

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

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.



**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NUEVA “UNIDAD EDUCATIVA
SAN JUAN DEL ORO”**

Realizado por:

DEIVIS VEDIA ROMERO

SEMESTRE I
GESTIÓN 2018

TARIJA-BOLIVIA

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

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NUEVA “UNIDAD EDUCATIVA
SAN JUAN DEL ORO”**

Realizado por:

DEIVIS VEDIA ROMERO

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502
SEMESTRE I - 2018

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar al grado académico de licenciatura en Ingeniería Civil.

Gestión 2018

V°B°

Ing. Carola Miranda Encinas
DOCENTE DE LA MATERIA

M.Sc. Ing, Ernesto R. Álvarez Gozalvez
DECANO-FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

M.Sc. Ing, Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA-FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

TRIBUNAL:

Ing. Fernando Mur Lagraba

Ing. David Zenteno Benítez

Ing. Mabel Zambrana Velasco

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

DEDICATORIA:

Primeramente a Dios quien me llevó a alcanzar esta meta.

A mi esposa Paola por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermana Karen quien siempre fue mi guía.

A mis padres Neya y Guido que me dieron su confianza.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios por haber dado su vida por mí para darme la esperanza de una eternidad a su lado, por brindarme un amor y una paz que solo se encuentran Él.

A mi esposa Paola quien cada día me dio su apoyo para culminar esta etapa de mi vida.

A mis docentes guías quienes me brindaron su apoyo y orientación para culminar este trabajo.

INDICE

CAPITULO I:

ANTECEDENTES.....	1
1.1. El problema.....	1
1.1.1. Planteamiento.	1
1.1.2. Formulación.....	3
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Académica.....	4
1.3.2. Técnica.....	4
1.3.3. Social e Institucional.	5
1.4. Alcance del proyecto.....	5
1.5. Alcance del aporte académico.....	5
1.6. Localización.....	6
1.6.1. Proveedores y servicios disponibles en la zona.....	7

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Arquitectura del proyecto.	8
2.2. Levantamiento topográfico.	8
2.3. Análisis de suelo.	9
2.4. Hormigón armado.	13
2.4.1. Armadura.	14
2.4.2. Distancia y recubrimiento en barra.....	15
2.4.3. Doblado de armadura.....	17
2.4.4. Anclaje de armadura.....	19
2.4.5. Empalme de las armaduras.	21
2.5. Metodología de cálculo estructural.....	24
2.5.1. Estados límites.	24
2.5.2. Estados límites últimos (ELU).	24
2.5.2.1. Análisis de coeficiente de seguridad.	26
2.5.3. Estados límites de servicio (ELS).....	29
2.5.3.1. Coeficientes de seguridad.	29
2.6. Hipótesis de carga.....	30
2.7. Análisis de la estructura de sustentación del proyecto.	31

2.7.1. Diagrama de cálculo tensión-deformación.	31
2.7.2. Módulo de deformación longitudinal.....	33
2.7.3. Diseño de los elementos de hormigón armado.	34
2.7.3.1. Vigas.	35
2.7.3.1.1. Proceso de cálculo de la armadura longitudinal a tracción.....	36
2.7.3.1.2. Cálculo de la armadura transversal.....	38
2.7.3.2. Columnas.....	39
2.7.3.2.1. Coeficiente de pandeo (k).....	40
2.7.3.2.2. Esbeltez geométrica y mecánica.....	41
2.7.3.2.3. Flexión esviada.....	42
2.7.3.2.4. Compresión simple.....	43
2.7.3.2.5. Método general de cálculo.....	45
2.7.3.3. Fundaciones.	46
2.7.3.3.1. Zapatas aisladas.....	47
2.7.3.3.2. Zapata combinada.....	50
2.7.3.4. Escaleras.....	51
2.7.3.4.1. Proceso de cálculo.....	53
2.7.3.5. Losa aligerada de vigueta pretensada.....	53
2.8. Estrategia para la ejecución del proyecto.	55

2.8.1. Especificaciones técnicas.....	55
2.8.2. Precios unitarios.	55
2.8.3. Cómputos métricos.....	56
2.8.4. Presupuesto.....	56
2.8.5. Planteamiento y Cronograma.	56

CAPITULO III:

INGENIERIA DE PROYECTO.....	58
3.1. Análisis de la arquitectura del proyecto.....	58
3.2. Análisis de la topografía del proyecto.....	59
3.3. Análisis del estudio de suelos.....	59
3.4. Planteo estructural.	63
3.4.1. Junta de dilatación.....	65
3.5. Cargas actuantes.....	67
3.6. Hipótesis de carga.....	69
3.7. Predimensionamiento de elementos estructurales.....	70
3.8. Traslacionalidad de la estructura y coeficientes de pandeo.....	72
3.8.1. Análisis de traslacionalidad.....	72
3.8.2. Coeficiente de pandeo en la estructura.....	73
3.9. Modelado de la estructura en software.....	74

3.10. Esfuerzos internos.....	76
3.11. Elementos estructurales resultantes.	76
3.11.1. Secciones resultantes.....	76
3.11.2. Secciones de mayor sollicitación.....	80
3.11.3. Armadura resultante.....	81
3.12. Comprobaciones de cálculo estructural.....	82
3.12.1. Comprobación de losa alivianada de vigueta pretensada.	82
3.12.1.1. Verificación vigueta pretensada.....	82
3.12.1.2. Comprobación de deflexiones.....	87
3.12.1.3. Armadura refuerzo en losa a compresión.....	88
3.12.2. Comprobación de viga.....	89
3.12.2.1. Diseño a flexión.....	89
3.12.2.1.1. Armadura inferior.....	89
3.12.2.1.2. Armadura de piel.....	91
3.12.2.1.3. Armadura superior izquierda.....	91
3.12.2.1.4. Armadura superior derecha.....	93
3.12.2.1.5. Cálculo de anclaje.....	94
3.12.2.2. Diseño a cortante.....	98
3.12.2.2.1. Armadura cortante izquierda (P20)	98

3.12.2.2.2. Armadura cortante derecha (P21).....	100
3.12.2.2.3. Armadura cortante central.....	101
3.12.2.2.4. Número total de estribos.....	103
3.12.2.3. Comparación de armado con Cypecad.....	103
3.12.3. Comprobación de columna.....	105
3.12.3.1. Geometría y esfuerzos presentes en la columna de mayor sollicitación.....	105
3.12.3.2. Clasificación de columna.....	106
3.12.3.3. Cálculos.....	107
3.12.3.3.1. Armaduras.....	108
3.12.3.3.1.1. Armadura longitudinal (Primer piso).....	108
3.12.3.3.1.2. Armadura longitudinal (Planta baja).....	110
3.12.3.3.1.3. Armadura transversal.....	112
3.12.3.4. Comparación de armado con Cypecad.	113
3.12.4. Comprobación de escalera.....	114
3.12.4.1. Geometría de escalera.....	114
3.12.4.2. Datos generales.....	114
3.12.4.3. Cargas actuantes.....	115
3.12.4.4. Idealización de escalera.....	116
3.12.4.4.1. Esfuerzos internos.....	116

3.12.4.5. Armadura.....	117
3.12.4.5.1. Armadura inferior.....	117
3.12.4.5.2. Armadura superior.....	118
3.12.4.5.3. Armadura transversal.....	120
3.12.6. Comparación de armado con Cypecad.....	121
3.12.5. Comprobación de zapata.....	122
3.12.5.1. Datos generales.....	122
3.12.5.2. Dimensionamiento de zapata.....	123
3.12.5.3. Clasificación de zapata.....	124
3.12.5.4. Verificación de los esfuerzos máximos generados.....	124
3.12.5.5. Verificación al vuelco.....	125
3.12.5.6. Verificación al deslizamiento.....	126
3.12.5.7. Determinación de momento y cortante máximos en zapata.	126
3.12.5.8. Determinación de la armadura.....	127
3.12.5.9. Comprobación de adherencia.....	128
3.12.5.10. Comparación de armado y sección con Cypecad.	129
3.12.6. Comprobación de rampa.....	130
3.12.6.1. Geometría de rampa.....	130
3.12.6.2. Datos generales.....	130

3.12.6.3. Análisis de carga.....	130
3.12.6.4. Idealización de rampa.....	131
3.12.6.5. Armadura.....	132
3.12.6.5.1. Armadura inferior.....	132
3.12.6.5.2. Armadura superior.....	133
3.12.6.6. Comparación de armado con Cypecad.....	135
3.13. Resultados y cuantías de obra.	136
3.13.1. Resultados.....	136
3.13.2. Cuantías de obra.....	135
3.14. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	139
3.14.1. Especificaciones técnicas.....	139
3.14.2. Presupuesto de obra.....	139
3.14.3. Cronograma de obra.	141
CAPITULO IV:	
APORTE ACADEMICO.....	142
CONCLUSIONES.....	163
BIBLIOGRAFÍA.....	165

INDICE DE FIGURAS

F.1.1. Ubicación geográfica.....	6
F1.2. Vista satelital del lugar de emplazamiento.....	7
F.2.1. Longitudes y elementos del equipo SPT.....	12
F.2.2. Doblado de ganchos.....	18
F.2.3. Empalmes en vigas, columnas y losas.....	22
F.2.4. Diagrama parábola-rectángulo.....	31
F.2.5. Diagrama rectangular.....	32
F.2.6. Diagrama de cálculo tensión-deformación del acero.....	33
F.2.7. Coeficiente de pandeo para piezas aisladas.	40
F.2.8. Ábacos de factores de longitud efectiva.....	41
F.2.9. Análisis de la distribución de cargas en cimentación.....	47
F.2.10. Secciones de zapata aisladas.....	47
F.2.11. Secciones de zapata combinada.....	51
F.2.12. Partes de una escalera.....	52
F.3.1. Ubicación de los pozos en estudio.....	60
F.3.2. Estratificación del suelo de fundación.....	62
F.3.3. Planteo estructural.....	64
F.3.4. Vista estructural 3D.....	75
F.3.5. Vista estructural frontal y lateral.....	75
F.3.6. Cotas de planta.....	76
F.3.7. Diagrama de secciones de zapata.....	77
F.3.8. Diagrama de secciones de vigas y losas.	78
F.3.9. Dimensiones de escalera.....	79

F.3.10. Zapata más solicitada.....	80
F.3.11. Columna más solicitada.....	80
F.3.12. Viga más solicitada.....	81
F.3.13. Losa más solicitada.....	81
F.3.14. Sección vigueta pretensada.....	82
F.3.15. Sección de losa compuesta por vigueta.....	83
F.3.16. Momentos en vigueta de mayor sollicitación.....	86
F.3.17. Geometría y momentos en viga de mayor sollicitación.....	89
F.3.18. Longitud total de barra de armado inferior de viga más solicitada.....	95
F.3.19. Longitud total de barra superior izquierda de viga más solicitada.....	96
F.3.20. Longitud total de barra superior derecha de viga más solicitada.....	97
F.3.21. Cortantes máximos en viga de mayor sollicitación.	98
F.3.22. Detalle de estribos, cortantes y longitudes de aplicación.....	102
F.3.23. Armado de viga mediante Cypecad.....	103
F.3.24. Cuadro generado por el paquete estructural de áreas de longitud de acero de Cálculo y real.....	104
F.3.25. Geometría y esfuerzos presentes en la columna de mayor sollicitación.....	106
F.3.26.Ábaco en roseta por flexión esviada para primer piso.....	109
F.3.27.Ábaco en roseta por flexión esviada para planta baja.....	111
F.3.28. Disposición de armado en columna de mayor sollicitación mediante Cypecad.....	113
F.3.29. Geometría en planta y lateral de la escalera.	114
F.3.30. Idealización de la escalera.....	116
F.3.31. Disposición de armado de la escalera mediante Cypecad.....	121

F.3.32. Geometría y esfuerzos de zapata de mayor sollicitación.....	122
F.3.33. Esfuerzos resultantes en la base de zapata de mayor sollicitación.....	125
F.3.34. Disposición de armado en zapata de mayor sollicitación mediante Cypecad...129	
F.3.35. Geometría de rampa.....	130
F.3.36. Idealización de rampa.....	131
F.3.37. Disposición de armado de rampa mediante Cypecad	135
F.4.1. Subdivisión de losas reticulares en cubierta.....	143
F.4.2. Esquema de losa nervada analizada.....	143
F.4.3. Planteamiento estructural mediante pórticos virtuales.....	145
F.4.4. Geometría de losa nervada.....	147
F.4.5. Sección transversal de losa nervada.....	147
F.4.6. Momentos actuantes en losa nervada.....	153

INDICE DE TABLAS

T.2.1. Correlación entre el valor N y resistencia a compresión simple.....	12
T.2.2. Recubrimientos mínimos en milímetros.....	16
T.2.3. Medidas recomendadas para ganchos en centímetros.....	19
T.2.4. Porcentaje máximo de barras empalmadas con relación a la sección total del acero.....	23
T.2.5. Estados límites últimos: Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	27
T.2.6. Estados límites últimos: Coeficientes de ponderación de las acciones.....	27
T.2.7. Coeficiente de seguridad para los estados límites últimos.....	28
T.2.8. Espesores mínimos h para losas en una dirección.....	53

T.3.1. Dosificaciones aproximadas entre hormigones para 1m^3 , de resistencia $f_{ck}= 250\text{ Kg/cm}^2$ y $f_{ck}= 200\text{ Kg/cm}^2$	63
T.3.2. Variación de temperatura en la zona de emplazamiento.	66
T.3.3. Longitudes de ganchos para viga de mayor sollicitación.....	97
T.3.4. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de viga.....	104
T.3.5. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de columna.....	113
T.3.6. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de escalera.....	121
T.3.7. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de zapata.....	129
T.3.8. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de rampa.....	135
T.3.9. Cuantías de Obra: Planta baja.....	136
T.3.10. Cuantías de Obra: Rampa.....	136
T.3.11. Cuantías de Obra: Primer piso.....	137
T.3.12. Cuantías de Obra: Cubierta.....	137
T.3.13. Cuantías Total de Obra sin considerar rampa.....	138
T.3.14. Cuantías Total de Obra.....	138
T.4.1. Esfuerzos resultantes de losa nervada.....	150
T.4.2. Constantes k para vigas T múltiples.....	154
T.4.3. Anchos efectivos y áreas de armadura superior.....	155
T.4.4. Áreas de armadura inferior.....	157
T.4.5. Comparación de armado manual y Cypecad v.2016 de losa nervada.....	158
T.4.6. Precio unitario de losa nervada.....	160
T.4.7. Costo cubierta de losa alivianada de vigueta pretensada (incluido acero).....	161
T.4.8. Costo cubierta de losa nervada.....	161
T.4.9. Comparación de costos cubierta losa nervada vs. Losa alivianada de vigueta pretensada.....	161

ANEXOS

Anexo 1. Vistas arquitectónicas de la estructura.

Anexo 2. Estudio de suelos.

Anexo 3. Análisis de cargas.

Anexo 4. Traslacionalidad de la estructura y coeficiente de pandeo.

Anexo 5. Esfuerzos internos.

Anexo 6. Especificaciones técnicas.

Anexo 7. Presupuesto de obra.

Anexo 8. Cronograma de obra.