

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.1.1. Geografía física de Coyhaique | 3 |
| 1.1.2. Gran escala asociada a altas concentraciones de material particulado | 4 |
| 1.1.3. Material particulado fino: fuentes, transformaciones e impactos | 11 |
| 1.1.4. Emisiones de $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 15 |
| 1.1.5. Mediciones de la calidad del aire en Coyhaique | 17 |
| 1.2. Motivación | 18 |
| 1.3. Objetivos | 19 |
| 1.3.1. Objetivos específicos | 19 |
| 2. Metodología y datos empleados | 20 |
| 2.1. Datos empleados | 20 |
| 2.2. Reconstrucción de la serie diaria de $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 22 |
| 2.3. Identificación función de probabilidad de $MP_{2,5}$ | 23 |
| 2.4. Metodología para la identificación de los patrones sinópticos | 23 |
| 2.5. Selección de eventos diarios de contaminación por $MP_{2,5}$ | 24 |
| 2.6. Estimación de episodio de emergencia por $MP_{2,5}$ | 25 |
| 2.6.1. Identificación de patrones sinópticos | 26 |
| 2.6.2. Análisis de las variables meteorológicas locales | 28 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.6.3. | Análisis de las variables meteorológicas locales durante días de episodio | 28 |
| 3. | Caracterización del material particulado fino en Coyhaique | 30 |
| 3.1. | Ciclo estacional material particulado fino | 32 |
| 3.2. | Ciclo diario de material particulado fino | 34 |
| 3.3. | Variabilidad interanual de las concentraciones de material particulado fino . | 36 |
| 3.4. | Comportamiento entre estaciones de monitoreo. | 38 |
| 3.4.1. | Función de probabilidad del $MP_{2,5}$ | 38 |
| 3.4.2. | Covariación y correlación del $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 39 |
| 4. | Eventos diarios y episodios de alta concentración de $MP_{2,5}$ | 41 |
| 4.1. | Análisis de datos de $MP_{2,5}$ | 41 |
| 4.2. | Caracterización de los eventos diarios de $MP_{2,5}$ | 44 |
| 4.3. | Probabilidad de excedencia de la norma diaria de $MP_{2,5}$ | 47 |
| 4.4. | Clasificación de los episodios de contaminación | 47 |
| 5. | Condiciones atmosféricas asociadas a la escala sinóptica que modulan los episodios con nivel de emergencia de $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 51 |
| 5.1. | Altura Geopotencial (<i>hgt</i>) durante los episodios de $MP_{2,5}$ | 51 |
| 5.2. | Omega (ω) durante los episodios de $MP_{2,5}$ | 55 |
| 5.3. | Viento zonal (<i>u</i>) durante los episodios de $MP_{2,5}$ | 58 |
| 5.4. | Viento meridional (<i>v</i>) durante los episodios de $MP_{2,5}$ | 61 |
| 5.5. | Campo de temperatura (<i>T</i>) durante episodios de emergencia por $MP_{2,5}$. . . | 64 |
| 5.6. | Cobertura nubosa durante los episodios de $MP_{2,5}$ | 68 |
| 5.7. | Comparación de los episodios de emergencia por $MP_{2,5}$ de distinta duración . | 70 |
| 6. | Meteorología a una escala local durante episodios con nivel de emergencia por $MP_{2,5}$ | 77 |
| 6.1. | Descripción de las variables meteorológicas superficiales | 77 |

| | |
|--|------------|
| 6.2. Meteorología local y los episodios de emergencia | 80 |
| 6.3. Relación escala local y la sinóptica durante episodios de emergencia de MP _{2,5} | 84 |
| 7. Análisis de un episodio de contaminación de MP_{2,5} en la ciudad de Coyhaique | 87 |
| 7.1. Escenario meteorológico a escala sinóptica | 87 |
| 7.2. Variables meteorológicas superficiales medidas en Coyhaique | 94 |
| 7.3. Nubosidad a partir de datos satelitales | 96 |
| 7.4. Datos de radiosonda para el episodio de emergencia por MP _{2,5} | 97 |
| 8. Discusión y conclusiones | 100 |
| 9. Bibliografía | 105 |
| 10. Anexos | 120 |
| 10.1. Demografía y actividad económica de la ciudad de Coyhaique | 120 |
| 10.2. Marco jurídico y administrativo de la zona de estudio | 122 |
| 10.3. Filtrado de datos de material particulado | 123 |
| 10.3.1. Inspección visual | 125 |
| 10.3.2. Eliminación de datos no validados | 126 |
| 10.3.3. Límite de detección | 126 |
| 10.3.4. Restricción física | 126 |
| 10.3.5. Resumen | 126 |
| 10.4. Tablas variables meteorológicas medidas en la red SINCA | 131 |
| 10.5. Gráfica material particulado en Coyhaique | 134 |
| 10.6. Resumen estadístico de las concentraciones de MP _{2,5} de la red SINCA | 134 |
| 10.7. Modelo para la determinación de las concentraciones de MP _{2,5} | 136 |
| 10.7.1. Determinación de las emisiones | 136 |
| 10.7.2. Determinación de altura mezcla | 138 |

| | |
|--|-----|
| 10.7.3. Ajuste del modelo y resultados | 140 |
| 10.8. Modelo de dispersión y variables meteorológicas locales | 142 |
| 10.8.1. Análisis de tendencia de $MP_{2,5}$ medidos y modelado | 142 |
| 10.9. Concentraciones de $MP_{2,5}$ en un Escenario de Cambio Climático | 146 |
| 10.10 Discusión del modelo de $MP_{2,5}$ | 147 |
| 10.11 Test de funciones de distribución de probabilidad para las concentraciones de $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 148 |
| 10.12 Cambios y proyecciones de $MP_{2,5}$ en Coyhaique | 150 |
| 10.13 Climatologías de Campos Meteorológicos NCEP-NCAR | 150 |
| 10.14 Gráficos tipo caja y violín | 159 |