

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



“ALTERNATIVA DE DISEÑO ESTRUCTURAL Y GEOMÉTRICO MEDIANTE
EL USO DE SUPERFICIES NO DESARROLLABLES DE LA CUBIERTA DEL
COLISEO EN EL MUNICIPIO DE PADCAYA”

Por:

GANDARILLAS PÉREZ JOSÉ

SEMESTRE I – 2023

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES

“ALTERNATIVA DE DISEÑO ESTRUCTURAL Y GEOMETRICO
MEDIANTE EL USO DE SUPERFICIES NO DESARROLLABLES DE LA
CUBIERTA DEL COLISEO EN EL MUNICIPIO DE PADCAYA”

Por:

GANDARILLAS PÉREZ JOSÉ

SEMESTRE I – 2023

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Dedico el presente trabajo a mis padres que me impulsaron desde un inicio a buscar la individualidad y me permitieron llegar a este punto de mi vida que representa un gran paso para mi futuro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. - El Problema.....	1
1.2. - Objetivos.....	3
1.3. - Justificación	4
1.4. - Alcance del estudio	5

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

INTRODUCCIÓN	7
2.1 Precursores (1900-1925).....	8
2.2 Inicio de la Era Moderna (1925-1940).....	8
2.3 Segunda Guerra Mundial (1939-1945)	11
2.4 Período de Floración, Muerte Súbita (1945-1970)	12
2.5 Cáscaras contemporáneas (1970-2008).....	20
2.6 Historia futura (2008-)	24

CAPÍTULO III

CONDICIONES DEL PROYECTO

3.1. - Metodología.....	26
3.2. - Métodos	26
3.3. - Medios y Materiales.....	26

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1. - Conceptos generales	27
----------------------------------	----

4.2. - Fundamento Teórico.....	28
4.3. - Análisis comparativo entre superficies.....	42
4.4. - Concepción morfológica de la cubierta.....	42
4.5. - Disposición de los elementos de la estructura de soporte.....	61
4.6. – Condiciones para el diseño de la cubierta.....	62
4.7. - Modelación de la Estructura.....	67
4.8. – Análisis de cargas.....	68
4.9. - Recubrimientos.....	72
4.10. – Aparatos de Apoyo.....	73

CAPÍTULO V

DISEÑO DE CUBIERTA COMPUESTA POR ARCOS PARABÓLICOS

5.1. – Deformaciones en la Estructura.....	79
5.2. – Análisis de desplazamientos.....	80
5.3. - Interpretación de los esfuerzos.....	83
5.5. – Optimización estructural.....	94
5.6. – Valores Máximos obtenidos.....	95
5.6. - Dimensiones finales de las estructuras.....	96
5.7. - Diseño Estructural.....	96

CAPÍTULO VI

DISEÑO DE CUBIERTA COMPUESTO POR RECTAS PARALELAS

6.1. - Deformaciones en la Estructura.....	101
6.2. - Análisis de desplazamientos.....	102
6.3. - Interpretación de los esfuerzos.....	104
6.4. - Optimización estructural.....	107

6.5. - Valores Máximos obtenidos	108
6.6. - Dimensiones finales de las estructuras	108
6.7. – Diseño Estructural.....	109

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO DE LA CUBIERTA GENERADO POR ARCOS PARABÓLICOS

7.1.- Generalidades.....	110
7.2.- Análisis de precios unitarios de la estructura.....	110
7.3.- Presupuesto General	111

CAPÍTULO VIII

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO DE LA CUBIERTA GENERADO POR RECTAS PARALELAS

8.1.- Generalidades.....	112
8.2.- Análisis de precios unitarios de la estructura.....	112
8.3.- Presupuesto General	112

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1. - Valores Máximos obtenidos	113
9.2. - Dimensiones finales de las estructuras	114
9.3. - Análisis de Precios Unitarios.....	115
9.4. - Comparación de propiedades.....	115
9.5. - Elección de alternativa.....	116

CAPTULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. – Conclusiones	117
----------------------------	-----

10.2. – Recomendaciones..... 119

CAPÍTULO XI

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.4.1. Mapa de la ciudad de Padcaya.....	6
Figura 2.3.1. Iglesia Pampulha de Sao Francisco de Assis (1943) de Oscar Niemeyer.	11
Figura 2.4.1. Pabellón de rayos cósmicos (1951), y experimento de cáscara de paraguas de Candela, Colin 1963.....	13
Figura 2.4.2. Hangar de aviones (1949) Limestone, Weingardt 2007, and the Marignane hangar (1952).....	14
Figura 2.4.3. Centro comercial Kaneohe (1957), Joedicke 1962.....	15
Figura 2.4.4. CN IT shell (1958) París de Nicol como Esquillan.....	16
Figura 2.4.5. La nueva instalación olímpica bajo el Palacio de Exposiciones de Turín (1961) de Nicolás Esquillan, Salardi 2006.....	17
Figura 2.4.6. El Bubble Shell estándar de 1950 de Bösiger Construction Company .	18
Figura 2.4.7. The Wyss Garden Center (1962) y Bellinzona Supermarket (1964) de Heinz Isler, Chilton 2000.....	18
Figura 2.5.1. El concepto de cúpula monolítica.....	22
Figura 2.5.2. The Baha'l House of Worship (1986) en Delhi por el arquitecto Fariburz Sahba y Abu Dhabi Conference Centre.	23
Figura 2.6.1. Diseño para el Museo Marítimo de Abu Dhabi por Tadao Ando y el diseño para el Centro de Aprendizaje EPFL en Lausana por SANAA.....	24
Figura 2.43. Diseños de Zaha Hadid para el Museo de Cerdeña en Cagliari y la Ópera de Dubái.....	25
Figura 4.1. Esfuerzos resultantes y componentes de carga en un elemento cáscara...	30
Figura 4.2. Momentos de pandeo para compensar los defectos del comportamiento de las membranas.....	30
Figura 4.3. deformación inter-extensional de una cáscara cilíndrica circular.....	31

Figura 4.4. a) Curvatura Gaussiana positiva, b) Curvatura Gaussiana negativa.....	32
Figura 4.5. Determinando la resultante de una fuerza R por punto considerando fuerzas a, b y c en orden cíclico.....	35
Figura 4.6. Solución gráfica de una cáscara de revolución. Haas 1962.....	36
Figura 4.7. La mas eficiente estructura de Michell para llevar cargas puntuales	38
Figura 4.8. Topología de un casquete esférico.....	40
Figura 4.9. Optimización de la forma de una cáscara con, a) la cáscara inicial, y b) la cáscara optimizada	41
Figura 4.4.1. Paraboloide Hiperbólico limitado a $a=2$ y $b=2$	45
Figura 4.4.2. Paraboloide Hiperbólico limitado a $a=3$ y $b=2$	46
Figura 4.4.3. Paraboloide Hiperbólico limitado a $a=2$ y $b=3$	47
Figura 4.4.4. Paraboloide Hiperbólico limitado a $a=3$ y $b=3$	48
Figura 4.4.5. Puntos conocidos en un Paraboloide Hiperbólico	49
Figura 4.4.6. Conformación de un Paraboloide Hiperbólico por traslación	51
Figura 4.4.7. Curvas parabólicas de un Paraboloide Hiperbólico.....	51
Figura 4.4.8. Arcos Parabólicos generados por traslación usados para la estructura de soporte.....	53
Figura 4.4.9. Planos directores paralelos	54
Figura 4.4.10. Conformación de los planos generadores.....	54
Figura 4.4.10. Traslación de la Generatriz por encima los planos directores.	55
Figura 4.4.11. Paraboloide Hiperbólico formado por un Paralelogramo Alabeado....	55
Figura 4.4.12. Parábolas principales formadas por cortes transversales.....	56
Figura 4.4.13. Generatriz generada por un corte longitudinal	57
Figura 4.4.14. Directriz generada por un corte longitudinal.....	57

Figura 4.4.15 Hipérbolas generadas por un corte plano sobre el centroide del Paraboloides.....	58
Figura 4.4.16 Hipérbolas generadas por un corte plano debajo del centroide del Paraboloides.....	59
Figura 4.5.1. Paraboloides Hiperbólicas reforzadas por medio de rectas paralelas	61
Figura 4.6.1. Relación entre la longitud y el espesor de un elemento de cáscara	63
Figura 4.9.1. Comportamiento de un aparo de elastómero (neopreno) compuesto ...	74
Figura 5.1.1. Deformaciones en la estructura (vista isométrica).....	79
Figura 5.1.2. Deformaciones en la estructura (Vista en planta).....	80
Figura 5.2.3. Deformaciones en el arco de borde	83
Figura 5.3.1. Tensiones apreciadas en un Elemento bidimensional	84
Figura 5.3.2. Posición de corte para análisis de sección de viga	87
Figura 5.3.3. Tensiones en una sección de viga.....	87
Figura 5.3.4. Idealización de un elemento para su análisis.....	89
Figura. 5.3.5. Cascarón Esférico	90
Figura 5.7.1. Sección reducida para análisis de cáscara	98
Figura 6.1.1. Deformaciones en la estructura (vista isométrica).....	101
Figura 6.1.2. Deformaciones en la estructura (vista en planta).....	102
Figura 6.2.3. Deformaciones en el arco de borde	104
Figura 6.3.1. Tensiones apreciadas en un elemento bidimensional	104
Figura 6.3.2. Posición de corte para el análisis de la sección de la viga.....	106
Figura 6.3.3. Tensiones en una sección de viga.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.6.1. (Analysis of Thin Concrete Shells Revisited, 2008)Dimensiones de Cáscaras conocidas en la actualidad:	62
Tabla 4.6.2. Espesor mínimo para losas.....	64
Tabla 4.6.3. Tipos de Cemento	65
Tabla 4.6.4. Dosificaciones del hormigón	66
Tabla 4.7.1. Resumen de Elementos Finitos	67
Tabla 4.9.1. - Recubrimientos Especificados del hormigón	73
Tabla 5.2.1. Deformaciones máximas.....	81
Tabla 5.2.2. Desplazamientos máximos vs admisibles	82
Tabla 5.5.1. Esfuerzos máximos en las cáscaras.....	95
Tabla 5.5.2. Esfuerzos máximos en las secciones.....	96
Tabla 5.6.1. Secciones de la cáscara	96
Tabla 5.6.2. Secciones de las barras.....	96
Tabla 5.7.1. Bases para el cálculo de Cuantías	97
Tabla 6.2.1. Deformaciones máximas y mínimas	103
Tabla 6.2.2. Desplazamientos máximos vs admisibles	103
Tabla 6.5.1. Esfuerzos máximos en las cáscaras.....	108
Tabla 6.5.2. Esfuerzos máximos en las secciones.....	108
Tabla 6.6.1. Secciones de la cáscara	108
Tabla 6.6.2. Secciones de las barras.....	109
Tabla 6.7.1. - Cuantía mínima de la alternativa	109
Tabla 7.3.1. Presupuesto General de obra.....	111
Tabla 8.3.1. Presupuesto General de obra.....	112

Tabla 9.1.1. Esfuerzos máximos en las cáscaras.....	113
Tabla 9.1.2. Esfuerzos máximos en los miembros.....	113
Tabla 9.2.1. Dimensiones de la superficie	114
Tabla 9.2.2. Dimensiones de los miembros	114
Tabla 9.3.1. Tabla comparativa entre ítems más relevantes	115