

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL MUSEO DE LA BIODIVERSIDAD
PADCAYA”**

(MUNICIPIO DE PADCAYA, PROVINCIA ARCE)

ELABORADO POR:

ERLING DAVID FLORES BEJARANO

GESTIÓN 2019

TARIJA – BOLIVIA

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

“DISEÑO ESTRUCTURAL MUSEO DE LA BIODIVERSIDAD
PADCAYA”

(MUNICIPIO DE PADCAYA, PROVINCIA ARCE)

ELABORADO POR:

FLORES BEJARANO ERLING DAVID

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 2019
TARIJA – BOLIVIA

INFORME DE REVISION PROYECTO DE GRADO

El presente informe de corrección y revisión de el Proyecto de Grado se realizó en la ciudad de Tarija en el mes de Febrero del presente año 2020. Dicho documento corresponde al universitario **Erling David Flores Bejarano**, quien realizó sus estudios en la casa superior de estudios:

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

El documento que tiene por Título: **"DISEÑO ESTRUCTURAL
MUSEO DE LA BIODIVERSIDAD PADCAYA"**

La respectiva revisión y aprobación del documento no presenta observaciones, ya que la redacción es pertinente, respetando la gramática, ortografía y semántica. La respectiva revisión, fue realizada por el Licenciado Juan C. Panique Rosso, quien desempeña su función de Maestro de Comunicación y Lenguaje.

Para su constancia y fines legales, firmo el presente documento.

Tarija Febrero del 2020



Juan C. Panique Rosso
MAESTRO DE COMUNICACIÓN Y LENGUAJE
LENGUA CASTELLANA Y ORIGINARIA

V°B°

Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba
DOCENTE GUÍA CIV - 502

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozávez
DECANO-FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

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

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ph.D. Ing. Alberto Benítez Reynoso

Ing. Oscar Chávez Vargas

Ing. Lowrence Farfán Gómez

El docente y tribunal evaluador del 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.

DEDICATORIA:

Este trabajo va dedicado a toda mi familia, tíos, primos, hermanos, a mi prometida Cecilia y especialmente a mis padres, Cándida Bejarano por ser esa mujer valerosa y paciente junto a mi padre Guillermo Flores quienes me ayudaron a ser un hombre de bien y con principios.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la vida y el valor de no retroceder, a mis padres por su esfuerzo en darme su apoyo económico y moral, a mi prometida, por darme el último empujón en el camino y a todos mis docentes de quienes aprendí la gran responsabilidad que será llevar el título de Ingeniero Civil.

PENSAMIENTO:

Si a alguno de ustedes le falta sabiduría,
pídasela a Dios, y él se la dará, pues Dios
da a todos generosamente sin menospreciar
a nadie.

(La Santa Biblia - Santiago 1:5)

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1 EL PROBLEMA	1
1.1.1 PLANTEAMIENTO	1
1.1.2 FORMULACIÓN.....	2
1.1.3 SISTEMATIZACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1 ACADÉMICA.....	3
1.3.2 METODOLÓGICA.....	4
1.3.3 TÉCNICA	4
1.3.4 SOCIAL-INSTITUCIONAL.....	4
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO	4
1.4.1 APOORTE ACADÉMICO	5
1.5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
1.6 INFORMACIÓN SOCIO-ECONÓMICA	8
1.6.1 TENENCIA DE LA TIERRA Y USO DE SUELOS	8
1.6.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	8
1.7 SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES.....	8
1.7.1 AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	8
1.7.2 ENERGÍA ELÉCTRICA	9

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	10
2.1.1 CURVAS DE NIVEL	10
2.2 ESTUDIO DE SUELOS	11
2.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	11
2.4 IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL	12
2.4.1 SUSTENTACIÓN DE LA CUBIERTA	12
2.4.2 SUSTENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	12
2.4.3 IDEALIZACIÓN DE LAS FUNDACIONES	14

2.5 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	15
2.5.1 ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE LA CUBIERTA	15
2.5.1.1 COMBINACIONES DE CARGA	16
2.5.1.2 PROPIEDADES DEL ACERO.....	18
2.5.1.3 DISEÑO DE MIEMBROS DE LA ESTRUCTURA	18
2.5.1.4 DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A TRACCIÓN	18
2.5.1.5 DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A COMPRESIÓN.....	19
2.5.1.6 DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A FLEXO-COMPRESIÓN.....	20
2.5.1.7 DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A FLEXIÓN ASIMÉTRICA	21
2.5.1.8 FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA	21
2.5.2 ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO.....	23
2.5.2.1 COEFICIENTES DE MINORACIÓN Y MAYORACIÓN DE CARGAS	23
2.5.2.2 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS.....	23
2.5.2.3 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS – COEFICIENTES DE PONDERACIÓN	24
2.5.2.4 COMBINACIONES DE CARGA PARA LA ESTRUCTURA.....	24
2.5.3 VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	25
2.5.3.1 PROCESO DE CALCULO A FLEXIÓN SIMPLE	25
2.5.3.2 CALCULO DE LAS ARMADURAS.....	26
2.5.3.3 CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE	29
2.5.3.4 CALCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL	29
2.5.3.5 TORSIÓN EN VIGAS	30
2.5.4 COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	32
2.5.4.1 MÉTODO APROXIMADO DE CALCULO	33
2.5.4.2 PROCESO DE CALCULO.....	35
2.5.5 IDEALIZACIÓN DE FUNDACIONES	37
2.5.6 ZAPATA AISLADA DE HORMIGÓN ARMADO.....	38
2.5.6.1 MÉTODO DE LAS ÁREAS EQUIVALENTES	38
2.5.6.2 PROCESO DE CALCULO.....	39
2.5.6.3 VERIFICACIONES NECESARIAS.....	40
2.5.6.4 CALCULO DE ARMADURAS.....	43
2.5.7 ZAPATA MEDIANERA CON VIGA CENTRADORA.....	44
2.5.7.1 INTRODUCCIÓN.....	44
2.5.7.2 MÉTODO DE CALCULO.....	45
2.6 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	48
2.6.1 ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO	48
2.6.1.1 PROCESO DE CALCULO.....	48
2.6.2 LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS	51
2.7 ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	53

2.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	53
2.7.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	53
2.7.3 CÓMPUTOS MÉTRICOS	54
2.7.4 PRESUPUESTO GENERAL	54
2.7.5 PLANEAMIENTO Y CRONOGRAMA	54

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	55
3.2 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	55
3.3 ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO	56
3.4 ESTRUCTURA DE LA EDIFICACIÓN.....	57
3.4.1 DATOS GENERALES Y PARÁMETROS DE DISEÑO	58
3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	59
3.5.1 ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE LA CUBIERTA	60
3.5.1.1 DETALLES EN CUBIERTA METÁLICA N°1.....	62
3.5.1.2 RESUMEN DE CUBIERTA METÁLICA N°1.....	63
3.5.1.3 DETALLES EN CUBIERTA METÁLICA N°2.....	64
3.5.1.4 RESUMEN DE CUBIERTA METÁLICA N°1.....	64
3.5.1.5 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	66
3.5.2 ESTRUCTURA DE SUSTENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	67
3.5.2.1 HIPÓTESIS MAS DESFAVORABLE	68
3.5.2.2 ELEMENTOS MAS SOLICITADOS.....	68
3.5.3 DISEÑO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO	69
3.5.3.1 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	70
3.5.3.2 CUADRO RESUMEN DIMENSIONES DE VIGAS.....	71
3.5.4 DISEÑO DE COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	72
3.5.4.1 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	73
3.5.3.2 CUADRO RESUMEN DIMENSIONES DE COLUMNAS.....	74
3.5.5 DISEÑO DE CIMENTACIONES	75
3.5.5.1 ELEMENTOS MAS SOLICITADOS.....	76
3.5.6 DISEÑO DE ZAPATA AISLADA DE HORMIGÓN ARMADO	76
3.5.6.1 TABLA RESUMEN DE DIMENSIONES DE ZAPATAS	77
3.5.6.2 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	80
3.5.7 DISEÑO DE ZAPATA MEDIANERA CON VIGA CENTRADORA	80
3.5.7.1 RESUMEN DE VIGA CENTRADORA	81
3.5.7.2 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	81

3.5.7.3 CUADRO RESUMEN DE VIGAS CENTRADORAS	82
3.5.7.4 RESUMEN DE ZAPATA MEDIANERA	83
3.5.7.5 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	83
3.6 DISEÑO DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	84
3.6.1 DISEÑO DE ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO	84
3.6.1.1 OBSERVACIONES EN EL DISEÑO	88
3.6.2 LOSAS CON VIGUETAS PRETENSADAS	85
3.7 ESTRATEGIAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	86
3.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	86
3.7.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	86
3.7.3 CÓMPUTOS MÉTRICOS	86
3.7.4 PRESUPUESTO GENERAL	87
3.7.5 PLANEAMIENTO Y CRONOGRAMA	87

CAPÍTULO IV

APORTE ACADÉMICO

DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO EN ESTRUCTURAS MEDIANTE MODELACIÓN EN CYPECAD

4.1 PROBLEMÁTICA	88
4.2 PLANTEAMIENTO	88
4.3 OBJETIVOS DEL APORTE ACADÉMICO	88
4.4 METODOLOGÍA DEL APORTE	89
4.5 ASENTAMIENTO	90
4.6 TIPOS DE ASENTAMIENTOS	91
4.7 PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ASENTAMIENTO	95
4.6 CONCLUSIONES	101
4.7 RECOMENDACIONES	102

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	103
5.2 RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	110

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1 Mapa de Bolivia.....	6
Figura 1.2 Mapa del Departamento de Tarija.....	6
Figura 1.3 Ubicación del Municipio de Padcaya.....	7
Figura 1.4 Localización del terreno (Google Earth).....	7
Figura 2.1 Representación del concepto de Curva de Nivel.....	10
Figura 2.2 Esquema de Estructura de Museo en Corte en Sección Longitudinal.....	13
Figura 2.3 Secciones Transversales de viga de hormigón armado.....	27
Figura 2.4 Ejemplo de torsión principal (Ménsula GH) y torsión secundaria (Viga CD)	31
Figura 2.5 Pórticos Traslacionales	33
Figura 2.6 Abaco para Flexión Esviada	36
Figura 2.7 Solicitaciones presentes en una Zapata Aislada.....	38
Figura 2.8 Armadura de la Zapata Centrada	44
Figura 2.9 Zapata de Medianería.....	45
Figura 2.10 Zapata de Medianería con Viga Centradora.....	46
Figura 2.11 Representación de las partes de una Escalera	48
Figura 2.12 Representación de las partes de una Losa Alivianada.....	51
Figura 3.1 Modelado de la estructura de Sustentación Aporticada	57
Figura 3.2 Vista lateral de la Estructura Aporticada	59
Figura 3.3 Vista en Planta de Cubierta Metálica y Losa Alivianada.....	60
Figura 3.4 Idealización de Cubierta Metálica N°1	61
Figura 3.5 Idealización de Cubierta Metálica N°2	61
Figura 3.6 Modelado de la Estructura Metálica Cypecad 3D.....	62
Figura 3.7 Detalles de dimensiones para cada Elemento	64
Figura 3.8 Soldadura en Perfiles Rectangulares.....	66
Figura 3.9 Modelado de Estructura Aporticada	67
Figura 3.10 Elementos Estructurales más Solicitados (Vista 3D).....	68
Figura 3.11 Elementos Estructurales más Solicitados (Vista en Planta)	69
Figura 3.12 Modelado de la Estructura de Cimentación	75
Figura 3.13 Zapata aislada y Viga Centradora más Solicitada.....	76
Figura 4.1 Software a Utilizar para Determinar el Asentamiento	89
Figura 4.2 Grafica de Sumatoria de Asentamientos	90
Figura 4.3 Asentamientos Uniformes.....	91
Figura 4.4 Asentamientos Diferenciales	92
Figura 4.5 Lesiones en Estructuras por Asentamientos Diferenciales.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.1 Ubicación geográfica del Proyecto.....	5
Tabla 2.1 Tabla de Factores de Reducción.....	22
Tabla 2.2 Coeficientes de Minoración	23
Tabla 2.3 Coeficientes de Mayoración.....	24
Tabla 2.4 Cuantías geométricas mínimas	27
Tabla 2.5 Recubrimientos Mínimos	28
Tabla 2.6 Tabla Universal para Flexión simple o compuesta.....	28
Tabla 3.1 Capacidad portante del terreno.....	55
Tabla 3.2 Características de los sondeos SPT y Tipos de Suelos	56
Tabla 3.3 Resumen de elementos para Cubierta Metálica N°1	63
Tabla 3.4 Resumen de elementos para Cubierta Metálica N°2	65
Tabla 3.5 Resumen de resultados en Viga más solicitada.....	70
Tabla 3.6 Resumen dimensiones de Vigas	71
Tabla 3.7 Resumen de resultados en Columna más solicitada	72
Tabla 3.8 Resumen dimensiones de Columnas	74
Tabla 3.9 Resumen de resultados en Zapatas Aisladas	77
Tabla 3.10 Resumen dimensiones de Zapatas.....	77
Tabla 3.11 Resumen de resultados para Viga Centradora.....	81
Tabla 3.12 Resumen dimensiones Vigas Centradoras.....	82
Tabla 3.13 Resumen de resultados de Zapata Medianera	83
Tabla 3.14 Resumen datos Generales.....	84
Tabla 3.15 Resumen de resultados para Escalera N°1	84
Tabla 3.16 Resumen de resultados para Escalera N°2	85
Tabla 3.17 Análisis de Precios Unitarios	86
Tabla 4.1 Asentamientos Diferenciales.....	93
Tabla 4.2 Asentamientos Totales	94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO - ESTUDIO DE SUELOS	A-1
ANEXO - ANÁLISIS DE CARGAS	A-2
ANEXO - CALCULO ESTRUCTURAL	A-3
1 – DISEÑO DE ESTRUCTURA METÁLICA	A-3
2 – DISEÑO DE VIGA DE HORMIGÓN ARMADO	A-3
3 – DISEÑO DE COLUMNA DE HORMIGÓN ARMADO	A-3
4 – DISEÑO DE ZAPATA AISLADA DE HORMIGÓN ARMADO	A-3
5 – DISEÑO DE VIGA CENTRADORA Y ZAPATA MEDIANERA	A-3
6 – DISEÑO DE ESCALERA HORMIGÓN ARMADO	A-3
7 – DISEÑO DE LOSA ALIVIANADA	A-3
ANEXO - TABLAS Y GRÁFICOS	A-4
ANEXO - CÓMPUTOS MÉTRICOS	A-5
ANEXO - ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	A-6
ANEXO - PRESUPUESTO GENERAL	A-7
ANEXO - CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	A-8
ANEXO - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	A-9
ANEXO – PLANOS ARQUITECTÓNICOS	A-10
ANEXO – PLANOS ESTRUCTURALES	A-11

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1/1 - PLANOS ARQUITECTÓNICOS VISTA EN PLANTA Y CORTES
PLANO 1/13 - PLANO ESTRUCTURAL – DISEÑO DE ESTRUCTURA METÁLICA
PLANO 2/13 - PLANO ESTRUCTURAL – REPLANTEO – FUNDACIONES
PLANO 3/13 - PLANO ESTRUCTURAL – ZAPATAS DE HORMIGÓN ARMADO
PLANO 4/13 - PLANO ESTRUCTURAL – TABLAS – VIGA CENTRADORA
PLANO 5/13 - PLANO ESTRUCTURAL – COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO
PLANO 6/13 - PLANO ESTRUCTURAL – VIGA DE SOBRECIMIENTO DE H°A°
PLANO 7/13 - PLANO ESTRUCTURAL – VIGA DE ENCADENADO LOSA N°1
PLANO 8/13 - PLANO ESTRUCTURAL – VIGA DE ENCADENADO LOSA N°2 - 4 - 6
PLANO 9/13 - PLANO ESTRUCTURAL – VIGA DE ENCADENADO LOSA N°3
PLANO 10/13 - PLANO ESTRUCTURAL – VIGA DE ENCADENADO CUBIERTA
PLANO 11/13 - PLANO ESTRUCTURAL – REFUERZOS DE LOSA ALIVIADA
PLANO 12/13 - PLANO ESTRUCTURAL – ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO N°1
PLANO 13/13 - PLANO ESTRUCTURAL – ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO N°2