

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEI SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO ESTRUCTURAL: “COMPLEJO DE BIENESTAR SOCIAL
MODELO DEL MUNICIPIO DE CARAPARÍ”**

Por:

UNIVERSITARIO: MURILLO NINA CARLOS VICENTE

Gestión 2015

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.

**DISEÑO ESTRUCTURAL: “COMPLEJO DE BIENESTAR SOCIAL
MODELO DEL MUNICIPIO DE CARAPARÍ”**

Por:

UNIVERSITARIO: MURILLO NINA CARLOS VICENTE

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.

Gestión 2015

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gonzalvez
DECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

.....
M.Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

TRIBUNAL:

.....
Ing. Moisés Eduardo Díaz Ayarde

.....
Ing. Juan Gonzales Yevara

.....
Ing. Carola Sánchez Lopez

A QUIEN CORRESPONDA

La suscrita, Luz María Achá Toro, profesora de Literatura y Lengua Española

INFORMA:

Haber corregido, en sus aspectos de Ortografía, Puntuación, Sintaxis y Concordancia, los borradores del proyecto titulado: **DISEÑO ESTRUCTURAL: “COMPLEJO DE BIENESTAR SOCIAL MODELO DEL MUNICIPIO DE CARAPARÍ”**, elaborado por **Carlos Vicente Murillo Nina**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Es dado en la ciudad de Tarija, a los cuatro días del mes de diciembre del año dos mil catorce.



Luz María Achá Toro
Prof. LITERATURA-LENGUA ESPAÑOLA



DEDICATORIA

A pesar de que tengamos nuestras eventuales discusiones y malos encuentros, y de que tal vez seamos polos opuestos en ciertas cuestiones, han sido una de las principales personas involucradas en ayudarme a que este trabajo fuera posible.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

PENSAMIENTO

“Si una persona es perseverante, aunque sea dura de entendimiento, se hará inteligente; y aunque sea débil se transformará en fuerte”

Leonardo Da Vinci.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO I - ASPECTOS GENERALES	Pagina
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Nombre del proyecto.	3
1.3 Objetivos.	3
1.3.1 Objetivo general.	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.4.1 Académica.....	4
1.4.2 Técnica.	4
1.4.3 Social - Institucional.....	4
1.5 Alcance del proyecto.	5
CAPÍTULO II - DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	
2.1 Información general.....	6
2.1.1 Ubicación geográfica.....	6
2.1.2 Límites territoriales.	6
2.1.3 Extensión.....	6
2.2 Características de la zona.	7
2.2.1 Aspectos físico naturales.....	7
2.2.1.1 Topografía.....	7
2.2.1.2 Clima.	7

2.2.2 Aspectos Socioculturales.	8
2.2.2.1 Población por edad y sexo.	8
2.2.2.2 Número de familias y promedio de miembros por familia.	9
2.2.2.3 Densidad de población.	10
2.2.2.4 Migración.	10
2.2.2.5 Tasa de crecimiento poblacional.	10
2.2.2.6 Salud.	11
2.2.2.7 Grado de desnutrición infantil.	11
2.2.2.8 Índice de pobreza.	12
2.2.2.9 Índice de desocupación.	12

CAPÍTULO III - MARCO TEÓRICO

3.1 Estudio geotécnico.	13
3.1.1 Trabajo de campo.	13
3.1.1.1 Características técnicas de los sondeos.	14
3.1.1.2 Toma de muestras.	14
3.1.1.3 Ensayo de penetración normal.	14
3.1.1.3.1 Características del equipo S.P.T.	14
3.1.1.3.2 Equipo de hinos.	15
3.1.2 Trabajo de laboratorio.	15
3.1.3 Trabajo de gabinete.	15
3.2 Estudio topográfico.	16
3.3 Acciones.	16
3.3.1 Acciones permanentes.	16

3.3.2 Acciones variables.....	17
3.3.3 Acción por viento (método estático).....	18
3.3.3.1 Campo de aplicación.....	18
3.3.3.2 Dirección de análisis.....	19
3.3.3.3 Determinación de la acción del viento.....	19
3.3.3.3.1 Determinación de la velocidad de diseño.....	19
3.3.3.3.1.1 Factor de topografía.....	19
3.3.3.3.1.2 Factor de exposición.....	20
3.3.3.3.1.2.1 Factor de tamaño.....	20
3.3.3.3.1.2.2 Factor de rugosidad y altura.....	21
3.3.3.3.1.3 Velocidad regional.....	22
3.3.3.3.2 Presión dinámica de base.....	22
3.3.3.3.3 Presión exterior.....	23
3.3.3.3.3.1 Coeficiente de presión exterior.....	23
3.3.3.3.3.2 Factor de reducción de presión por tamaño de área.....	25
3.3.3.3.3.3 Factor de presión local.....	25
3.4 Hormigón armado.....	26
3.4.1 Materiales constituyentes.....	26
3.4.1.1 Hormigón.....	26
3.4.1.1.1 Valor mínimo de la resistencia.....	27
3.4.1.1.2 Clasificación de los hormigones.....	27
3.4.1.1.3 Diagrama tensión - deformación de cálculo del hormigón.....	27
3.4.1.1.3.1 Diagrama parábola - rectángulo.....	27

3.4.1.1.3.2 Diagrama rectangular.	28
3.4.1.1.4 Módulo de deformación longitudinal del hormigón.	28
3.4.1.2 Aceros para hormigón.	28
3.4.1.2.1 Características geométricas	29
3.4.2 Aplicación de los estados límite.	29
3.4.2.1 Resistencias de cálculo del hormigón.	30
3.4.2.2 Diagrama de cálculo del hormigón.	30
3.4.2.3 Resistencia de cálculo del acero.	30
3.4.2.4 Diagrama de cálculo del acero.	31
3.4.2.5 Valores a considerar en las acciones.	31
3.4.2.5.1 Coeficientes de seguridad.	31
3.4.2.5.2 Coeficientes de ponderación de acciones.	32
3.4.2.6 Combinación de acciones.	32
3.4.2.7 Dominios de deformación.	32
3.4.3 Estado límite último bajo solicitaciones normales.	34
3.4.3.1 Valores límites de cálculo.	34
3.4.3.2 Sección rectangular (Tabla universal flexión simple).	34
3.4.3.2.1 Sección rectangular sin armadura de compresión.	35
3.4.3.2.1.1 Armadura longitudinal necesaria.	35
3.4.3.2.2 Sección rectangular con armadura de compresión.	36
3.4.3.2.2.1 Cuantía mecánica a compresión.	36
3.4.3.2.2.2 Cuantía mecánica a tracción.	36
3.4.3.2.2.3 Armaduras longitudinales necesarias.	36

3.4.3.3	Sección en te (método simplificado).....	37
3.4.4	Diseño de columnas.	37
3.4.4.1	Excentricidad mínima de cálculo.	38
3.4.4.2	Cuantías límites.	38
3.4.4.3	Armadura transversal.	38
3.4.5	Pandeo de piezas comprimidas de hormigón armado.	39
3.4.5.1	Longitud de pandeo.	39
3.4.5.2	Esbeltez geométrica y mecánica.	40
3.4.6	Flexión esviada.	41
3.4.6.1	Sección rectangular con armadura simétrica.	41
3.4.6.2	Ábacos adimensionales en roseta.	41
3.4.6.3	Proceso de cálculo.	42
3.4.7	Cimentaciones.....	44
3.4.7.1	Clasificación.	44
3.4.7.2	Estabilidad del elemento de cimentación.....	44
3.4.7.2.1	Seguridad a hundimiento en zapatas bajo carga centrada.....	45
3.4.7.2.2	Comprobación al vuelco.....	45
3.4.7.2.3	Comprobación al deslizamiento.....	45
3.4.7.3	Cálculos estructurales (Método de Bielas y tirantes).....	45
3.4.8	Solicitaciones tangenciales, esfuerzo cortante.....	46
3.4.8.1	Comprobación del agotamiento por compresión oblicua en el alma.	47
3.4.8.2	Comprobación del agotamiento por tracción en el alma.	47
3.4.8.3	Disposiciones relativas de las armaduras transversales.	48

3.4.9 Estado ultimo de agotamiento frente a punzonamiento.	48
3.4.9.1 Losas de Hormigón Armado sin armadura de punzonamiento.	49
3.4.9.2 Losas de Hormigón Armado con armadura de punzonamiento.	50
3.4.10 Cuantías límites.	50
3.4.10.1 Cuantías mecánicas.	50
3.4.10.2 Cuantías geométricas.....	51
3.4.10.3 Armadura de piel.	51
3.4.10.4 Cuantía mínima armadura transversal.....	51
3.4.10.5 Cuantías máximas.....	51
3.4.11 Disposición de armaduras.....	52
3.4.11.1 Distancia entre barras.	52
3.4.11.2 Distancia a los paramentos.....	53
3.4.11.3 Doblado de armaduras.....	54
3.4.11.4 Anclaje de armaduras.	54
3.4.11.4.1 Posición de las barras.....	54
3.4.11.4.2 Ganchos y pastillas normales.	55
3.4.11.4.3 Longitud básica.	55
3.4.11.4.4 Longitud neta de anclaje.....	56
3.4.12 Estados límite de servicio.	56
3.4.13 Definición del tipo ambiente.	57
3.4.14 Tamaño máximo del árido.	57
3.4.15 Escaleras.....	58
3.4.15.1 Partes de las escaleras.	58

3.4.15.2 Esquema estructural.	60
3.4.15.3 Armado de la escalera.	60
3.5 Estructuras metálicas.	60
3.5.1 Diseño por factores de carga y resistencia LRFD.	60
3.5.2 Factores de carga.	61
3.5.3 Factores de reducción de capacidad.	62
3.6 Alternancia de sobrecargas.	63
3.7 Vida útil de las estructuras.	64
CAPÍTULO IV – INGENIERIA DEL PROYECTO	
4.1 Características de la estructura.	65
4.2 Concepción estructural.	68
4.3 Sistema de ejes globales.	69
4.4 Sistema de unidades.	70
4.5 Estudio geotécnico.	70
4.6 Estudio topográfico.	71
4.7 Análisis estructural.	72
4.8 Elementos de hormigón armado.	72
4.8.1 Propiedades mecánicas de los materiales.	72
4.8.2 Norma de diseño.	73
4.8.3 Coeficientes de ponderación.	73
4.8.4 Definición de acciones de diseño.	74
4.8.5 Hipótesis de cargas.	74
4.8.6 Losa casetonada.	74

4.8.7 Losa alivianada.....	75
4.8.8 Vigas y columnas.....	75
4.8.9 Cimentación.....	76
4.8.10 Escaleras.....	77
4.8.11 Tanque elevado.....	78
4.8.12 Comprobación de secciones.....	79
4.9 Estructuras metálicas.....	79
4.9.1 Propiedades mecánicas de los materiales.....	79
4.9.2 Norma de diseño.....	79
4.9.3 Factores de reducción de capacidad de carga.....	79
4.9.4 Factores de carga y combinaciones de carga.....	80
4.9.5 Cubierta metálica cóncava convexa.....	81
4.10 Especificaciones técnicas.....	82
4.11 Precios unitarios.....	82
4.12 Presupuesto.....	83
4.13 Plazo de ejecución.....	83
CAPÍTULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones.....	84
5.2 Recomendaciones.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	88

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO A - UBICACIÓN	
Ubicación.....	90
ANEXO B - ESTUDIO GEOTÉCNICO	
Estudio geotécnico.....	92
ANEXO C - ESTUDIO TOPOGRÁFICO	
Estudio topográfico.....	96
ANEXO D - ANÁLISIS DE CARGAS	
D.1. Análisis de cargas permanentes.....	98
D.2. Cargas permanentes por niveles.....	98
D.3. Sobrecargas de uso por niveles.....	101
D.4. Cargas por viento.....	104
ANEXO E - ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	
E.1. Análisis y diseño estructural zapatas de hormigon armado.....	109
E.2. Análisis y diseño estructural columnas de hormigon armado.....	116
E.3. Análisis y diseño estructural vigas de hormigon armado.....	120
E.4. Análisis y diseño estructural losa casetonada.....	125
E.5. Análisis y diseño estructural losa alivianada.....	133
E.6. Análisis y diseño estructural escaleras de hormigon armado.....	136
E.7. Análisis y diseño estructural cubierta metálica.....	143
ANEXO F - COMPROBACIÓN ESTADOS LÍMITE DE FISURACIÓN	
Comprobación estados límite de fisuración.....	153
ANEXO G - COMPROBACIÓN ESTADOS LÍMITE DE DEFORMACIÓN	

Comprobación estados límite de deformación.....	157
ANEXO H - ANÁLISIS DE COSTOS	
H.1. Cómputos métricos	160
H.2. Precios unitarios	175
H.3. Presupuesto general	251
ANEXO I - CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	
Cronograma de ejecución	254
ANEXO J - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
J.1. Especificaciones técnicas de los materiales.....	256
J.2. Especificaciones técnicas de actividades.....	271
ANEXO K - FICHA AMBIENTAL	
Ficha ambiental	337
ANEXO L - PLANOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 2.1. Resumen del clima por superficie	7
Cuadro 2.2. Resumen climatológico	8
Cuadro 2.3. Comunidades y población por distrito	8
Cuadro 2.4. Destino de migración	10
Cuadro 2.5. Prevalencia de la desnutrición infantil	11
Cuadro 2.6. Pobreza en el municipio	12
Cuadro 2.7. Indicadores de empleo	12
Cuadro 3.1. Cargas permanentes mínimas	16
Cuadro 3.2. Sobrecargas de uso mínimas	16
Cuadro 3.3. Factor de topografía	20
Cuadro 3.4. Clase de estructura, según su tamaño	20
Cuadro 3.5. Factor de tamaño, F_c	21
Cuadro 3.6. Categoría del terreno, según su rugosidad	21
Cuadro 3.7. Valores α y δ	22
Cuadro 3.8. Relación entre la altitud y la presión barométrica	22
Cuadro 3.9. Coef. de presión exterior C_{pe} , muros en barlovento y sotavento	24
Cuadro 3.10. Coef. de presión exterior C_{pe} , para zonas de muros laterales	24
Cuadro 3.11. Coef. de presión exterior C_{pe} , para techos curvos	24
Cuadro 3.12. Factor de reducción, K_A para techos y muros laterales	25
Cuadro 3.13. Factor de presión local, K_L para recubrimientos y soportes	26
Cuadro 3.14. Módulos de elasticidad del hormigón	28

Cuadro 3.15. Medidas nominales de las barras corrugadas	29
Cuadro 3.16. Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales	31
Cuadro 3.17. Coeficientes de ponderación de las acciones	32
Cuadro 3.18. Valores límites de cálculo	34
Cuadro 3.19. Tabla universal de flexión simple	34
Cuadro 3.20. Longitud de pandeo $l_0=k \cdot l$ de las piezas aisladas	39
Cuadro 3.21. Valores de la constante β	44
Cuadro 3.22. Cuantías geométricas mínimas	51
Cuadro 3.23. Recubrimientos mínimos	53
Cuadro 3.24. Diámetro mínimo de mandril para el doblado de barras.....	54
Cuadro 3.25. Posiciones de barras a efectos de anclaje.....	54
Cuadro 3.26. Clasificación de ambientes para clase normal.....	57
Cuadro 3.27. Valores recomendados para el tamaño máximo del arido.....	58
Cuadro 3.28. Vida útil de las estructuras.....	64
Cuadro 4.1. Detalle de niveles edificio central.....	69
Cuadro 4.2. Sistema internacional de unidades.....	70
Cuadro 4.3. Resumen de resultados del estudio geotécnico.....	71
Cuadro 4.4. Resumen de resultados del estudio topográfico.....	72
Cuadro D.1. Coef. Para transformar cargas lineales en cargas equivalentes uniformes en m^2	72
Cuadro E.1.1. Altura o espesor mínimo de elementos armados.....	120
Cuadro E.4.1. Espesor mínimo de losas Norma ACI 318-05.....	125
Cuadro E.7.3. Factor de resistencia a compresión LRFD.....	148
Cuadro E.7.4. Longitud efectiva en columnas.....	148

Cuadro E.7.5. Factor de resistencia a tracción LRFD.....	150
Cuadro F.1. Valores máximos de la anchura de fisura.	153
Cuadro G.1. Coeficiente ξ en función de la duración de la carga.	159

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Porcentaje de pobres en Bolivia, Tarija y Caraparí .	3
Figura 3.1. Formas topográficas locales .	19
Figura 3.2. Categoría de rugosidad .	21
Figura 3.3. Definición de parámetros .	23
Figura 3.4. Definición de parámetros con techos curvos .	24
Figura 3.5. Diagrama parábola - rectángulo .	27
Figura 3.6. Diagrama de cálculo rectangular .	28
Figura 3.7. Acero corrugado B 400 D.	29
Figura 3.8. Diagrama de cálculo del hormigón.	30
Figura 3.9. Diagrama de cálculo del acero.	31
Figura 3.10. Dominios de deformación.	33
Figura 3.11. Diagrama rectangular de tensiones.	37
Figura 3.12. Monograma para pórticos intraslacionales.	40
Figura 3.13. Clasificación de zapatas aisladas.	44
Figura 3.14. Cálculos estructurales flexión.	45
Figura 3.15. Comprobaciones esfuerzo cortante.	46
Figura 3.16. Anchura mínima del alma.	47
Figura 3.17. Superficie crítica de punzonamiento.	49
Figura 3.18. Posiciones de barras a efectos de anclaje.	55
Figura 3.19. Decalaje de ley de momentos.	56
Figura 3.20. Partes de la escalera.	59

Figura 3.21. Especificaciones de escaleras.....	59
Figura 3.21. Esquema estructural.....	60
Figura 3.22. Alternancia de cargas.....	63
Figura 4.1. Modelación edificio central y escenario.....	66
Figura 4.2. Modelación tanque elevado.....	66
Figura 4.3. Vista en planta general, planta baja	67
Figura 4.4. Vista en planta general, planta alta	67
Figura 4.5. Esquema estructural	68
Figura 4.6. Corte transversal del edificio central	69
Figura 4.7. Sistema de ejes globales	69
Figura 4.8. Tipos de escaleras	77
Figura 4.9. Rampa para personas con discapacidad	78
Figura 4.10. Cubierta metálica	78
Figura A.1. Ubicación política en la macroregión	90
Figura A.2. Ubicación política en la microregión	90
Figura A.3. Ubicación satelital	91
Figura D.1. Parámetros de cálculo carga por muro	98
Figura D.2. Sección transversal loseta aliviada	99
Figura D.3. Análisis carga por muro divisorio en losa N°2	100
Figura D.4. Alternancia de carga en graderías primer análisis.....	101
Figura D.5. Alternancia de carga en graderías segundo análisis.....	102
Figura D.6. Alternancia de carga en losas	102
Figura D.7. Carga por granizo sobre cubierta	103

Figura D.8. Carga por montaje y mantenimiento.....	103
Figura D.9. Dirección de análisis por viento.....	104
Figura D.10. Vista en planta con direcciones de viento.....	105
Figura E.1.1. Vista en planta y perfil zapata analizada.....	109
Figura E.1.2. Sentido de los esfuerzos de diseño.....	110
Figura E.1.3. Cálculos estructurales a flexión.....	113
Figura E.1.4. Disposición final armaduras en zapata.....	115
Figura E.2.1. Disposición constructiva.....	116
Figura E.2.2. Perfil y secciones columna analizada.....	117
Figura E.2.3. Disposición final.....	119
Figura E.3.1. Perfil longitudinal y sección transversal.....	120
Figura E.3.2. Diagrama de momentos flectores envolventes.....	121
Figura E.3.3. Diagrama de esfuerzos cortantes.....	123
Figura E.3.4. Puntos límites de los tramos de armadura transversal.....	124
Figura E.3.5. Disposición final armadura longitudinal y transversal.....	124
Figura E.4.1. Ubicación nervios longitudinal analizado losa N°4.....	127
Figura E.4.2. Isovalores de esf. de diseño, momento flector armadura inferior.....	127
Figura E.4.3. Isovalores de esf. de diseño, momento flector armadura superior.....	128
Figura E.4.4. Disposición final tramo central sección tee.....	129
Figura E.4.5. Disposición final tramo zona de apoyo sección tee.....	131
Figura E.4.6. Isovalores de esf. cortantes de diseño.....	131
Figura E.5.1. Viguetas tipo.....	133
Figura E.5.2. Sección de cálculo a flexión “sección simple”.....	133

Figura E.5.3. Sección transversal losa alivianada	134
Figura E.5.4. Sección de cálculo a flexión “sección compuesta”	134
Figura E.5.5. Sección final losa alivianada.....	135
Figura E.6.1. Vista en planta escalera Tipo I.....	137
Figura E.6.2. Vista en planta escalera Tipo II	139
Figura E.7.1. Parámetros geométricos cubierta ondulada	143
Figura E.7.2. Dimensionamiento cubierta ondulada	143
Figura E.7.3. Modelado cubierta metálica.....	144
Figura E.7.4. Representación grafica de las fórmulas de esfuerzo crítico.....	149
Figura F.1. Ancho de fisuras aceptables desde el punto de vista estético	153
Figura F.2. Sección transversal en centro luz.....	153
Figura F.3. Límite de la zona traccionada	155
Figura F.4. Área de hormigón de la zona de recubrimiento	156
Figura G.1. Sección transversal en centro luz	157

ÍNDICE DE PLANOS

	Plano
Vista en planta arquitectónico – Planta baja	1
Vista en planta arquitectónico – Planta alta	2
Vista en planta arquitectónico – Cortes y fachadas	3
Vista en planta arquitectónico – Cubiertas.	4
Vista en planta arquitectónico – Vistas en perspectivas.	5
Replanteo.	6
Plano general ; Detalle de armaduras zapatas	7
Detalle de armaduras columnas.....	8
Plano general; Detalle de armaduras vigas	9
Plano general; Detalle de armaduras vigas	10
Plano general; Detalle de armaduras vigas	11
Plano general; Detalle de armaduras vigas	12
Detalle de armaduras losa casetonada.....	13
Cubierta metálica.....	14
Detalle de armaduras losa escaleras	15
Detalle de armaduras tanque elevado.....	16
Detalle de armaduras rampa	17
Esfuerzos en elementos.....	18
Esfuerzos en elementos.....	19
Esfuerzos en elementos.....	20