

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



“DISEÑO ESTRUCTURAL AMPLIACIÓN DE LA
INFRAESTRUCTURA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
CHOCLOCA CECH - FCAF (U.A.J.M.S)”
Chocloca – Tarija
TOMO I (TEXTO – ANEXOS)

POR:

JUAN GABRIEL MONTAÑO APARICIO

GESTIÓN - 2019

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 AMPLIACIÓN DE LA
INFRAESTRUCTURA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
DE CHOCLOCA CECH - FCAF (U.A.J.M.S)”
Chocloca – Tarija

POR:

JUAN GABRIEL MONTAÑO APARICIO

GESTIÓN - 2019

Tarija – Bolivia

.....
Ph.D. Ing. Arturo Dubravcic Alaiza
DOCENTE DE LA MATERIA CIV - 502

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

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

TRIBUNAL:

.....
Dr. Ing. Alberto Benítez Reynoso

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez

.....
Ing. Mabel Zambrana Velasco

El docente y tribunal calificador del Proyecto de Ingeniería Civil; no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en la elaboración del presente trabajo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

Dedico el presente trabajo con todo cariño y aprecio, a mis padres: Juan Antonio Montaña-Teresa Aparicio y a mis hermanos Joselin Carola y Mauricio Daniel, por haberme apoyado durante el tiempo de estudio hasta concluir mi carrera Gracias, querida familia.

Agradecimiento:

Agradezco a cada uno de los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil -Facultad de Ciencias y Tecnología, por haberme brindado sus conocimientos durante los años de estudio.

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. Antecedentes	1
1.2. El problema	2
1.2.1. Planteamiento.....	2
1.2.2. Identificación del problema	2
1.2.3. Alternativas	2
1.2.4. Alternativa elegida	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. General	4
1.3.2. Específicos	4
1.4. Justificación.....	5
1.4.1. Justificación Académica.....	5
1.4.2. Justificación Técnica.....	5
1.4.3. Justificación Social.....	5
1.5. Alcance del proyecto.....	5
1.6. Localización	6
1.7. Información socioeconómica.....	8
1.8. Servicios básicos existentes.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Levantamiento topográfico.....	9
2.2. Estudio de suelos.....	10
2.3. Diseño arquitectónico.....	15
2.4. Teoría de las estructuras.....	15
2.5. Diseño estructural.....	17
2.5.1. Normas de construcción aplicadas	18
2.5.1.1. CBH-87 para el hormigón armado.....	18
2.5.1.2 Acciones sobre las estructuras APNB 1225002; APNB 1225003 para el análisis de cargas	20
2.5.2. Análisis de cargas.....	21

2.5.2.1. Definiciones y clasificaciones.....	21
2.5.2.2. Carga muerta (G)	23
2.5.2.2.1. Peso propio.....	23
2.5.2.2.2. Carga permanente	23
2.5.2.2.2.1. Cargas superficiales	23
2.5.2.2.2.2. Carga de tabiquería	25
2.5.2.3. Carga variable (Q).....	26
2.5.2.3.1. Sobrecarga de servicio	26
2.5.2.3.1. Otras Sobrecargas.....	29
2.5.2.3.1.1. Acción de la nieve y granizo.....	29
2.5.2.3.1.2. Acción del hielo	32
2.5.3. Estructura de sustentación de cubierta	32
2.5.3.1. Losa alivianada con vigueta pretensada.....	33
2.5.3.2. Losa casetonada	35
2.5.3.2.1. Diseño a flexión	35
2.5.3.2.2. Diseño a cortante.....	39
2.5.3.2.3. Verificación de flechas de forjados reticulares	40
2.5.3.2.4. Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado	41
2.5.3.2.5. Punzonamiento.....	41
2.5.4. Estructura de sustentación de la edificación	43
2.5.4.1. Vigas de H°A°	43
2.5.4.1.1. Cálculo a flexión simple.....	44
2.5.4.1.2. Cálculo del esfuerzo cortante	46
2.5.4.2. Columnas de H°A°	48
2.5.4.2.1. Longitud de pandeo.....	49
2.5.4.2.2. Compresión simple	51
2.5.4.2.3. Armadura longitudinal	52
2.5.4.2.4. Armadura transversal	53
2.5.5. Estructuras complementarias	54
2.5.5.1. Escaleras de H°A°	54
2.5.5.1.1. Idealización estructural	55

2.5.5.1.2. Análisis de carga para la escalera.....	56
2.5.5.1.3. Cálculo de armadura positiva.....	57
2.5.5.1.4. Cálculo de armadura negativa.....	57
2.5.5.1.5. Refuerzo transversal por temperatura	58
2.5.5.1.6. Comprobación de armadura cortante	58
2.5.6. Zapatas de H°A°.....	58
2.5.6.1. Predimensionamiento.....	59
2.5.6.2. Verificaciones	61
2.5.6.3. Calculo de la armadura.....	62
2.6. Planificación y presupuesto de obras	65
2.6.1. Especificaciones técnicas	65
2.6.2. Cómputos métricos	65
2.6.3. Precios unitarios	66
2.6.4. Presupuesto del proyecto	67
2.6.5. Cronograma y ejecución del proyecto.....	67
CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO	
3.1. Levantamiento topográfico	69
3.2. Estudio de suelos.....	69
3.3. Arquitectura del proyecto.....	71
3.4. Idealización de la estructura.....	72
3.4.1. Estructura de sustentación de la cubierta	74
3.4.2. Estructura de sustentación de la edificación	74
3.4.3. Fundaciones	74
3.5. Análisis y diseño estructural	76
3.5.1. Verificación de losa alivianada	76
3.5.2. Diseño de losa casetonada (forjado reticular)	79
3.5.3. Diseño de viga de H°A°.....	93
3.5.4. Diseño de columnas de H°A°.....	101
3.5.5. Estructuras complementarias (Escalera de H°A°)	111
3.5.6. Diseño de zapatas aisladas de H°A°	116
3.5.7. Síntesis de los resultados.....	124

3.6. Planificación y presupuesto de obras	125
3.6.1. Especificaciones técnicas	125
3.6.2. Cómputos métricos	125
3.6.3. Precios unitarios	126
3.6.4. Presupuesto del proyecto	126
3.6.5. Cronograma de ejecución del proyecto	126
CAPÍTULO IV: APORTE ACADÉMICO - DISEÑO DE COLUMNAS DE H°A °	
DE SECCIONES ‘T’, ‘L’ Y CRUZ ‘+’, SEGÚN LA NORMA ACI.	
4.1. Objetivo del aporte académico	127
4.2. Marco Teórico	127
4.2.1. Introducción	127
4.2.2. Análisis de compatibilidad de deformaciones y diagramas de interacción	128
4.2.3. Falla balanceada	132
4.2.4. Refuerzo distribuido	134
4.2.5. Disposiciones de seguridad del código ACI	134
4.2.6. Ayudas de diseño	134
4.3. Aplicación en el Diseño Estructural Ampliación del Centro Experimental	
Chocloca	139
4.4. Análisis de resultados	139
4.5. Conclusiones (Aporte académico)	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	144
BIBLIOGRAFIA	145

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

Figura 1.1. Ubicación del municipio de Uriondo en Bolivia	6
Figura 1.2. Ubicación de la comunidad de Chocloca respecto a la ciudad de Tarija.....	7
Figura 1.3. Fotografía dentro del Centro Experimental Chocloca	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Figura 2.1. Representación del concepto de curva de nivel.....	10
Figura 2.2. Curva granulométrica	11
Figura 2.3. Consistencia del suelo Vs. Humedad del suelo	12
Figura 2.4. Ensayo de SPT	14
Figura 2.5. Idealización de la edificación	16
Figura 2.6. Zonificación de la carga de nieve base	30
Figura 2.7. Losas Planas.	31
Figura 2.8. Losas planas con parapeto de borde	31
Figura 2.9. Acción del hielo.....	32
Figura 2.10. Losa alivianada con vigueta pretensada	33
Figura 2.11. Parámetros geométricos de losa nervada.....	36
Figura 2.12. Recubrimiento mecánico en nervios.....	37
Figura 2.13. Diagrama rectangular.....	38
Figura 2.14. Dimensiones losa plana	39
Figura 2.15. Perímetro crítico en losas.....	42
Figura 2.16. Ejemplo de una viga cargada, sin y con armadura sometidas a tensiones...	43
Figura 2.17. Viga de hormigón armado	44
Figura 2.18. Partes de la columna estructural	49
Figura 2.19. Pórticos traslacionales (para obtener el valor de k)	49
Figura 2.20. Diseño de una escalera.....	55
Figura 2.21. Idealización estructural.....	55
Figura 2.22. Diagramas de Presión	58
Figura 2.23. Vista en planta de una zapata centrada.	59
Figura 2.24. Tensiones en la zapata	63
Figura 2.25. Armadura de la zapata centrada.....	64

CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO

Figura 3.1. Descripción gráfica de las penetraciones.....	70
Figura 3.2. Idealización de la estructura L.F.....	72
Figura 3.3. Idealización de la estructura L.P.V.....	73
Figura 3.4. Idealización de la estructura B.V.....	73
Figura 3.5. Losa alivianada en análisis	76
Figura 3.6. Losa casetonada en análisis	79
Figura 3.7. Momentos la dirección “X” franja central 1 m.....	83
Figura 3.8. Sección crítica para el diseño a cortante.....	84
Figura 3.9. Banda de un metro de ancho.....	85
Figura 3.10. Sección crítica de cortante	85
Figura 3.11. Deformación de la losa.	88
Figura 3.12. Dimensionamiento de ábacos	89
Figura 3.13. Ábaco para la verificación a punzonamiento.....	89
Figura 3.14. Viga en análisis.....	93
Figura 3.15. Diagrama de momentos de la viga en análisis.....	94
Figura 3.16. Diagrama de cortantes de la viga en análisis	96
Figura 3.17. Columna en análisis.....	101
Figura 3.18. Idealización de Columnas y vigas	102
Figura 3.19. Diagrama del coeficiente de pandeo α	106
Figura 3.20. Escalera en análisis.....	111
Figura 3.21. Idealización de escalera de dos tramos.....	112
Figura 3.22. Geometría de escalera de dos tramos.....	112
Figura 3.23. Carga distribuida en escalera.	114
Figura 3.24. Zapata aislada en análisis.....	116
Figura 3.25. Esfuerzos en zapata aislada.	118
Figura 3.26. Esfuerzos de zapata aislada sobre el terreno.....	121

CAPÍTULO IV: APORTE ACADÉMICO - DISEÑO DE COLUMNAS DE H°A° DE SECCIONES ‘T’, ‘L’ Y CRUZ ‘+’, SEGÚN LA NORMA ACI.

Figura 4.1. Diferentes secciones transversales de columnas de concreto armado	128
---	-----

Figura 4.2. Columna sometida a compresión excéntrica: (a) columna cargada; (b) distribución de deformaciones en la sección <i>a-a</i> ; (c) esfuerzos y fuerzas para la resistencia última nominal.....	129
Figura 4.3. Diagrama de interacción para la resistencia nominal de una columna sometida a flexión y carga axial combinadas.....	133
Figura 4.4. Disposiciones de seguridad del Código ACI superpuestas en el diagrama sobre la interacción de resistencia de una columna.	137

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Tabla 2.1. Relación de resistencia a compresión	14
Tabla 2.2. Relación de resistencia para las arenas	14
Tabla 2.3. Pesos específicos.....	24
Tabla 2.4. Cargas superficiales	24
Tabla 2.5. Sobrecarga de tabiquería.....	26
Tabla 2.6. Sobrecargas de uso.....	27
Tabla 2.7. Recubrimientos mínimos	37

CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO

Tabla 3.1. Resistencia admisible del estrato	70
Tabla 3.2. Propiedades de las viguetas.....	77
Tabla 3.3. Resumen de resultados.....	124

CAPÍTULO IV: APORTE ACADÉMICO - DISEÑO DE COLUMNAS DE H°A° DE SECCIONES ‘T’, ‘L’ Y CRUZ ‘+’, SEGÚN LA NORMA ACI.

Tabla 4.1. Tabla comparativa de elementos estructurales individualizados	140
Tabla 4.2. Tabla comparativa de elementos estructurales en interacción	141

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Cuadro 2.1. Planilla de cómputo métrico.....	66
Cuadro 2.2. Planilla de precios unitarios	66

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1. TABLAS Y ÁBACOS.
- ANEXO 2. TOPOGRAFÍA.
- ANEXO 3. ESTUDIO DE SUELOS.
- ANEXO 4. ANÁLISIS DE CARGAS.
- ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULOS.
- ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
- ANEXO 7. FICHA TÉCNICA.
- ANEXO 8. CÓMPUTOS MÉTRICOS.
- ANEXO 9. PRECIOS UNITARIOS.
- ANEXO 10. PRESUPUESTO GENERAL.
- ANEXO 11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.
- ANEXO 12. APORTE ACADÉMICO.
- ANEXO 13. CARTAS IMPORTANTES.

ÍNDICE DE PLANOS

PLANOS ARQUITECTÓNICOS.

1. PLANOS ARQ. LABORATORIO DE CULTIVO IN VITRO.
2. PLANOS ARQ. LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA.
3. PLANOS ARQ. LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL.

PLANOS ESTRUCTURALES.

1. PLANOS ESTR. LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL.