

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**VALPARAISO- CHILE**

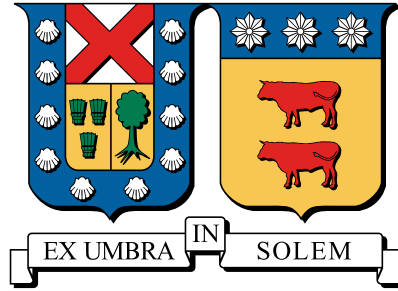
**“SISTEMA DE PREDICCIÓN EÓLICA DE ALTA  
RESOLUCIÓN A CORTO PLAZO PARA CASOS  
REALES EN TERRENO COMPLEJO MEDIANTE  
ACOPLAMIENTO MESO-MICROESCALA,  
SIMULACIÓN DE GRANDES VÓRTICES Y  
ASIMILACIÓN DE DATOS”**

**Pablo Andrés Cárdenas Zamorano**

Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mecánica

Julio - 2018





**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECÁNICA**  
**VALPARAISO- CHILE**

**“SISTEMA DE PREDICCIÓN EÓLICA DE ALTA RESOLUCIÓN A CORTO  
PLAZO PARA CASOS REALES EN TERRENO COMPLEJO MEDIANTE  
ACOPLAMIENTOS MESO-MICROESCALA, SIMULACIÓN DE GRANDES  
VÓRTICES Y ASIMILACIÓN DE DATOS”**

**PABLO ANDRÉS CÁRDENAS ZAMORANO**

Tesis de grado para optar al grado de:  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mecánica  
y al título de:  
Ingeniero Civil Mecánico

Profesor Guía: Dr. Ing. Alex Flores

Profesor Correferente: Phd. Carlos Rosales

Profesor Correferente externo: Dr. XXXXX XXXXXXXXXXXX

Julio - 2018



TITULO DE LA TESIS:

**“SISTEMA DE PREDICCIÓN EÓLICA DE ALTA RESOLUCIÓN A CORTO PLAZO  
PARA CASOS REALES EN TERRENO COMPLEJO MEDIANTE ACOPLAMIENTO  
MESO-MICROESCALA, SIMULACIÓN DE GRANDES VÓRTICES Y ASIMILACIÓN  
DE DATOS”**

AUTOR:

**Pablo Andrés Cárdenas Zamorano**

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Dr. Ing. Alex Flores .....

Phd. Carlos Rosales .....

Dr. XXXXX XXXXXXXXXX .....

VALPARAISO, CHILE- 2018

*The more we learn about the world, and the deeper our learning, the more conscious, specific, and articulate will be our knowledge of what we do not know, our knowledge of our ignorance. For this, indeed, is the main source of our ignorance — the fact that our knowledge can be only finite, while our ignorance must necessarily be infinite*

*Karl Popper*

---

# Agradecimientos

Quiero agradecer enormemente a todas las personas que fueron parte de este largo proceso de tesis y en general a todas aquellas que me influenciaron directa e indirectamente a lo largo de mi vida. Sus influencias se manifiestan en mayor o menor medida en cada una de los parrafos de este trabajo.

Especialmente quiero agradecer a mis grandes amigos Laura, Sebastián y Pablo por todos los buenos momentos compartidos dentro de la universidad, por hacer de esta, una etapa inolvidable dentro de mi vida y por permitirnos el cuestionamiento constante de nuestras conductas, logrando así la mejora continúa de nosotros mismos como persona con el fin de alcanzar en el futuro una sociedad mas igualitaria, solidaria y libre.

Evidentemente, también agradecer a mi madre, a mi padre, por fomentarme desde niño una curiosidad permanente a los fenómenos que me rodean, a mis hermanos Iván y Raúl, y a Fabián los cuales fueron testigos y soportaron mis excentricidades viviendo bajo el mismo techo y fueron también conejillos de india de mis innumerables experimentos culinarios y también a mis pequeñas medias hermanas Amaya y Maite.

Quiero agradecer a todas las personas que tuve el privilegio de conocer y compartir dentro de la universidad en diversos contextos y que fomentaron mi desarrollo como profesional integral. A mis compañeros y compañeras de carrera, a mis amigos y amigas con las que participé dentro de la política universitaria, a la vocalía de género, a las grandes personas con la que conformamos el Centro de Alumnos de Mecánica 2015, a mis compañeros de banda, al Club de Música UTFSM, a los voluntarios y voluntarias del taller de robótica y a todas aquellas personas que hacían que el día a día dentro de esta universidad fuera menos monótono y mas liberador.

Del mismo modo, quiero dar agradecimientos especiales a mis profesores de mecánica de fluidos y turbulencia, profesor Alex Flores, Carlos Rosales y Romain Gers, por la paciencia y por permitirme recibir el conjunto de conocimientos que, por una parte forman el núcleo en el que se sustenta esta tesis y que, por otra, me permitieron descubrir la belleza, los desafíos y los misterios de esta área.

Finalmente agradecer a la universidad y a la Dirección de Posgrado y Programas por

la preocupación constante y el financiamiento que permitieron mi mantención a través de este trabajo.





---

# **Abstract**



---

# Resumen



---

# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>10</b>
<b>Resumen</b>	<b>12</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>17</b>
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>18</b>
<b>3. Marco Teórico</b>	<b>19</b>
<b>4. Weather Research and Forecast (WRF)</b>	<b>20</b>
<b>5. Metodología</b>	<b>21</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>22</b>
<b>7. Conclusiones</b>	<b>23</b>
<b>A. Incorporación de Bases de Datos de Alta Resolución</b>	<b>24</b>

---

## Índice de figuras

---

## **Índice de cuadros**



---

# **Capítulo 1**

## **Introducción**

---

## **Capítulo 2**

### **Estado del Arte**

---

## **Capítulo 3**

### **Marco Teórico**

---

## **Capítulo 4**

### **Weather Research and Forecast (WRF)**

---

## **Capítulo 5**

### **Metodología**

---

## **Capítulo 6**

### **Resultados**

---

## **Capítulo 7**

### **Conclusiones**

---

## **Apéndice A**

### **Incorporación de Bases de Datos de Alta Resolución**