

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



**“INFLUENCIA DE LA TORSIÓN EN ESCALERAS HELICOIDALES
AUTOPORTANTES BIEMPOTRADAS”**

Por:

ADRIÁN VEGA GANDARILLAS

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para obtener el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre II- 2016

Tarija-Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DE LA TORSIÓN EN ESCALERAS HELICOIDALES
AUTOPORTANTES BIEMPOTRADAS”**

Elaborado por:

UNIV. ADRIÁN VEGA GANDARILLAS

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para obtener el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Gestión Académica Semestre II-2016

Tarija-Bolivia

Dedicado a:

Mis Padres Martha y Navor

Mis hermanos Gerardo y Moira

Agradecimiento:

A Dios, a mis padres y

A todos quienes me formaron.

ÍNDICE

1. EL OBJETO DE CONOCIMIENTO	1
1.1 El problema	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Planteamiento	1
1.1.3. Formulación	2
1.1.4. Sistematización	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3 Justificación	3
1.3.1. Teórica	4
1.3.2. Metodológica	4
1.3.3. Práctica	4
1.4 Marco de referencia	4
1.4.1. Conceptual	4
1.4.2. Espacial	5
1.4.3. Temporal	5
1.5 Alcance del estudio	5
1.5.1. Tipo de estudio	5
1.5.2. Hipótesis	5
1.5.3. Restricciones o limitaciones	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Diseño General	7
2.1.1. Objetivos del diseño	7
2.1.2. Caracterización de la escalera	7
2.1.3. Cargas en una escalera	9
2.1.4. Efectos (Torsores) debido a las cargas	9
2.2 Normas de Diseño	13
2.2.1. Normas para el diseño de escaleras	13
2.2.1.1. Dimensionamiento	13

2.2.1.1.1. Predimensionamiento de escalones	13
2.2.1.1.2. Predimensionamiento espesores de losa	14
2.2.1.2 Anchos mínimos	15
2.3 Ingeniería Básica del Proyecto	16
2.3.1. Cargas permanentes	16
2.3.1.1. Peso propio de la estructura	16
2.3.1.2. Acabado	16
2.3.2. Sobrecargas o Cargas vivas	17
2.3.3. Mayoración de cargas	17
2.4 Esfuerzos Torsores	18
2.4.1. Diseño por torsión	18
2.4.1.1. Diseño por torsión según ACI-318-05	18
2.4.1.2. Diseño por torsión según EHE-2008	18
2.4.2. Torsión crítica	22
2.5 Materiales	23
2.5.1. Hormigón	23
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	25
3.1 Metodología del Proyecto	25
3.1.1. Diseño geométrico de las escaleras	25
3.1.2. Cálculo de las escaleras	26
3.1.2.1. Definición de las cargas	26
3.1.2.2. Mayoración de las cargas	27
3.1.2.3. Definición de los apoyos	29
3.1.2.4. Definición de los materiales	29
3.1.2.5. Definición del espesor de la losa	30
3.1.3. Torsión crítica	32
3.2 Ejemplo de cálculo	34
3.3 Análisis Comparativo e interpretación	55
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
4.1 Comparación de cálculo entre método de Morgan y Sap2000	57
4.2 Comparación de cálculo entre método de Bergman y Sap2000	60

4.3 Comparación de Momentos torsores y su distribución	60
4.4 Comparación y análisis de momentos torsores en función al ámbito	61
4.5 Influencia de la torsión	67
4.6 Comentario del estudiante	74
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

1. Representación gráfica de las partes de una escalera	8
2. Ilustración orientativa del radio interno y externo	8
3. Ilustración de ángulo de desarrollo	9
4. Representación gráfica de un momento torsor	10
5. Ejemplo ilustrativo de una escalera helicoidal afectada por un momento torsor	10
6. Ejemplo de una placa delgada	11
7. Detalle de una escalera en elevación	14
8. Tabla de alturas o espesores mínimos en losas reforzadas	15
9. Ancho mínimo de una escalera	16
10. Flujo de cortante (Diseño a torsión)	18
11. Clasificación de hormigones	23
12. Escalera vista en planta	25
13. Tabla: Predimensionamiento de losas	30
14. Tabla: Calculo de torsión critica	32
15. Gráfica: Escalera #6	34
16. Tabla: Definición de cargas	36
17. Tabla: Combinación de cargas	37
18. Tabla: Propiedades de los materiales	38
19. Tabla: Propiedades de la sección	38
20. Gráfico de momentos 1.2. (SERVICIO)	39
21. Gráfico de momentos 1.2. (ÚLTIMA)	39
22. Tabla: Comparación de momentos torsores y torsión critica (Escalera #6)	40
23. Tabla: Comparación de momentos torsores (Escalera #6)(Método Morgan)	44
24. Gráfica de torsión en función al ángulo de rotación (Morgan)	45
25. Tabla: Comparación de momentos torsores y torsión critica (Escalera #6)(Método Morgan)	46
26. Gráfica de torsión en función al ángulo de rotación (Bergman)	50
27. Comparación de cálculo entre método de Morgan y Sap2000	58
28. Gráfica de torsión en función al ángulo de rotación por los tres métodos	60
29. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=50\text{cm}$)	61

30. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=50\text{cm}$)	62
31. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=60\text{cm}$)	62
32. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=60\text{cm}$)	63
33. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=70\text{cm}$)	63
34. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=70\text{cm}$)	64
35. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=80\text{cm}$)	64
36. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=80\text{cm}$)	65
37. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=90\text{cm}$)	65
38. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=90\text{cm}$)	66
39. Gráficos de torsión vs. Ámbito ($R_i=100\text{cm}$)	66
40. Gráfico de tendencia de la torsión ($R_i=100\text{cm}$)	67
41. Tabla: Torsión media de las escaleras	68
42. Grafica de áreas de distribución de refuerzos a torsión	68
43. Esquema de distribución de armadura en una escalera	73
44. Tabla: Ecuaciones de tendencia de la torsión	74