

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES



PROYECTO

“DISEÑO ESTRUCTURAL MULTIDEPORTIVO U.A.J.M.S.

MÓDULO 1: ESTADIO”

POR: PATRICIA ESTEFANÍA GALLARDO DÍAZ

Semestre I - 2020

TARIJA – BOLIVIA



DEDICATORIA

A mi padre Henry Gallardo, que a pesar de las circunstancias siempre estuviste ahí, brindándome tu apoyo amor y confianza, tu sabiduría y consejos llegaban en los momentos precisos, no sabes el gran aporte que hiciste en mi vida, gracias papito.

A mi madre Lidia Díaz, tu fortaleza incomparable, la aprendí desde pequeña, eres una mujer admirable y no va haber manera de devolverte tanto que me has ofrecido, tu cariño paciencia apoyo y sobre todo tu amor me hizo llegar hasta donde hoy me ves, gracias mamita.

Ustedes dos papitos, fueron y son el motivo principal, por todo lo que lucho y seguiré luchando.

A mis hermanos, Christian e Iván que de una u otra manera dieron su grano de arena, en esta etapa de mi vida.

Y a mis compañeros de esta carrera universitaria, un gran grupo de estudio quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, juntos pasamos los peores y mejores momentos, sin ustedes estos años de estudio, no hubiesen sido lo mismo, gracias futuros colegas.



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPÍTULO I

1	ANTECEDENTES.....	1
1.1	El problema.....	1
1.1.1	Planteamiento.....	1
1.1.2	Formulación.....	2
1.1.3	Sistematización.....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
1.3	Justificación.....	3
1.3.1	Académica.....	3
1.3.2	Técnica.....	4
1.3.3	Social.....	4
1.4	Alcance del proyecto.....	4
1.4.1	Resultados a lograr.....	4
1.4.2	Aporte académico del estudiante.....	5
1.4.3	Restricciones.....	5
1.5	Localización.....	5

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1	Generalidades.....	8
2.2	Normativa.....	8
2.2.1	Aplicación de las normas en la estructura.....	9
2.3	Topografía.....	9
2.3.1	Mapas topográficos.....	10
2.3.2	Toma de datos.....	10
2.4	Estudio de suelos.....	10
2.4.1	Exploración de suelos (Geotécnica).....	11
2.4.2	Laboratorio de suelos.....	11
2.4.3	Ensayo de penetración normal estándar (Stándard Penetration Test)	
SPT.	18	

2.5	Acero conformado y laminado.....	19
2.5.1	Acero conformado en frío	19
2.5.2	Acero laminado en caliente	20
2.5.3	Diferencias entre el laminado en caliente y el conformado en frío.....	20
2.5.4	Usos	21
2.5.5	Precio.....	22
2.5.6	Ventajas del acero como material estructural.....	22
2.5.7	Desventajas del acero como material estructural	24
2.5.8	Perfiles de Acero	25
2.5.9	Relaciones esfuerzo-deformación del acero estructural	25
2.5.10	Fallas en estructuras	26
2.5.11	Estudio de fuerzas laterales	27
2.6	Estadios de fútbol.....	29
2.7	Cargas	29
2.7.1	Cargas muertas	29
2.7.2	Cargas vivas	30
2.7.3	Otras cargas vivas.....	30
2.7.4	Cargas de impacto	31
2.7.5	Cargas ambientales.....	31
2.8	Diseño de perfiles	33
2.8.1	Análisis de miembros a tensión.....	33
2.8.2	Diseño de miembros en compresión	39
2.8.3	Diseño a flexión en vigas	48
2.8.4	Diseño de miembros a corte	49
2.8.5	Diseño de miembros por esfuerzos combinados y torsión	51
2.9	Diseño de uniones.....	53
2.9.1	Disposiciones generales	53
2.9.2	Soldaduras	53
2.10	Diseño de losa metaldeck.....	54
2.10.1	Lámina de metaldeck.....	57
2.10.2	Diseño estructural de losa metaldeck	58
2.11	Diseño de zapatas.....	58
2.11.1	Tipo de zapata	59
2.11.2	Dimensionamiento de zapatas aisladas con carga centrada	59
2.11.3	Determinación de las armaduras de tracción.....	60
2.12	Diseño de juntas de dilatación.....	61
2.12.1	Problemas originados por la disposición de juntas	62
2.12.2	Formas de materializar las juntas de dilatación.....	62
2.12.3	Método empírico de Federal Construction Council	65
2.13	Proceso de diseño estructural	66
2.13.1	Idealización	66

2.13.2	Dimensionamiento	68
2.13.3	Evaluación.....	68
2.13.4	Diseño Final	68

CAPÍTULO III

3	DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	69
3.1	Topografía del lugar.....	69
3.2	Estudio de suelos	70
3.2.1	Generalidades	70
3.2.2	Exploración	70
3.2.3	Ensayo de penetración.....	71
3.2.4	Laboratorio de suelos	71
3.3	Proyecto arquitectónico	72
3.3.1	Ubicación y superficie.....	72
3.3.2	Configuración arquitectónica	72
3.3.3	Capacidad y uso de la edificación	74
3.3.4	Entrada-Acceso	75
3.3.5	Iluminación.....	76
3.3.6	Cubierta	77
3.4	Idealización de la estructura.....	78
3.4.1	Idealización geométrica.....	78
3.4.2	Idealización mecánica	79
3.4.3	Idealización de los materiales.....	83
3.4.4	Idealización de los vínculos	85
3.4.5	Idealización de las solicitaciones de carga	86
3.5	Combinaciones de carga	99
3.5.1	Análisis de cargas.....	100
3.5.2	Análisis de combinaciones de cargas	101
3.5.3	Combinación de carga elegida	101
3.6	Dimensionamiento estático	101
3.6.1	Elección de la geometría del pórtico	101
3.6.2	Modelo elegido.....	106
3.6.3	Esfuerzos generados en barras	107
3.6.4	Diseño de cubierta.....	107
3.6.5	Diseño de losa metaldeck	115
3.6.6	Columnas.....	124
3.6.7	Diseño de vigas	130
3.6.8	Diseño de pasillo	139
3.6.9	Diseño de viguetas	141
3.6.10	Diseño de cerchas.....	142

3.6.11	Cálculo y diseño de juntas de dilatación	147
3.6.12	Diseño de zapatas	153
3.6.13	Estructuras complementarias.....	154
3.7	Verificación dinámica.....	167
3.7.1	Carga utilizada.....	168
3.7.2	Tamaño estimado de la sección para fluencia a tensión de la sección total	169
3.7.3	Coefficiente según la categoría de fatiga (Cf)	170
3.7.4	Máximo rango de tensión para la vida de diseño (FTH).....	170
3.7.5	Número de fluctuaciones del rango de tensión en la vida de diseño (nsr)	170
3.8	Evaluación	172
3.9	Diseño final.....	173
3.10	Modelo de estructura.....	175

CAPÍTULO IV

4	APORTE ACADÉMICO.....	176
4.1	Generalidades	176
4.2	Introducción.....	176
4.3	Marco teórico.....	176
4.3.1	Columnas de acero	176
4.3.2	Columnas mixtas	177
4.4	Diseño y cálculo estructural	184
4.4.1	Diseño de columna de acero.....	184
4.4.2	Diseño de columna mixta	187
4.5	Aporte.....	197
4.5.1	Comparación técnica	197
4.5.2	Comparación económica	199
4.5.3	Análisis del costo	204
4.5.4	Conclusiones del aporte académico	205

CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	206
5.1	Conclusiones.....	206
5.2	Recomendaciones	207

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

Tabla 2-1 Aplicación de normas al proyecto.....	9
Tabla 2-2 Tamiz y los tamaños de las aberturas.....	12
Tabla 2-3 Relación de Resistencia para las Arcillas.....	19
Tabla 2-4 Propiedades de la lámina galvanizada para fabricación de metaldeck	57
Tabla 2-5 Tolerancias para la lámina metaldeck	58

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DE LA INGENIERIA DEL PROYECTO

Tabla 3-1 Cuadro resumen de estudio de suelos	71
Tabla 3-2 Capacidad de personas en el estadio	75
Tabla 3-3 Propiedades mecánicas del acero estructural	79
Tabla 3-4 Composición química del acero A36	80
Tabla 3-5 Propiedades mecánicas del acero de refuerzo	80
Tabla 3-6 Propiedades mecánicas de malla electrosoldada.....	81
Tabla 3-7 Propiedades mecánicas de lámina metaldeck	81
Tabla 3-8 Hormigón según su uso estructural.....	81
Tabla 3-9 Propiedades mecánicas del Hormigón armado -25.....	82
Tabla 3-10 Propiedades mecánicas de graderías prefabricadas.....	83
Tabla 3-11 Carga de nieve en cubierta	89
Tabla 3-12 Carga de viento en cubierta.....	90
Tabla 3-13 Carga en barandas	91
Tabla 3-14 Sobrecarga de uso en graderías de estadios según diferentes normas	92
Tabla 3-15 Tabla resumen de verificación de esfuerzos en columnas	129
Tabla 3-16 Tabla resumen de verificación de esfuerzos en vigas	138
Tabla 3-17 Tabla resumen de verificación de esfuerzos en vigas de pasillo.....	141
Tabla 3-18 Tabla resumen de verificación de esfuerzos en viguetas de pasillo.....	142
Tabla 3-19 Verificación de parantes en cercha principal	143
Tabla 3-20 Verificación de esfuerzos en cuerdas inferiores de cercha principal	144

Tabla 3-21 Verificación de esfuerzos en cuerdas superiores de cercha de graderías	144
Tabla 3-22 Verificación de esfuerzos en cuerdas inferiores de cercha de graderías	145
Tabla 3-23 Verificación de esfuerzos en parantes de cercha de graderías	146
Tabla 3-24 Verificación de esfuerzos en inclinadas de cercha de graderías	146
Tabla 3-25 Recomendaciones de longitudes entre junta de dilatación según diferentes autores.....	147
Tabla 3-26 Verificación de esfuerzos en elementos de baranda	155
Tabla 3-27 Verificación de esfuerzos en columna crítica de la grada.....	157
Tabla 3-28 Verificación de esfuerzos en vigas de gradas	158
Tabla 3-29 Verificación de esfuerzos en pilares de torre de luz	161
Tabla 3-30 Verificación de esfuerzos en perfiles diagonales de torre de luz	162
Tabla 3-31 Verificación de esfuerzos en peldaños de escaleras de torre de luz.....	163
Tabla 3-32 Verificación de esfuerzos en pies de escalera de torre de luz.....	163
Tabla 3-33 Verificación de esfuerzos de la base plataforma de torre de luz.....	163
Tabla 3-34 Verificación de esfuerzos de barandas de torre de luz.....	164
Tabla 3-35 Verificación de esfuerzos barandas barras horizontales de torre de luz	164
Tabla 3-36 Verificación de esfuerzos barandas barras verticales de torre de luz.....	165
Tabla 3-37 Verificación de esfuerzos de pilares de plataforma de torre de luz	165
Tabla 3-38 Evaluación de deformada en estructura principal	172
Tabla 3-39 Deformación de pasillo	173

CAPÍTULO IV

4 APORTE ACADÉMICO

Tabla 4-1 Verificación de esfuerzos en columna de acero.....	187
Tabla 4-2 Verificación de esfuerzos en columna mixta	196
Tabla 4-3 Comparación técnica de columna de acero frente a columna mixta	197
Tabla 4-4 Cuadro comparativo de resistencias calculadas en ambas columnas.....	199
Tabla 4-5 Cuantificación de materiales, mano de obra y equipos - columna de acero	199
Tabla 4-6 Análisis de precios unitarios - Columna de acero.....	200
Tabla 4-7 Precio total de columna de acero	201
Tabla 4-8 Cuantificación de materiales mano de obra y equipos-Columna mixta.....	201
Tabla 4-9 Análisis de precios unitarios - columna mixta	203

Tabla 4-10 Precio total de columna mixta.....	204
---	-----

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

1 ANTECEDENTES

Figura 1-1 Ubicación Política del proyecto a nivel nacional.....	6
Figura 1-2 Ubicación política del proyecto a nivel departamental.....	7
Figura 1-3 Ubicación política del proyecto a nivel Municipio.....	7

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

Figura 2-1 Curva de distribución de tamaño de partículas.....	13
Figura 2-2 Naturaleza del comportamiento del suelo.....	14
Figura 2-3 Dispositivo Casagrande	14
Figura 2-4 Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla limosa ...	15
Figura 2-5 Prueba de límite plástico.....	15
Figura 2-6 Curva tensión - deformación unitaria del acero.....	26
Figura 2-7 Contraventeo en edificios arriostrados y no arriostrados.....	28
Figura 2-8 Arriostramiento tipo cartela	28
Figura 2-9 Tipos de miembros a tensión	33
Figura 2-10 Tipos de miembros a compresión	41
Figura 2-11 Longitudes efectivas de columnas en marcos arriostrados	43
Figura 2-12 Valores aproximados de factores de longitud efectiva	44
Figura 2-13 Marco simple con longitud efectiva.....	44
Figura 2-14 Curva para columna según AISC.....	47
Figura 2-15 Soldadura tipo filete.....	53
Figura 2-16 Soldadura a tope con penetración completa	54
Figura 2-17 Esquema general de losas metaldeck.....	55
Figura 2-18 Curva esfuerzo-deformación típica del acero	57
Figura 2-19 Diferencias entre zapata flexible y zapata rígida	59

Figura 2-20 Cálculo a flexión de una zapata flexible.....	61
Figura 2-21 Junta de dilatación con doble pilar	63
Figura 2-22 Junta de dilatación mediante pasadores	63
Figura 2-23 Pasadores comerciales	64
Figura 2-24 Junta con pilar único y apoyos deslizantes.....	64
Figura 2-25 Junta con apoyo a media madera	64
Figura 2-26 Distancia efectiva entre juntas según el método empírico Federal Construcción Council.....	65

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO

Figura 3-1 Topografía del lugar de emplazamiento	69
Figura 3-2 Ubicación del sondeo.....	70
Figura 3-3 Configuración arquitectónica del Estadio U.A.J.M.S.....	72
Figura 3-4 Galería tipo de estadio	73
Figura 3-5 Pasillo conector entre sector 1 y 2	73
Figura 3-6 Graderías de circulación	74
Figura 3-7 Gradas de acceso.....	74
Figura 3-8 Dimensiones de una cancha de fútbol 11.....	75
Figura 3-9 Distribución proyectores en implantación torre esquina	76
Figura 3-10 Altura de una torre de luz en estadio	77
Figura 3-11 Idealización geométrica - pórtico principal	78
Figura 3-12 Estructura real – Pórtico principal	78
Figura 3-13 Estructura real – pasillo conector.....	78
Figura 3-14 Idealización geométrica – pasillo conector.....	78
Figura 3-15 Idealización geométrica - Gradas de acceso	79
Figura 3-16 Estructura real - Gradas de acceso.....	79
Figura 3-17 Perfil IPN - Idealización de los materiales	83
Figura 3-18 Perfil tubular cuadrado - Idealización de los materiales.....	84
Figura 3-19 Vinculación del pórtico - Idealización de vínculos	85
Figura 3-20 Nudo articulado.....	85
Figura 3-21 Nudo rígido.....	86

Figura 3-22 Apoyo empotrado	86
Figura 3-23 Recomendaciones de las dimensiones del barandado.....	90
Figura 3-24 Especificaciones de gradería Tecnopreco.....	92
Figura 3-25 Espaciamiento entre correas	95
Figura 3-26 Carga lineal en correas a barlovento.....	96
Figura 3-27 Carga lineal en correas a sotavento.....	96
Figura 3-28 Carga lineal en pasillo principal	97
Figura 3-29 Longitudes de pasillo	97
Figura 3-30 Carga lineal en vigas.....	97
Figura 3-31 Carga lineal sobre viguetas	98
Figura 3-32 Distribución de sobrecarga de uso sobre graderías – carga vertical	98
Figura 3-33 Distribución de sobrecarga de uso sobre graderías - carga vertical.....	99
Figura 3-34 Distribución de la presión del viento sobre graderías - carga horizontal.....	99
Figura 3-35 Deformada de toda la estructura - modelo inicial.....	103
Figura 3-36 Deformada en cercha - modelo inicial.....	103
Figura 3-37 Deformada en gradería modelo inicial.....	103
Figura 3-38 Deformada de toda la estructura - Segundo modelo.....	104
Figura 3-39 Deformada de cercha - Segundo modelo.....	104
Figura 3-40 Deformada en graderías - Segundo modelo.....	104
Figura 3-41 Deformada en la cercha – tercer modelo	105
Figura 3-42 Deformada de toda la estructura - Tercer modelo	105
Figura 3-43 Deformada en las graderías – Tercer modelo	105
Figura 3-44 Deformada en graderías de primera planta - Tercer modelo	106
Figura 3-45 Deformada vista 3D.....	107
Figura 3-46 Esfuerzos máximos generados en la cercha.....	107
Figura 3-47 Detalles de una losa metaldeck	115
Figura 3-48 Área contribuyente para cortante.....	121
Figura 3-49 Propiedades de conectores de corte - NS 500/250.....	123
Figura 3-50 Características técnicas de topes de borde	124
Figura 3-51 Esfuerzo máximos axiles en columnas	125
Figura 3-52 Vista en planta de vigas	130

Figura 3-53 Esquema de momentos cortante y esfuerzos axiles de viga 3	131
Figura 3-54 Esfuerzos máximos en vigas de pasillo conector.....	139
Figura 3-55 Esfuerzos máximos en vigas transversales	140
Figura 3-56 Esfuerzo axil máximo generado en barras diagonales - Cercha pasillo	142
Figura 3-57 Esfuerzo axil máximo generado en parantes - Cercha pasillo	143
Figura 3-58 Esfuerzos axiles de barras inferiores - Cercha pasillo	143
Figura 3-59 Esfuerzo axil máximo en barras superiores - Cercha gradería	144
Figura 3-60 Esfuerzo axil máximo en barra inferior - Cercha gradería	145
Figura 3-61- Esfuerzos máximos axiles de parantes - Cercha de graderías	145
Figura 3-62 Esfuerzos axiles máximos en cuerdas inclinadas - Cercha graderías	146
Figura 3-63 Sección monolítica acero estructural – hormigón mediante conectores de cortante	148
Figura 3-64 Longitud permisible de la estructura	150
Figura 3-65 Junta de dilatación	151
Figura 3-66 Dimensiones de junta de dilatación	151
Figura 3-67 Espaciamiento disponible para juntas - vista 1	152
Figura 3-68 Espaciamiento disponible para juntas - vista 2	152
Figura 3-69 Zapata aislada y cargas generadas	153
Figura 3-70 Detalle de dimensiones y armado - Zapata B4	153
Figura 3-71 Viga de encadenado 4A - 4B	154
Figura 3-72 Carga vertical actuante en barras - Barandas.....	155
Figura 3-73 Carga horizontal actuante en barras- Barandas.....	155
Figura 3-74 Baranda vista 3D.....	156
Figura 3-75 Esfuerzo máximo generado en columna-Gradas	157
Figura 3-76 Elemento de cimentación aislado – Zapata A1.....	158
Figura 3-77 Viga de encadenado – A1-B1	159
Figura 3-78 – Vista 3D de modelo final con perfiles y cimientos de gradas	159
Figura 3-79 Estructura de torre de luz	160
Figura 3-80 Luces led.....	160
Figura 3-81 Escalera de torre de luz.....	162
Figura 3-82 Cimiento de torre de luz.....	166

Figura 3-83 Unión placa base de torre de luz.....	166
Figura 3-84 Viga estudiada para comprobar los esfuerzos dinámicos	167
Figura 3-85 Hipótesis simple de peso propio en barra más solicitada	168
Figura 3-86 Hipótesis simple de sobre carga de uso en barra más solicitada	168
Figura 3-87 Hipótesis de carga combinada	168
Figura 3-88 Esfuerzos de compresión y tracción en la misma barra por envolvente	169
Figura 3-89 Deformada de estructura final - Galería	172
Figura 3-90 Deformada del pasillo conector	173
Figura 3-91 Disposiciones finales de perfiles principales de la estructura.....	174
Figura 3-92 Modelado de la estructura principal en Cype 3D	175
Figura 3-93 Modelado de pasillo conector en Cype 3D.....	175

CAPITULO IV

4 APOORTE ACADEMICO

Figura 4-1 Pilares de secciones abiertas embebidas en hormigón.....	178
Figura 4-2 Pilares a base de secciones huecas.....	179
Figura 4-3 Vista 3D de columna mixta	187
Figura 4-4 Referencia de armadura	188
Figura 4-5 Producto de columna de acero	198
Figura 4-6 Producto de columna mixta	198
Figura 4-7 Costo total de las alternativas	204
Figura 4-8 Diferencia de costo entre ambas alternativas.....	205