adimensionales en roseta.....	59
3.11.8.	Diseño de columnas	60
3.11.9.	Resistencia del hormigón.....	60
3.11.10.	Excentricidad de primer orden.....	60
3.11.11.	Excentricidad ficticia.....	60
3.11.12.	Armaduras en columnas	60
3.12.	Fundaciones	62
3.12.1.	Zapatas Aisladas	62
3.12.2.	Cálculo de zapatas aisladas.....	63
3.13.	Escaleras	68

3.13.1.	Cálculo de la escalera	69
CAPITULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO		70
4.1.	Generalidades	70
4.2.	Análisis del levantamiento topográfico.....	70
4.3.	Análisis del estudio de suelos.....	71
4.4.	Análisis del diseño arquitectónico	72
4.5.	Planteamiento estructural	74
4.5.1.	Estructura de sustentación de la cubierta.....	74
4.5.2.	Estructura de sustentación de la edificación.	76
4.5.3.	Estructura de entepiso	77
4.5.4.	Fundaciones.	78
4.6.	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	79
4.6.1.	Diseño de estructura de sustentación de cubierta.....	79
4.6.2.	Análisis de cargas para la estructura de H°A°	118
4.6.3.	Diseño estructura de sustentación de la edificación.....	122
4.6.3.1.	Diseño de vigas	125
4.6.3.2.	Diseño de columnas	136
4.6.4.	Diseño de losas	144
4.6.4.1.	Losas casetonadas	145
4.6.4.2.	Cálculo de ábacos para losas casetonadas	152
4.6.4.3.	Cálculo de armadura de refuerzo en losas alivianadas.....	160
4.6.5.	Diseño de escaleras	161
4.6.6.	Diseño de Fundaciones.....	168
4.7.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto	174
4.7.1.	Cómputos Métricos	174
4.7.2.	Precios Unitarios	174
4.7.3.	Presupuesto General.....	174
4.7.4.	Especificaciones técnicas	174
4.7.5.	Plan y Cronograma de obras.....	174
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		175
5.1.	Generalidades	175

5.2. Conclusiones.....	175
5.3. Recomendaciones	176
BIBLIOGRAFÍA	177
ANEXOS.....	178

Índice de Tablas

Tabla 1. Población total (INE 2001).....	14
Tabla 2. Población escolar (INE 2001).....	15
Tabla 3. Población según diferentes etnias (INE 2001).....	15
Tabla 4. Sistemas de acceso al agua (INE 2001).....	16
Tabla 5. Alcantarillado (INE 2001).....	16
Tabla 6. Luz eléctrica (INE 2001)	16
Tabla 7. Consistencia de arcillas y resistencia según el número de penetración estándar ..	19
Tabla 8. Densidad relativa de arenas según los ensayos de SPT.....	20
Tabla 9. Esfuerzos admisibles de la madera.....	23
Tabla 10. Módulos de elasticidad de la madera.....	24
Tabla 11. Deflexiones máximas admisibles en maderas.....	24
Tabla 12. Dimensiones reales y equivalentes comerciales	25
Tabla 13. Coeficientes eólicos para barlovento y sotavento	27
Tabla 14. Cargas admisible para uniones empernadas	29
Tabla 15. Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales	31
Tabla 16. Coeficientes de seguridad para los estados limites últimos	32
Tabla 17. Recubrimientos mínimos	36
Tabla 18. Radios de curvatura para ganchos y estribos	38
Tabla 19. Radios de curvatura de la armadura principal.....	39
Tabla 20. Para obtener los coeficientes Ψ	40
Tabla 21. Valores Límites	48
Tabla 22. Cuantías geométricas mínimas.....	51
Tabla 23. Diámetros y Áreas del acero de refuerzo.....	51
Tabla 24. Tabla universal para flexión simple o compuesta	52
Tabla 25. Coeficientes de seguridad utilizados en cálculo estructural	124

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación en Sudamérica.....	12
Ilustración 2. Mapa Bolivia	12
Ilustración 3. Mapa Tarija y Provincia Méndez	13
Ilustración 4. Ubicación terreno a construir (Foto de Google Earth)	13
Ilustración 5. Vista frontal del terreno	14
Ilustración 6. Vista posterior del terreno	14
Ilustración 7. Representación planimetría y altimétrica del terreno	17
Ilustración 8. Descripción del SPT	18
Ilustración 9. Proporciones y luces recomendables en cerchas de madera	22
Ilustración 10. Partes de una cubierta de madera	23
Ilustración 11. Efecto del viento en cubiertas	26
Ilustración 12. Pernos de cabeza cuadrada y cabeza hexagonal.....	28
Ilustración 13. Representación de cargas admisibles P y Q.....	28
Ilustración 14. Disposición de armaduras en pilares	34
Ilustración 15. Disposición de armaduras en vigas.....	34
Ilustración 16. Empalme por traslapo	40
Ilustración 17. Vigueta pretensada.....	42
Ilustración 18. Complemento de plastoformo	42
Ilustración 19. Fisuración según Teoría de Líneas de Rotura	45
Ilustración 20. Sección de cortante crítico	46
Ilustración 21. Área de carga para sección crítica a corte.....	46
Ilustración 22. Sección de ábacos	48
Ilustración 23. Viga de hormigón armado.....	50
Ilustración 24. Piernas de los estribos cerrados.....	54
Ilustración 25. Nomograma de coeficientes de pandeo para pórticos traslacionales.....	57
Ilustración 26. Formas típicas de zapatas aisladas.....	62
Ilustración 27. Solicitaciones en una zapata aislada	63
Ilustración 28. Sección de diseño	65
Ilustración 29. Armadura de flexión en zapata aislada	66

Ilustración 30. Sección para verificar cortante	68
Ilustración 31. Representación de las partes de una escalera	68
Ilustración 32. Idealización de la escalera para su cálculo	69
Ilustración 33. Levantamiento topográfico	70
Ilustración 34. Emplazamiento de la estructura.....	71
Ilustración 35. Estratigrafía del suelo de fundación	72
Ilustración 36. Vista del Plano arquitectónico Planta Baja Aulas	73
Ilustración 37. Vista del Plano arquitectónico Planta Alta Aulas.....	73
Ilustración 38. Vista del Plano arquitectónico de Laboratorios	74
Ilustración 39. Vista en planta de cubiertas.....	75
Ilustración 40. Vista 3D de la cubierta del Bloque Laboratorios	75
Ilustración 41. Vista 3D de la cubierta del Bloque Aulas	76
Ilustración 42. Pórticos del Bloque Laboratorios	76
Ilustración 43. Pórticos del Bloque Aulas	76
Ilustración 44. Vista en planta de losas	77
Ilustración 45. Vista isométrica de escalera	77
Ilustración 46. Distribución de zapatas en Bloque Laboratorios.....	78
Ilustración 47. Distribución de zapatas en Bloque Aulas	78
Ilustración 48. Viga más solicitada del Bloque Aulas	122
Ilustración 49. Ubicación viga y columna más solicitada del Bloque Aulas	122
Ilustración 50. Ubicación de los paños	144