

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA

Profesores Patrocinantes:

Dr. Emilio Dufeu D.

Dr. Cristian Canales C.

Ingeniero Supervisor

Dr. Edward Fuentealba V.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS BIFACIALES

Erik Mella Cuitiño

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de
Ingeniero Civil Mecánico

Enero - 2019

RESUMEN

Hoy en día, las energías renovables se han vuelto un tema de interés mundial debido a los fenómenos de calentamiento global, por lo que en las últimas décadas han tenido un crecimiento mayor en relación a las energías convencionales. En Chile, en diciembre del 2015 a través de un proceso participativo se construyó lo que se conoce como la Política Energética de Chile, cuyo objetivo es que la energía sea sostenible, confiable y competitiva para el 2050. Dentro de esto, se han ido buscando las maneras de disminuir los costos de producción de energías renovables, tales como eólica, solar, entre otras. Dentro de las líneas de investigación llevadas a cabo en Chile, Atacama Module and System Technology Center (AtaMoSTeC) comenzó su ejecución en diciembre del 2017, con el objetivo de disminuir el costo de producción de energía. Para ello, este consorcio busca obtener datos relacionados a la captación de energía solar a través de módulos fotovoltaicos para distintas estructuras soportantes, con el fin de tener una comparación entre ellos. Dentro de esto, surge el tema de la presente memoria, la que consiste en diseñar una estructura soportante de seguimiento de un eje (Este-Oeste) para módulos fotovoltaicos bifaciales.

Para lograr esto, se tiene como objetivo principal diseñar, simular y analizar la estructura de seguimiento y soporte para módulos fotovoltaicos bifaciales de la Universidad de Antofagasta. Dentro de esto se deben cumplir una serie de objetivos específicos como: identificar condiciones ambientales y de diseño para la estructura, diseñar estructura de soporte y seguimiento de módulos fotovoltaicos bifaciales y simular a través de elementos finitos dicha estructura.

La metodología para desarrollar esta memoria de título consiste en realizar una revisión bibliográfica, hacer un levantamiento de información relacionada con las condiciones climáticas del lugar, diseñar una estructura de seguimiento y verificar su integridad estructural utilizando el método de elementos finitos.

Con las condiciones de diseño se obtienen las dimensiones mínimas de los perfiles de la estructura. Cabe señalar que para el desarrollo de esta memoria de título se considera una estructura de seguimiento de un eje simplificada que soporta 4 módulos fotovoltaicos bifaciales, dos módulos “Frameless Bifacial Dual Glass PV Modules” de *Adani* y dos módulos “LR6-72BP” de *LONGI Solar*. Dicha estructura se considera que está hecha de acero galvanizado ASTM A36 / NCh203 A240 ES el cual es apto para soportar condiciones de erosión y corrosión.

De los resultados obtenidos podemos afirmar que la estructura soporta las cargas de diseño y que esta tiene un factor de seguridad para la fluencia de 2.7. Además, el máximo esfuerzo se produce cuando la estructura se encuentra en la posición de 60° respecto de la horizontal y es de 89 [MPa]. Por otra parte, se destaca que este proyecto es de fácil montaje y traslado, debido a que la estructura se conecta a través de pernos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ÍNDICE DE CONTENIDO	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
NOMENCLATURA	vii
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1. Contextualización del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodología.....	2
1.4. Alcances	3
CAPÍTULO 2	4
2. Estado del arte	4
2.1. Módulos fotovoltaicos	4
2.2. Tipos de estructuras	5
2.3. Caracterización de solicitaciones	14
CAPÍTULO 3	18
3. Diseño	18
3.1. Condiciones de diseño.....	18
3.2. Diseño preliminar de la estructura.....	23
CAPÍTULO 4	27
4. Simulación	27
4.1. Discretización.....	27
4.2. Análisis estático estructural.....	30
4.3. Análisis de pandeo.....	34
4.4. Análisis modal.....	34

CAPÍTULO 5	35
5. Resultados y discusión	35
5.1. Static Structural: Estructura completa	35
5.2. Static Structural: Marco y eje.	38
5.3. Static Structural: Soporte.....	40
5.4. Static Structural: Columnas	41
5.5. Eigenvalue Buckling	42
5.6. Modal.....	43
CAPÍTULO 6	46
Conclusiones	46
6.1. Futuros trabajos	46
Referencias	47
Bibliografía	48
ANEXO.....	49
A. Anexo A: Cálculo de carga por viento	49
A.1. Norma NCh432	49
A.2. Documento Básico SE-AE	56
B. Anexo B: Cálculo de carga por nieve.....	60
B.1. Norma NCh431	60
B.2. Documento Básico SE-AE	61
C. Anexo C: Ficha técnica de módulos fotovoltaicos bifaciales.....	63
D. Anexo D: Dimensiones de la estructura.....	67