

# **INFORME DE RESULTADOS**

**MCA022-A1-16**

**MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LAS EMISIONES  
ATMOSFÉRICAS PROVENIENTES DEL  
AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ, AÑO 2015**

Preparado por:

*Algoritmos* →



ISO 9001:2008  
Monitoreo, medición y análisis calidad del  
aire: modelación atmosférica,  
hidrodinámica, y meteorología; muestreo,  
medición y análisis en laboratorio de  
aguas y suelos;  
monitoreo y medición de fuentes fijas, ruido y vibraciones; suministro y  
validación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS)

Para:



**Octubre, 2016**

## INFORME DE RESULTADOS

**MCA022-16**

### MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS PROVENIENTES DEL AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ, AÑO 2015

Preparado para:



Versión del Documento				C-4	
Responsable Elaboración		Responsable Revisión		Responsable Aprobación	
Nombre:	Sebastián Díaz M. Nicolás Escárate R.	Nombre:	Evelyn Antifir	Nombre:	Daniela Arias Hugo Luarte
Cargo:	Ingeniero de Proyecto	Cargo:	Jefe Área de Modelación	Cargo:	DGAC
Fecha:	19-10-2016	Fecha:	19-10-2016	Fecha:	19-10-2016
Firma:		Firma:		Firma:	

**Octubre, 2016**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	1
2	Marco Legal .....	3
3	Situación Actual de Calidad del Aire en Aeropuerto AMB .....	4
4	Meteorología de la Zona de Estudio.....	8
4.1	Análisis WRF Estación EAMB-01 .....	9
4.1.1	Serie de tiempo .....	9
4.2	Rosa de Vientos.....	10
4.3	Ciclo Diario .....	13
4.4	Ciclo estacional.....	14
4.5	Análisis Punto Pudahuel .....	15
4.5.1	Serie de tiempo .....	15
4.5.2	Rosa de Vientos.....	16
4.5.1	Ciclo diario.....	19
4.6	Ciclo estacional.....	20
5	Fuentes Emisoras Consideradas en la Modelación.....	21
6	Descripción Modelos Utilizados en el Estudio .....	23
6.1	Modelo CALPUFF .....	23
6.1.1	Base Teórica .....	23
6.1.2	Sistema de Modelación WRF - CALPUFF .....	23
6.1.3	Variables de Entrada al Sistema de Modelación.....	24
7	Resultados de la Modelación.....	28
7.1	Campos de Viento.....	28
7.2	Aportes Obtenidos en la Modelación CALPUFF.....	33
7.3	Comparación Situación Actual v/s Aportes Modelación .....	34
7.4	Mapas de Isoconcentraciones .....	36
8	Conclusiones .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1	Coordenadas Vértices del Área de Modelación .....	1
Tabla Nº 2	Normas de Calidad del Aire Consideradas en el Estudio .....	3
Tabla Nº 3	Situación Actual de Calidad del Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).....	5
Tabla Nº 4	Porcentaje de Cumplimiento de la Situación Actual Respecto a Normativa Ambiental Vigente.....	6
Tabla Nº 7	Tasas de Emisión Total Aeropuerto AMB, Año 2015 .....	22
Tabla Nº 8	Características del Uso de Suelo .....	25
Tabla Nº 9	Localización Puntos Discretos o de interés.....	26
Tabla Nº 10	Aportes en Puntos de Interés ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	33
Tabla Nº 11	Aportes Modelación CALPUFF, Valor Promedio Hidrocarburos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	34
Tabla Nº 12	Situación Actual (Línea Base) v/s Aportes en Puntos de Interés Estación Aeropuerto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).....	35
Tabla Nº 13	Situación Actual (Línea Base) v/s Aportes en Puntos de Interés Estación Pudahuel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1	Área de Modelación Aeropuerto AMB .....	2
Figura Nº 2	Ubicación de Estaciones de Monitoreo Calidad del Aire .....	7
Figura Nº 3	Serie temporal horaria velocidad del viento – WRF Estación AMB01 Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	9
Figura Nº 4	Serie temporal horaria dirección del viento – WRF Estación AMB01 Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	10
Figura Nº 5	Rosas de Viento Ciclo Completo – WRF Estación AMB01 Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	11
Figura Nº 6	Variabilidad temporal del viento – WRF Estación EAMB-01 .....	12
Figura Nº 7	Ciclo diario de la velocidad y dirección del viento–WRF Estación EAMB-01... ..	13
Figura Nº 8	Ciclo estacional del viento - WRF Estación EAMB-01 Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	14
Figura Nº 9	Serie temporal horaria velocidad del viento - WRF Estación Pudahuel Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015 .....	15
Figura Nº 10	Serie temporal horaria dirección del viento - WRF Estación Pudahuel Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015 .....	16
Figura Nº 11	Rosas de Viento Ciclo Completo – WRF Estación Pudahuel Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	17
Figura Nº 12	Variabilidad temporal del viento – WRF Estación EAMB-01 .....	18
Figura Nº 13	Ciclo diario de la velocidad y dirección del viento–WRF Estación Pudahuel. ..	19
Figura Nº 14	Ciclo estacional del viento – WRF Estación Pudahuel Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015.....	20
Figura Nº 15	Usos de Suelo. ....	26
Figura Nº 16	Topografía del área de modelación.....	27
Figura Nº 17	Campos de viento a las 00:00 horas.....	29
Figura Nº 18	Campos de viento a las 06:00 horas.....	30
Figura Nº 19	Campos de viento a las 12:00 horas.....	31
Figura Nº 20	Campos de viento a las 18:00 horas.....	32
Figura Nº 19	Percentil 98 Promedio Diario de MP10.....	37
Figura Nº 20	Promedio del Período de MP10.....	38
Figura Nº 21	Percentil 98 Promedio Diario de MP2,5.....	39
Figura Nº 22	Promedio del Período de MP2,5.....	40
Figura Nº 23	Percentil 99 Promedio Diario de SO2 .....	41
Figura Nº 24	Percentil 99,7 Promedio Diario de SO2 .....	42
Figura Nº 25	Percentil 99,73 Promedio Diario de SO2.....	43
Figura Nº 26	Promedio del Período de SO2 .....	44

---

Figura N° 27 Percentil 99 Máximo Horario de NO2 .....	45
Figura N° 28 Promedio del Período de NO2 .....	46
Figura N° 29 Percentil 99 Máximo Horario de CO .....	47
Figura N° 30 Percentil 99 Máximo 8 Horas de CO.....	48

## 1 Introducción

El presente documento da cuenta de los resultados obtenidos en la modelación de la dispersión atmosférica de las concentraciones de material particulado y gases provenientes de las actividades de operación realizadas en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (en adelante, Aeropuerto AMB) durante el año 2015 y de fuentes externas, correspondientes a quemas de residuos y extracción de pumicita.

El área de influencia considerada en la modelación correspondió a una zona rectangular de 45 x 45 Km<sup>2</sup>. ubicada en la Comuna de Pudahuel, Región Metropolitana, en cuyo interior se encuentra ubicado el sitio de emplazamiento del Aeropuerto AMB, tal como se presenta en la Figura N° 1.

La Tabla N° 1 muestra las coordenadas de los vértices del área de modelación, las cuales se encuentran en Datum WGS-84.

**Tabla N° 1**  
**Coordenadas Vértices del Área de Modelación**

Vértice	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
Noreste	6.326.597,32	355.808,10
Noroeste	6.325.824,13	310.714,51
Suroeste	6.280.936,50	311.487,89
Sureste	6.281.717,93	356.582,18

Fuente: Algoritmos, 2016.

La simulación de los contaminantes asociados a las actividades tanto internas como externas del Aeropuerto AMB, fueron modelados según requerimiento de la "Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA, 2012" Servicio de Evaluación Ambiental, mediante la aplicación del sistema de modelación atmosférica CALPUFF definido por la agencia EPA como sistema de referencia para simular la dispersión de contaminantes provenientes de complejos industriales ubicados en terreno complejo.

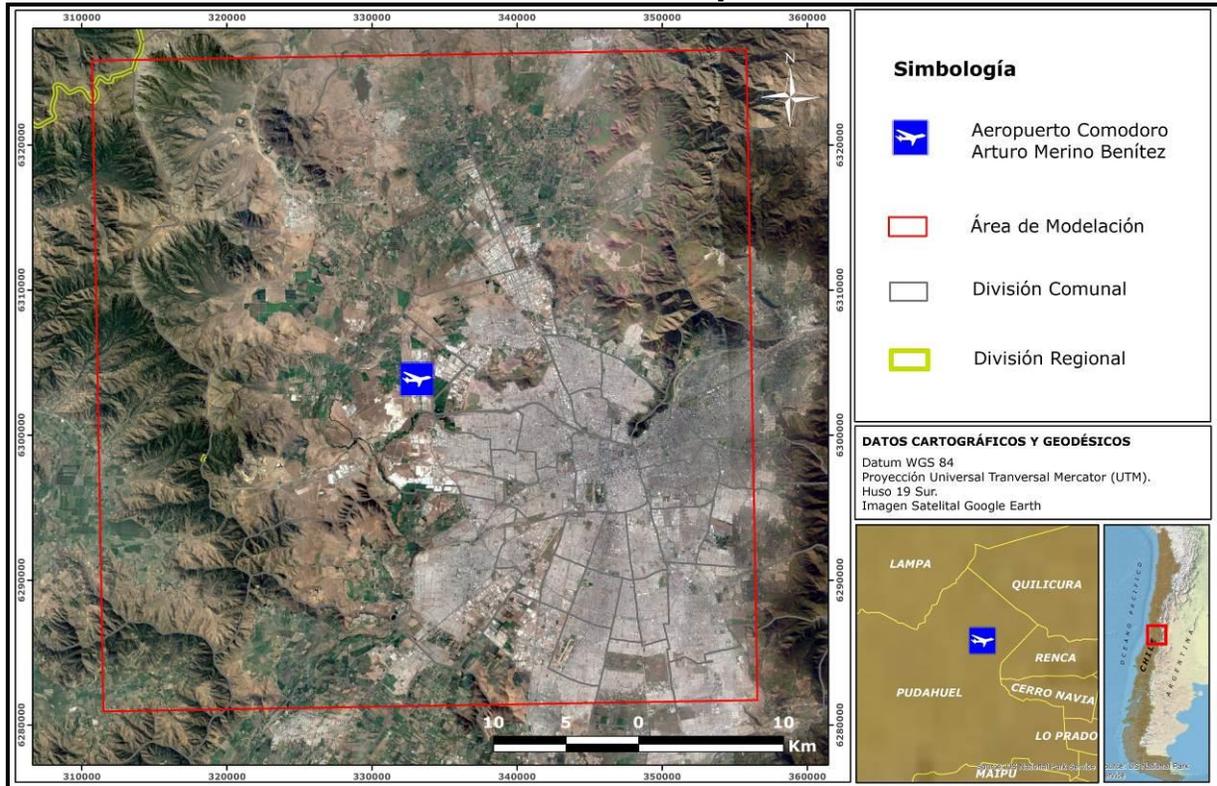
La meteorología utilizada en la modelación, correspondió a la obtenida por medio del modelo meteorológico de pronóstico Weather Research and Forecasting Model (WRF), la cual es utilizada como entrada para el modelo de dispersión CALPUFF, dicha información es referente al entorno del proyecto y corresponde al período comprendido entre el 1 de Enero de 2015 y el 31 de Diciembre de 2015

Al interior del área de influencia se considera que se producirán las máximas concentraciones de material particulado y gases, producto de las emisiones

provenientes de las actividades a realizar en el interior y exterior del Aeropuerto AMB.

Los resultados obtenidos en las modelaciones son presentados a través de Tablas y Mapas de Isolíneas, indicando así la distribución espacial de los impactos de los contaminantes generados en el área de modelación.

**Figura N° 1**  
**Área de Modelación Aeropuerto AMB**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 2 Marco Legal

Para evaluar el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, se consideraron las normas primarias y secundarias de calidad del aire definidas en la legislación chilena.

La siguiente Tabla presenta los valores límites establecidos por estadístico para cada contaminante evaluado.

**Tabla N° 2**  
**Normas de Calidad del Aire Consideradas en el Estudio**

Parámetro	Tipo de Norma	Estadístico	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Referencia
SO <sub>2</sub>	Primaria	Promedio Anual	80	D.S. 113/02 MINSEGPRES
		Percentil 99 Promedio Diario	250	D.S. 113/02 MINSEGPRES
	Secundaria	Promedio Anual	80	D.S. 22/10 MINSEGPRES
		Percentil 99,7 Promedio Diario	365	D.S. 22/10 MINSEGPRES
		Percentil 99,73 Máx. Horario	1.000	D.S. 22/10 MINSEGPRES
NO <sub>2</sub>	Primaria	Promedio Anual	100	D.S. 114/02 MINSEGPRES
		Percentil 99 Máx. Horario	400	D.S. 114/02 MINSEGPRES
CO	Primaria	Percentil 99 Máx. 8 hrs.	10.000	D.S. 115/02 MINSEGPRES
		Percentil 99 Máx. Horario	30.000	D.S. 115/02 MINSEGPRES
MP <sub>10</sub>	Primaria	Percentil 98 Promedio Diario	150	D.S. 20/13 MMA
MP <sub>2,5</sub>	Primaria	Promedio Anual	20	D.S. 12/11 MMA
		Percentil 98 Promedio Diario	50	D.S. 12/11 MMA

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

### **3 Situación Actual de Calidad del Aire en Aeropuerto AMB**

Para caracterizar la situación actual de calidad del aire imperante en el área de influencia de las fuentes emisoras, se consideró las mediciones de material particulado  $MP_{10}$  y  $MP_{2,5}$ , de gases CO y  $NO_2$  realizadas durante el año 2015 en las estaciones EAMB01 y Pudahuel, esta última calificada como estación de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP).

Los datos de la Estación Pudahuel corresponden a los extraídos del Servicio de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Los datos de la Estación EAMB01 corresponden a los registrados en la misma, ubicada en el Aeropuerto.

No obstante lo anterior, no existe monitoreo de  $SO_2$  para el año 2015 en la Estación Pudahuel, por lo tanto se ha considerado como referencia los valores horarios registrados de la base de datos, solicitada al Ministerio de Medio Ambiente, mediante la Solicitud Pública N° 27.782 a la Oficina de Transparencia y Participación ciudadana, la cual se encuentra disponible solo entre los años 2006, 2007 y 2008.

Cabe destacar que para la Estación AMB no se indica registros de  $SO_2$  porque no se monitorea esta variable, según lo establecido por la RCA 410/2003.

La Tabla N° 3 muestra un resumen de las concentraciones monitoreadas en cada estación. Cabe destacar que se define como situación actual a la línea de base de contaminantes del año 2015.

**Tabla N° 3**  
**Situación Actual de Calidad del Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )**

Parámetro	Estadístico	Puntos de Interés		Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Estación EAMB01	Estación Pudahuel	
SO <sub>2</sub>	Percentil 99,73 valores horarios	--	45	<b>1000</b>
	Percentil 99,7 promedios diarios	--	25	<b>365</b>
	Percentil 99 promedios diarios	--	27	<b>250</b>
	Promedio Periodo	--	10	<b>80</b>
NO <sub>2</sub>	Percentil 99 valores máximos horarios	88	158	<b>400</b>
	Promedio Periodo	24	38	<b>100</b>
CO	Percentil 99 valores máximos horarios	2176	8535	<b>30000</b>
	Percentil 99 valores máximos 8 horas	1145	6238	<b>10000</b>
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 promedio diario	153	187	<b>150</b>
	Promedio periodo	53	75	<b>50</b>
MP <sub>2,5</sub>	Percentil 98 promedio diario	74	106	<b>50</b>
	Promedio Periodo	22	34	<b>20</b>

Fuente: Algoritmos, 2016.

La siguiente Tabla, presenta el porcentaje de los valores de concentración medidos de la situación actual respecto de la normativa ambiental vigente.

**Tabla N° 4**  
**Porcentaje de Cumplimiento de la Situación Actual**  
**Respecto a Normativa Ambiental Vigente**

Parámetro	Estadístico	Puntos de Interés		Norma (µg/m <sup>3</sup> )
		Estación EAMB01	Estación Pudahuel	
SO <sub>2</sub>	Percentil 99,73 valores horarios	--	5%	<b>1000</b>
	Percentil 99,7 promedios diarios	--	7%	<b>365</b>
	Percentil 99 promedios diarios	--	11%	<b>250</b>
	Promedio Periodo	--	13%	<b>80</b>
NO <sub>2</sub>	Percentil 99 valores máximos horarios	22%	40%	<b>400</b>
	Promedio Periodo	24%	38%	<b>100</b>
CO	Percentil 99 valores máximos horarios	7%	28%	<b>30000</b>
	Percentil 99 valores máximos 8 horas	11%	62%	<b>10000</b>
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 promedio diario	102%	125%	<b>150</b>
	Promedio periodo	105%	149%	<b>50</b>
MP <sub>2,5</sub>	Percentil 98 promedio diario	148%	212%	<b>50</b>
	Promedio Periodo	112%	170%	<b>20</b>

Fuente: Algoritmos, 2016.

De la tabla anterior, se puede indicar que los gases contaminantes se mantienen bajo el límite permitido por la normativa, a excepción del material particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>.

Para determinar el nivel alcanzado de la normativa en la Estación AMB se consideró para cada contaminante lo monitoreado el año 2015.

En la Figura N° 2 se muestra la ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire.

**Figura N° 2**  
**Ubicación de Estaciones de Monitoreo Calidad del Aire**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 4 Meteorología de la Zona de Estudio

Las variables meteorológicas de mayor incidencia en la dispersión de las emisiones atmosféricas generadas por el Proyecto, fueron obtenidas por medio del modelo meteorológico de pronóstico Weather Research and Forecasting Model (WRF).

Este modelo es recomendado por la "*Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA*", para la generación de datos meteorológicos, ya que, según indica, es uno de los modelos meteorológicos de pronóstico más avanzados y completos, siendo empleado en la mayoría de los proyectos relacionados con modelación atmosférica encargados por organismos estatales como el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la ex Comisión Nacional de Energía (CNE) (ahora Ministerio de Energía).

El WRF es un sistema de predicción numérico de meso escala no hidrostático (considera los movimientos verticales), usado con fines de pronóstico operacional y en investigación de la atmósfera. Los principales componentes de este modelo son las fuentes externas de datos, como son los datos de entrada y la información geográfica, el sistema de pre-procesamiento, el modelo WRF-ARW y los sistemas de post-procesamiento.

Las fuentes externas de datos contienen información necesaria para inicializar WRF. Éstos corresponden a las observaciones convencionales o satélites de la atmósfera. De estos datos se obtienen las condiciones iniciales y de borde para las simulaciones del WRF. También es necesario entregarle datos sobre el terreno que contengan información sobre la orografía, uso de suelo, relieve y vegetación, entre otros.

Para generar la modelación meteorológica, se utilizan tres dominios anidados de 25, 5 y 1 kilómetros respectivamente, centrados en el Proyecto para un año calendario (2015) y resolución horaria. La información del dominio con mayor resolución (1 km) es utilizado como dato de entrada para el modelo de dispersión CALPUFF.

A continuación se realiza un análisis de la data meteorológica pronosticada de superficie (modelo WRF) en la coordenada de localización del aeropuerto EAMB-01, con resolución horaria para los parámetros de velocidad y dirección de viento.

En las siguientes secciones se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de la velocidad y dirección del viento, ya que estos parámetros influyen directamente en el fenómeno de dispersión de contaminantes.

## 4.1 Análisis WRF Estación EAMB-01

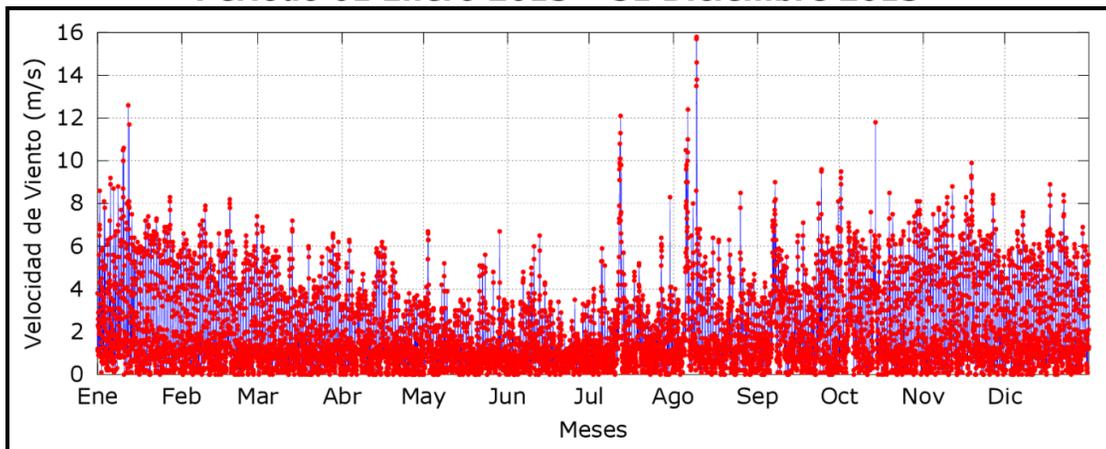
Para el análisis de las variables meteorológicas expuestas a continuación se consideró como punto de referencia la ubicación de la Estación Aeropuerto (EAMB-01) en la modelación CALPUFF, localización geográfica desde donde se extrajeron los datos requeridos

### 4.1.1 Serie de tiempo

Al observar las series de tiempo de velocidad y dirección de viento, de la estación EAMB-01 (Figura N° 3 y Figura N° 4) no se evidencia falta de datos. En términos de variabilidad se observa un ciclo estacional, con la mayor dispersión entre Septiembre y Abril, con valores que varían entre 0,5 y 6 m/s. Los meses restante, la variabilidad de la velocidad del viento se concentra entre 0,5 y 4 m/s.

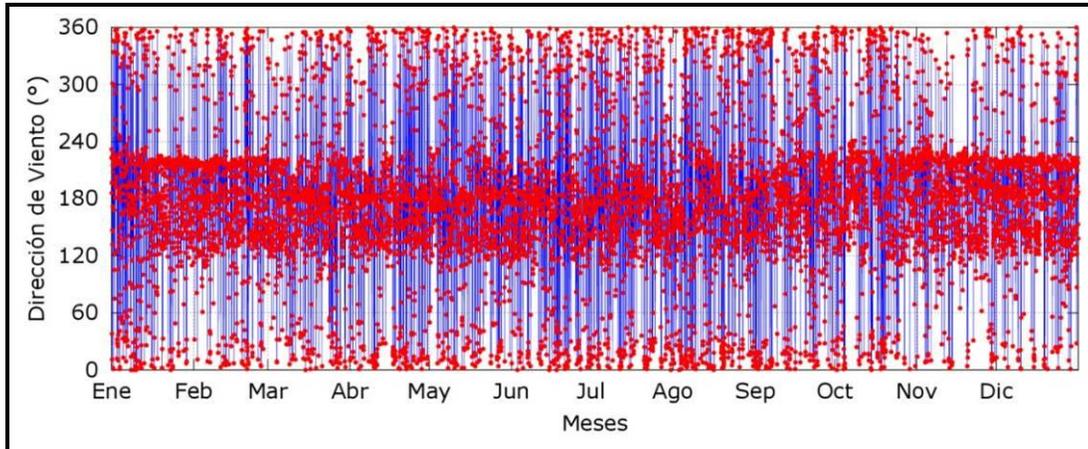
Con respecto a la dirección (Figura N° 4) es posible identificar una marcada presencia de vientos provenientes desde el Sureste (SE), Sur (S) y Suroeste (SSO) correspondiente a la concentración de datos centrada entre 120 y 240°. En menor medida se observan vientos desde el Norte (N), correspondientes a los puntos que bordean los 0 y 360°.

**Figura N° 3**  
**Serie temporal horaria velocidad del viento – WRF Estación AMB01**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 4**  
**Serie temporal horaria dirección del viento – WRF Estación AMB01**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



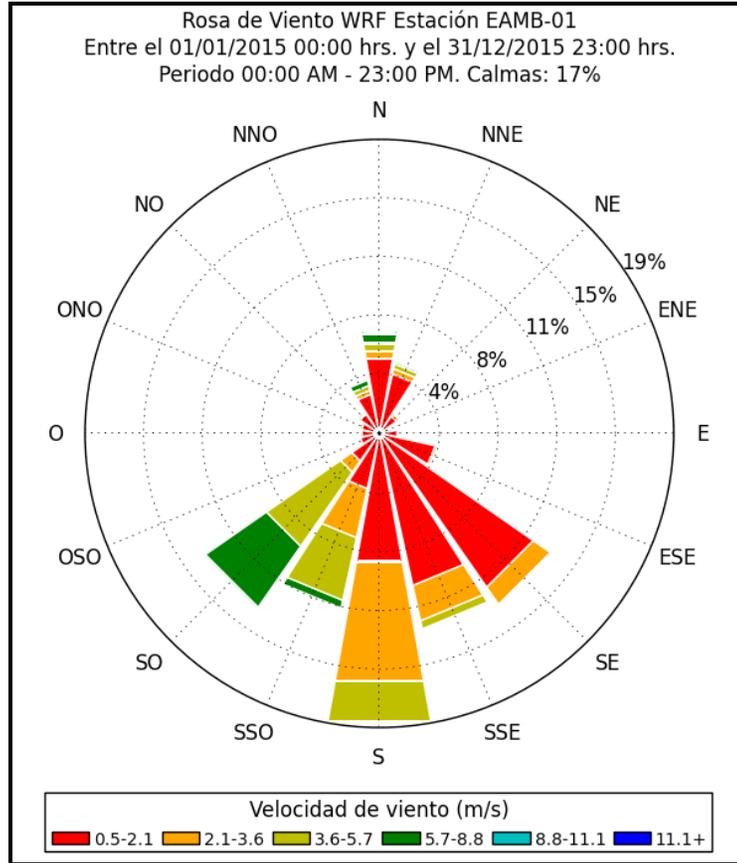
Fuente: Algoritmos, 2016.

## 4.2 Rosa de Vientos

La Figura N° 5 muestra la rosa de vientos indicando el porcentaje de frecuencia en que el viento sopla en diferentes direcciones. Observando el comportamiento desde las 00:00 a 23:00 horas, los registros muestran que la dirección de máxima frecuencia corresponde a vientos procedentes desde el Sur (S), Suroeste (SO), Sur Sureste (SSE) y Sur Suroeste (SSO), explicando en conjunto un 69% de la frecuencia total, con valores de velocidades entre 3,6 y 8,8 m/s.

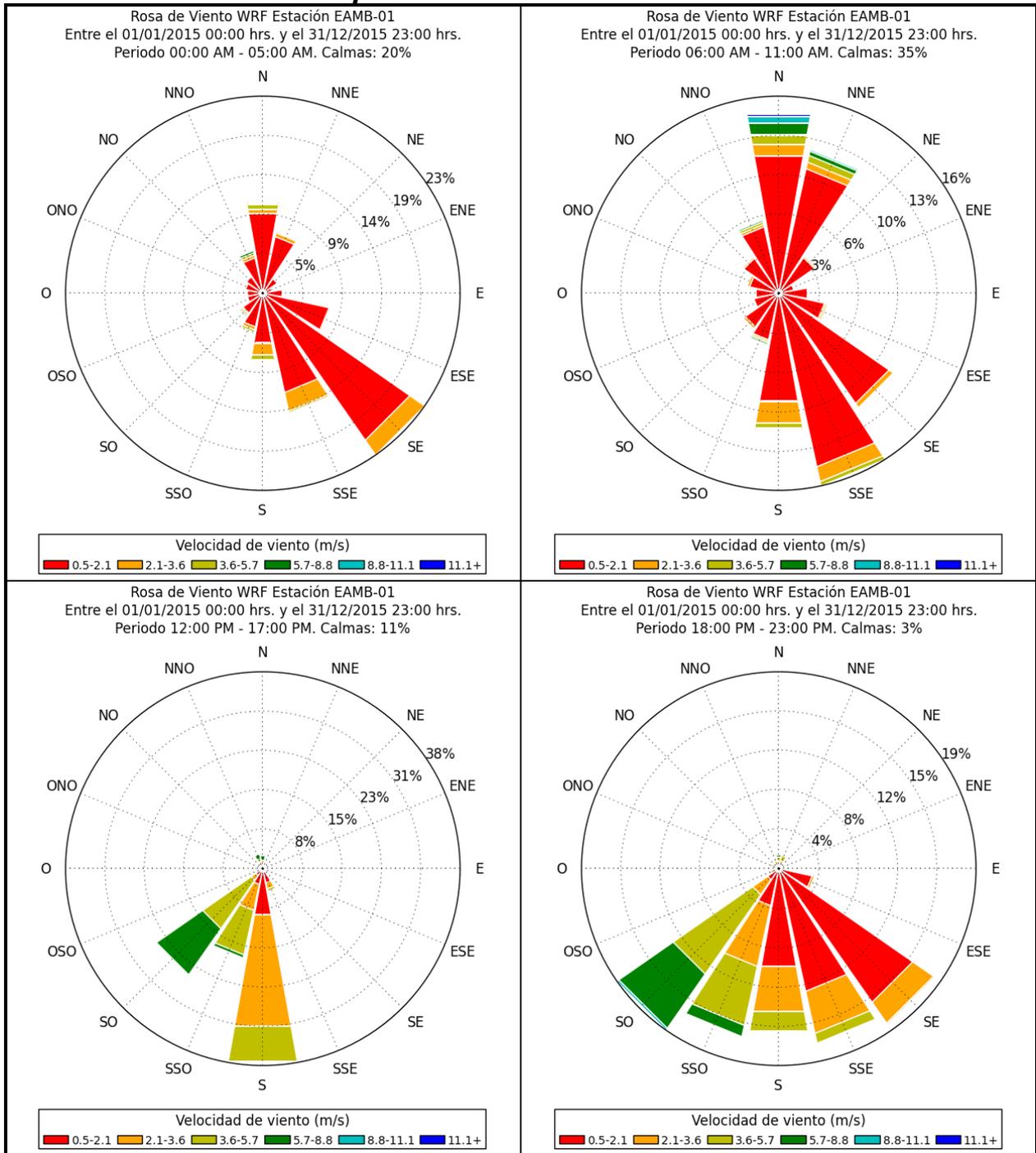
La Figura N° 6 muestra el comportamiento espacial de los vientos modelados en los diferentes periodos del día para la estación EAMB-01. Durante la madrugada (00:00 – 05:00 horas) es posible observar vientos que provienen preferentemente desde el Sureste (SE) explicando un 23% de la frecuencia total. Luego avanzada la mañana se intensifica la componente Sur Sureste (SSE) y aparece una componente Norte (N), explicando en conjunto un 31% de la frecuencia total. En horas de la tarde, entre las 12:00 y 17:00 horas, se suprime la componente Sur Sureste, dominando casi en su totalidad la componente Sur (S) y Suroeste (SO). Finalmente en horas de la tarde-noche entre las 18:00 y 23:00 horas la dirección se reparte entre vientos procedente desde el Sureste (SE), Sur Sureste (SSE), Sur (S), Sur Suroeste (SSO) y Suroeste (SO) explicando en conjunto un 85% de la frecuencia total. Se observa además que las velocidades varían entre 3,6 y 8,8 m/s.

**Figura N° 5**  
**Rosas de Viento Ciclo Completo – WRF Estación AMB01**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 6**  
**Variabilidad temporal del viento – WRF Estación EAMB-01**



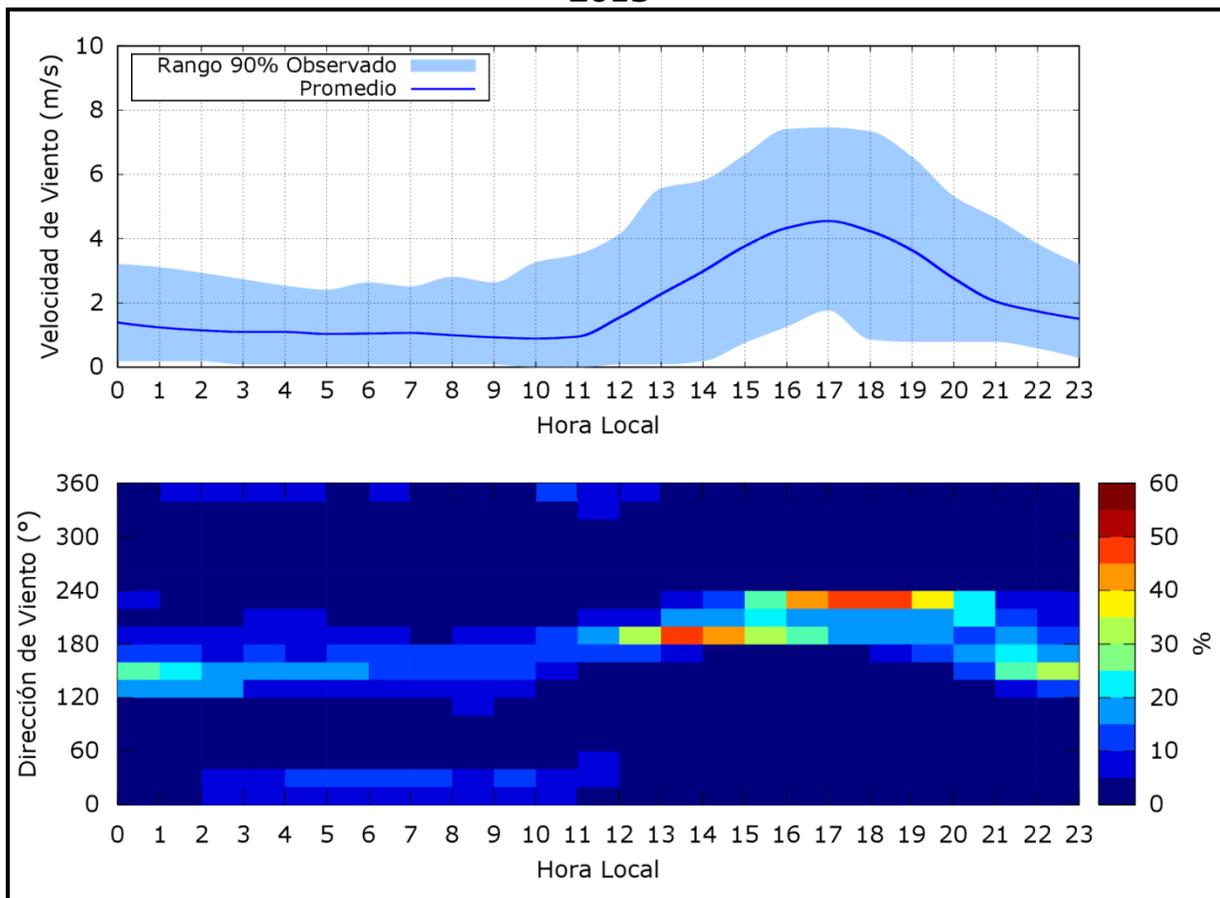
Fuente: Algoritmos, 2016.

### 4.3 Ciclo Diario

En la Figura N° 7 muestra la curva de viento promedio para la estación EAMB-01 mostrando un ciclo diario marcado, con el mínimo observado alrededor de las 06:00 horas y el máximo a las 17:00 horas con 4,3 m/s aproximadamente. A partir de las 11:00 horas aumenta significativamente la velocidad promedio hasta las 17:00 horas, donde una vez alcanzado el máximo comienza a disminuir la velocidad.

En cuanto al ciclo diario de la dirección, se observan dos patrones reconocibles. El primero en la madrugada con vientos que varían entre 120 y 180°, es decir, vientos procedentes desde el Sureste. Luego esta componente se suprime, dominando vientos preferentemente desde el Sur - Suroeste y Suroeste.

**Figura N° 7**  
**Ciclo diario de la velocidad y dirección del viento–WRF Estación EAMB-01**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre**  
**2015**

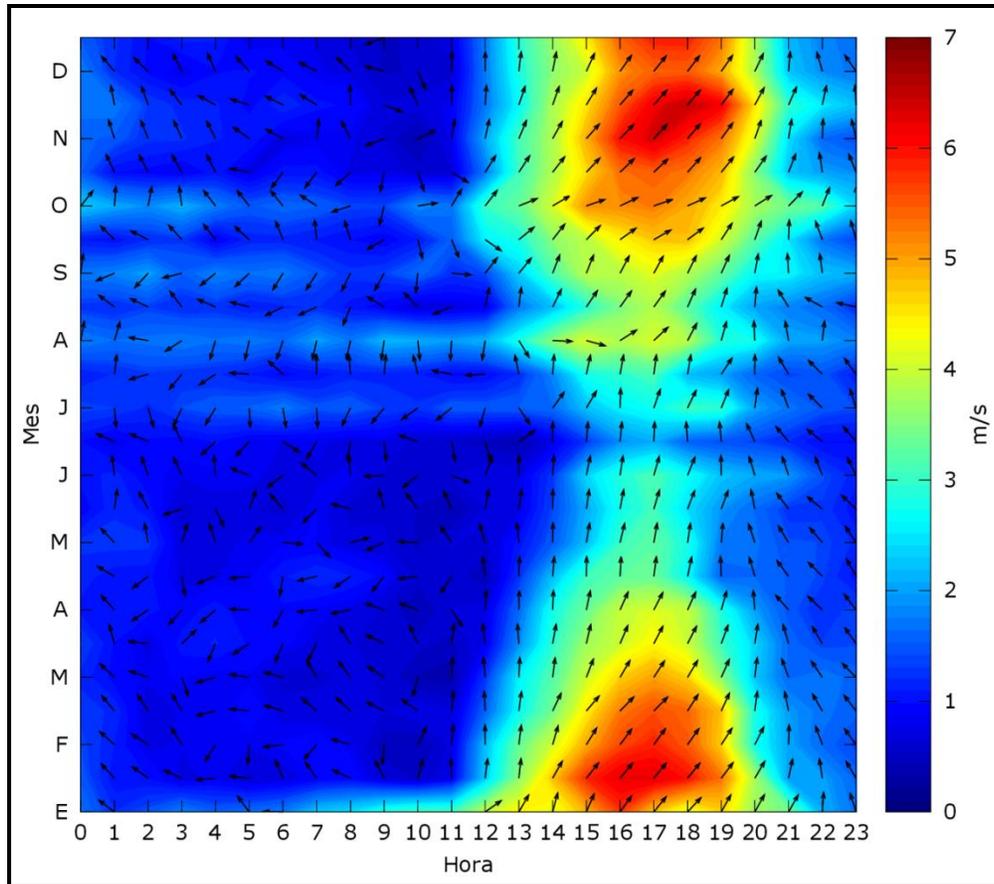


Fuente: Algoritmos, 2016.

#### 4.4 Ciclo estacional

Al apreciar la Figura N° 8, es posible identificar que los vientos durante el periodo diurno tienden a ser más intensos durante todo el año, sobre todo en los meses de Agosto a Abril, lo cual presume condiciones favorables para la ventilación en la zona del Proyecto, de esta manera se generaría menores tiempos de residencia de los contaminantes que son emitidos hacia la atmósfera.

**Figura N° 8**  
**Ciclo estacional del viento - WRF Estación EAMB-01**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 4.5 Análisis Punto Pudahuel

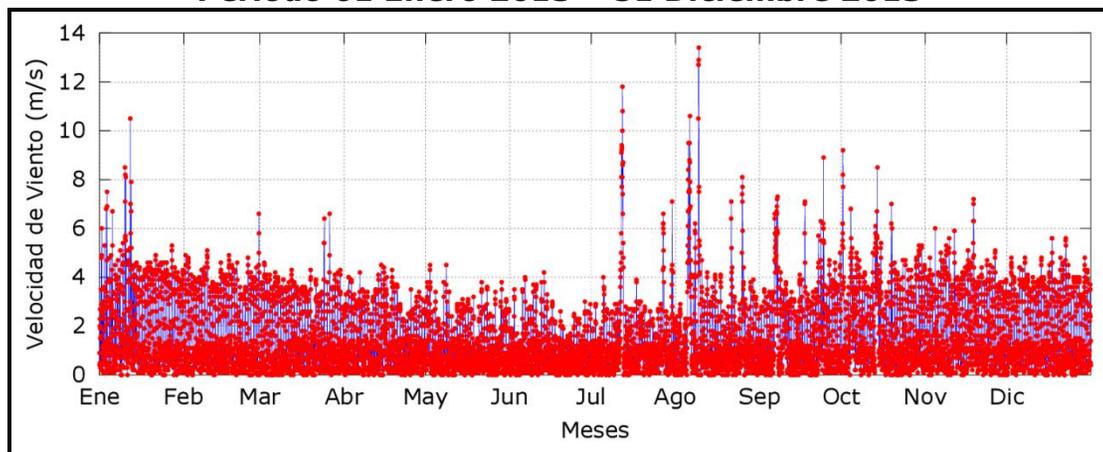
Para el análisis de las variables meteorológicas expuestas a continuación se consideró como punto de referencia la ubicación de la Estación Pudahuel en la modelación CALPUFF, localización geográfica desde donde se extrajeron los datos requeridos

### 4.5.1 Serie de tiempo

Al observar las series de tiempo de velocidad y dirección de viento, de la estación WRF Pudahuel (Figura N° 9 y Figura N° 10) no se evidencia falta de datos. En términos de variabilidad se observa un ciclo estacional, con la mayor dispersión entre Septiembre y Abril, con valores que varían entre 0,5 y 4 m/s. Los meses restante, la variabilidad de la velocidad del viento se concentra entre 0,5 y 2 m/s. Entre Julio y Octubre se perciben mayormente eventos extremos con velocidad que sobre pasa los 6 m/s.

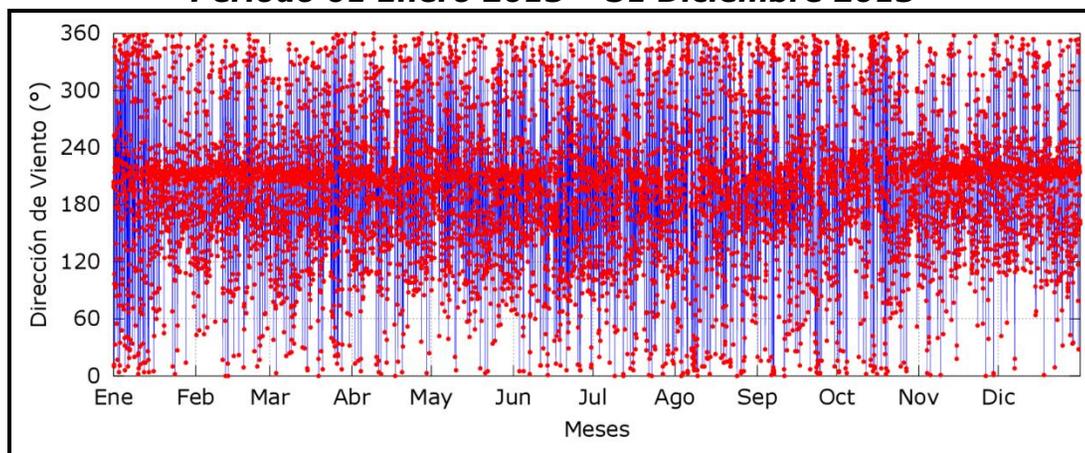
Con respecto a la dirección (Figura N° 10) es posible identificar una marcada presencia de vientos provenientes desde el Sur Suroeste (SSO) y Suroeste (SO), correspondiendo a la línea centrada alrededor de los 200° y 240°.

**Figura N° 9**  
**Serie temporal horaria velocidad del viento - WRF Estación Pudahuel**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 10**  
**Serie temporal horaria dirección del viento - WRF Estación Pudahuel**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



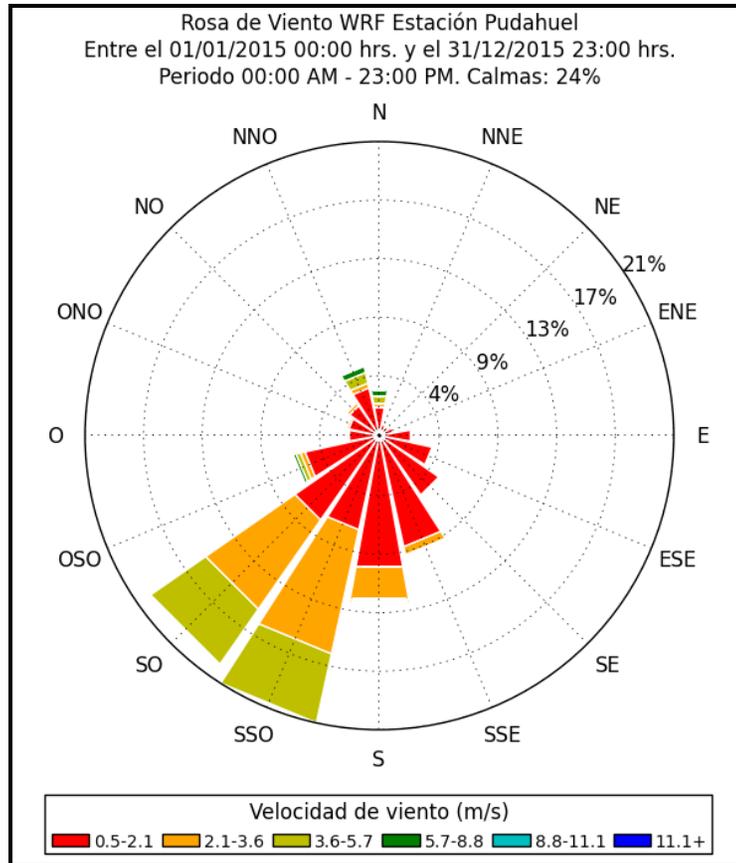
Fuente: Algoritmos, 2016.

#### 4.5.2 Rosa de Vientos

La Figura N° 11 muestra la rosa de vientos indicando el porcentaje de frecuencia en que el viento sopla en diferentes direcciones. Observando el comportamiento desde las 00:00 a 23:00 horas, los registros muestran que la dirección de máxima frecuencia corresponde a vientos procedentes desde el Sur Suroeste (SSO) y Suroeste (SO), explicando en conjunto un 40% de la frecuencia total, con valores de velocidades entre 3,6 y 5,7 m/s.

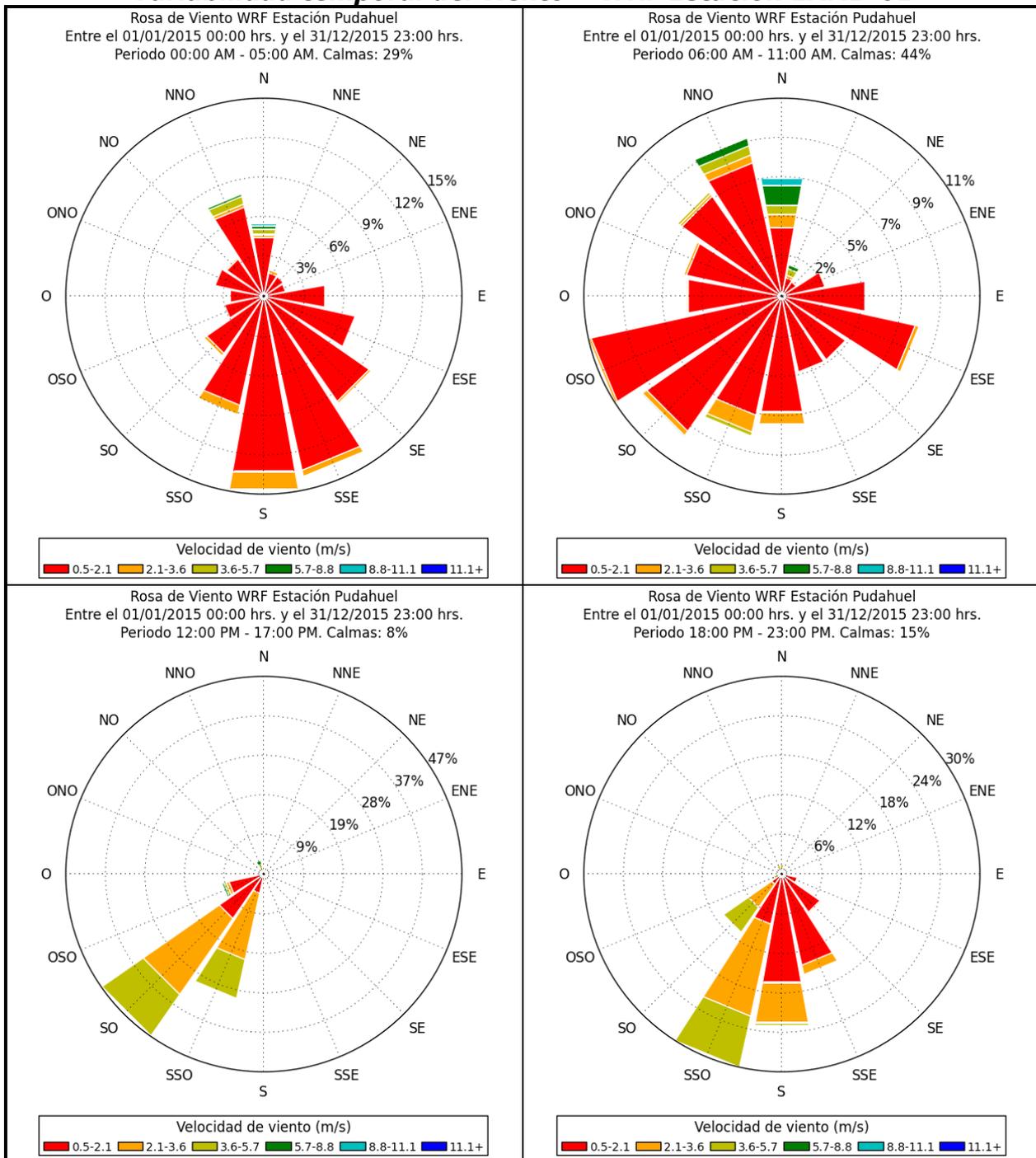
La Figura N° 12 muestra el comportamiento espacial de los vientos modelados en los diferentes periodos del día para la estación Pudahuel (WRF). Durante la madrugada (00:00 – 05:00 horas) es posible observar vientos que provienen preferentemente desde el Sur (S) y Sur Sureste (SSE) explicando un 39% de la frecuencia total. Luego avanzada la mañana se intensifica la componente Sur Oeste Suroeste (OSO) y Suroeste (SO). En horas de la tarde, entre las 12:00 y 17:00 horas, se suprimen las componentes antes mencionadas, dominando casi en su totalidad vientos desde el Suroeste (SO) y Sur Suroeste (SSO) explicando en conjunto un 75%. Finalmente en horas de la tarde-noche entre las 18:00 y 23:00 horas la dirección se reparte entre vientos procedente desde el Sur Suroeste (SSO), Sur (S) y Sur Sureste (SSE). Se observa además que las velocidades varían entre 3,6 y 5,7 m/s.

**Figura N° 11**  
**Rosas de Viento Ciclo Completo – WRF Estación Pudahuel**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 12**  
**Variabilidad temporal del viento – WRF Estación EAMB-01**



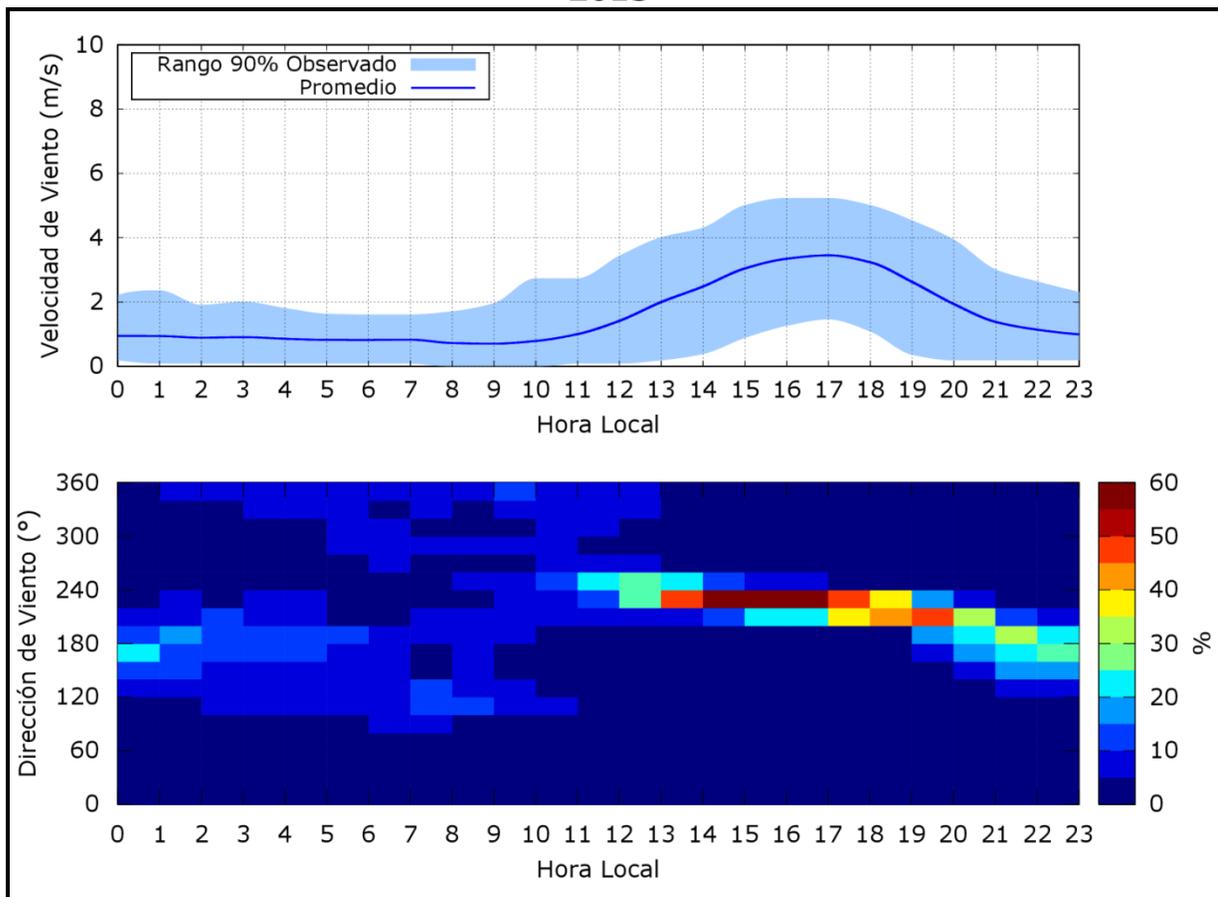
Fuente: Algoritmos, 2016.

### 4.5.1 Ciclo diario

En la Figura N° 13 muestra la curva de viento promedio para la estación Pudahuel (WRF) muestra un ciclo diario marcado, con el mínimo observado alrededor de las 08:00 horas y el máximo a las 17:00 horas con 3,8 m/s aproximadamente. A partir de las 10:00 horas aumenta significativamente la velocidad promedio hasta las 17:00 horas, donde una vez alcanzado el máximo comienza a disminuir la velocidad.

En cuanto al ciclo diario de la dirección, se observan dos patrones reconocibles. El primero en la madrugada con vientos que varían entre 120 y 180°, es decir, vientos procedentes desde el Sureste. Luego esta componente se suprime, dominando vientos preferentemente desde el Sur Suroeste y Suroeste entre 200° y 240°.

**Figura N° 13**  
**Ciclo diario de la velocidad y dirección del viento-WRF Estación Pudahuel**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre**  
**2015**

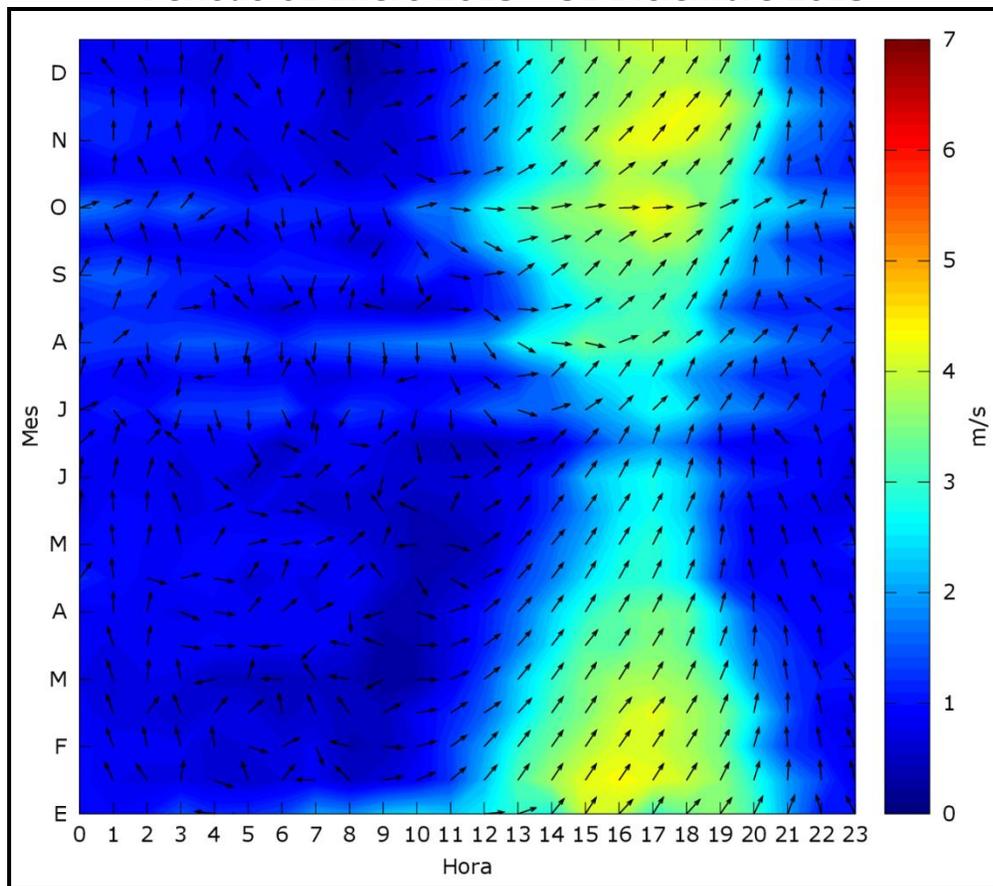


Fuente: Algoritmos, 2016.

#### 4.6 Ciclo estacional

Al apreciar la Figura N° 14 es posible identificar que los vientos durante el periodo diurno tienden a ser más intensos durante todo el año, sobre todo en los meses de Agosto a Abril, lo cual presume condiciones favorables para la ventilación en la zona del Proyecto, de esta manera se generaría menores tiempos de residencia de los contaminantes que son emitidos hacia la atmósfera.

**Figura N° 14**  
**Ciclo estacional del viento – WRF Estación Pudahuel**  
**Periodo 01 Enero 2015 – 31 Diciembre 2015**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 5 Fuentes Emisoras Consideradas en la Modelación

Las fuentes emisoras consideradas en las modelaciones corresponden a las estimadas en el documento "*Actualización Memoria de Cálculo Aeropuerto Arturo Merino Benítez, Año 2015*" y que corresponden a las actividades del Aeropuerto AMB respecto a su operación, tránsito de vehículos por caminos y estacionamientos, además de fuentes externas.

La modelación atmosférica contempla evaluar el aporte de las emisiones de material particulado y gases en el Aeropuerto AMB y alrededores. En base a lo anterior, las actividades correspondientes a las distintas fuentes emisoras, se distribuyen en las siguientes categorías:

- Despegue de Aeronaves
- Aterrizaje de Aeronaves
- Grupo de Soporte Terrestre (GSE)
- Unidad de Energía Auxiliar (APU)
- Tránsito vehicular
  - i. Acceso a Zona de Estacionamientos
  - ii. Acceso a Zona de Embarque
  - iii. Desplazamiento en Zona de Estacionamientos
  - iv. Rutas Internas
- Fuentes Estacionarias (Grupos electrógenos y Calderas)
- Quemados de Residuos
- Erosión Eólica

La siguiente Tabla presenta las fuentes y las emisiones consideradas en la modelación; agrupadas en fuentes dentro de losa (Aeronaves, GSE y APU), fuentes fuera losa (Estacionamientos, Tránsito por Caminos de Acceso y Fuentes Estacionarias) y fuentes externas al Aeropuerto AMB (Quemados de Residuos y Erosión Eólica).

**Tabla N° 5**  
**Tasas de Emisión Total Aeropuerto AMB, Año 2015**

Actividad Emisora	Tasas de Emisión (ton/año)								
	CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NOx	SOx	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2.5</sub>
Aterrizaje	478,717	60,119	60,097	59,777	60,119	129,147	25,283	11,903	11,903
Despegue	696,222	94,291	94,261	93,761	94,291	509,853	48,200	6,108	6,108
Helicópteros	0,069	0,002	0,003	0,003	0,003	0,065	0,012	0,000	0,000
Acceso a Estacionamientos	0,233	0,003	0,003	0,002	0,004	0,009	0,002	0,041	0,005
Acceso Rutas de Embarque	18,102	0,390	0,265	0,267	0,414	1,768	0,095	1,611	0,206
Estacionamiento	0,475	0,105	0,100	0,097	0,105	0,068	0,000	0,003	0,003
Rutas Internas	194,58	37,60	35,04	37,90	41,81	78,06	0,792	32,35	4,07
Calderas	1,102	0,271	0,118	0,194	0,271	6,062	5,328	0,238	0,207
Grupos Electrógenos	4,545	1,710	1,512	1,464	1,710	21,000	1,395	1,497	1,497
<b>Total Tasas de Emisión Fuentes Interior Aeropuerto AMB</b>	<b>1394,05</b>	<b>194,49</b>	<b>191,40</b>	<b>193,46</b>	<b>198,73</b>	<b>746,03</b>	<b>81,11</b>	<b>53,75</b>	<b>24,00</b>
Quemas de Residuos	0,42	N/A	0,15	N/A	0,22	0,01	0,03	0,08	0,08
Erosión Eólica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,40	N/A
<b>Total Tasas de Emisión Fuentes Exterior Aeropuerto AMB</b>	<b>0,42</b>	<b>N/A</b>	<b>0,15</b>	<b>N/A</b>	<b>0,215</b>	<b>0,005</b>	<b>0,03</b>	<b>3,48</b>	<b>0,08</b>
<b>Total Tasas de Emisión Aeropuerto AMB</b>	<b>1394,47</b>	<b>194,49</b>	<b>191,55</b>	<b>193,46</b>	<b>198,94</b>	<b>746,04</b>	<b>81,14</b>	<b>57,23</b>	<b>24,08</b>

Fuente: MCA022-A1-16-V2 Memoria de Cálculo de Emisiones 2015

N/A: No Aplica

## **6 Descripción Modelos Utilizados en el Estudio**

### **6.1 Modelo CALPUFF**

#### **6.1.1 Base Teórica**

La aplicación de modelos de dispersión atmosférica permite determinar el aporte de las emisiones provenientes de fuentes emisoras, en localidades y sectores aledaños a las instalaciones de un determinado proyecto, permitiendo de este modo asignar las cuotas de responsabilidad en los niveles de calidad del aire medidos en su entorno.

Los modelos lagrangianos, se caracterizan por hacer uso de un sistema de referencia que se ajusta al movimiento atmosférico. Es decir, las emisiones, reacciones, deposición y mezclado de los contaminantes se analizan para un volumen de aire que va cambiando su posición de acuerdo con la velocidad y dirección del viento. Bajo este esquema general, los modelos lagrangianos se pueden clasificar como modelos de trayectoria y modelos gaussianos, de acuerdo con la geometría del sistema de modelación. Los modelos de trayectoria pueden simular los procesos para una columna hipotética de aire, en cambio cuando la simulación se hace para una pluma de emisión, continua o discreta (como paquetes comúnmente llamados "puffs"), se trata de modelos gaussianos.

Los modelos gaussianos describen el transporte y mezcla de los contaminantes asumiendo que las emisiones presentan, en las direcciones horizontal y vertical, una distribución normal o de curva gaussiana con una concentración máxima en el centro de la pluma. Generalmente estos modelos se aplican para evaluar la dispersión de contaminantes provenientes de fuentes puntuales, aunque también se aplican para simular emisiones de fuentes de área y de línea. Otra característica de este tipo de modelos es que normalmente son aplicados para evaluar la dispersión de contaminantes primarios no reactivos, aunque existen versiones que incluyen en su formulación consideraciones especiales para poder simular procesos de deposición y transformación química.

#### **6.1.2 Sistema de Modelación WRF - CALPUFF**

El modelo utilizado para determinar el efecto que tendrán las emisiones de material particulado y gases provenientes de la operación del Proyecto, corresponde al sistema de modelación "WRF-CALPUFF" desarrollado por Earth Tech.

En este modelo las emisiones se tratan como "puffs", se van desplazando a través de un campo meteorológico tridimensional.

El sistema de modelación CALPUFF incluye tres componentes principales: WRF, CALPUFF y CALPOST, además de una larga selección de preprocesadores diseñados para incluir en el modelos datos meteorológicos y geofísicos. Unos de los preprocesadores es el módulo WPS, que se encarga de generar los dominios de simulación del WRF, y es donde están los datos del terreno, uso de suelo y tipos de suelo. Además decodifica e interpola los archivos FNL (ver más abajo) a los dominios de simulación.

El WRF es un modelo de pronóstico meteorológico que simula campos de viento y temperatura en un dominio de modelación engrillado y tridimensional, WRF también produce campos en dos-dimensiones como altura de mezcla, características de superficie y propiedades de dispersión. Para la modelación se generaron tres dominios anidados de 25, 5 y 1 kilómetro, centrados en la ubicación del proyecto para un año calendario con resolución horaria.

CALPUFF modela el transporte y dispersión de contaminantes emitidos por las fuentes emisoras en forma de paquetes o "PUF" de material procesándolos a través del dominio de modelación. La salida primaria de este modelo contiene cada hora de concentración o flujo de deposición evaluados en receptores determinados.

Finalmente CALPOST procesa las salidas de CALPUFF creando los archivos con las tabulaciones necesarias para la evaluación de resultados.

### **6.1.3 Variables de Entrada al Sistema de Modelación**

El sistema de modelación WRF-CALPUFF requiere de la siguiente data de entrada:

- Archivos FNL, datos de entrada para el modelo meteorológico WRF.
- Uso de Suelo<sup>1</sup>, a partir de estos datos se definen los coeficientes de rugosidad superficial, razón de Bowen y albedo. En la Tabla N° 6 se presentan las características del suelo.
- Data de emisiones. Correspondiente a la obtenida del inventario de emisiones proveniente de las fuentes presentadas en el Capítulo 5 del presente documento.
- Ubicación de puntos de interés. Los puntos de interés corresponden a las estaciones de monitoreo de calidad del aire, es decir, Estación Aeropuerto AMB (EAMB01) y Estación Pudahuel (ver Tabla N° 8).

---

<sup>1</sup> Valores que provee el modelo WRF

**Tabla N° 6**  
**Características del Uso de Suelo**

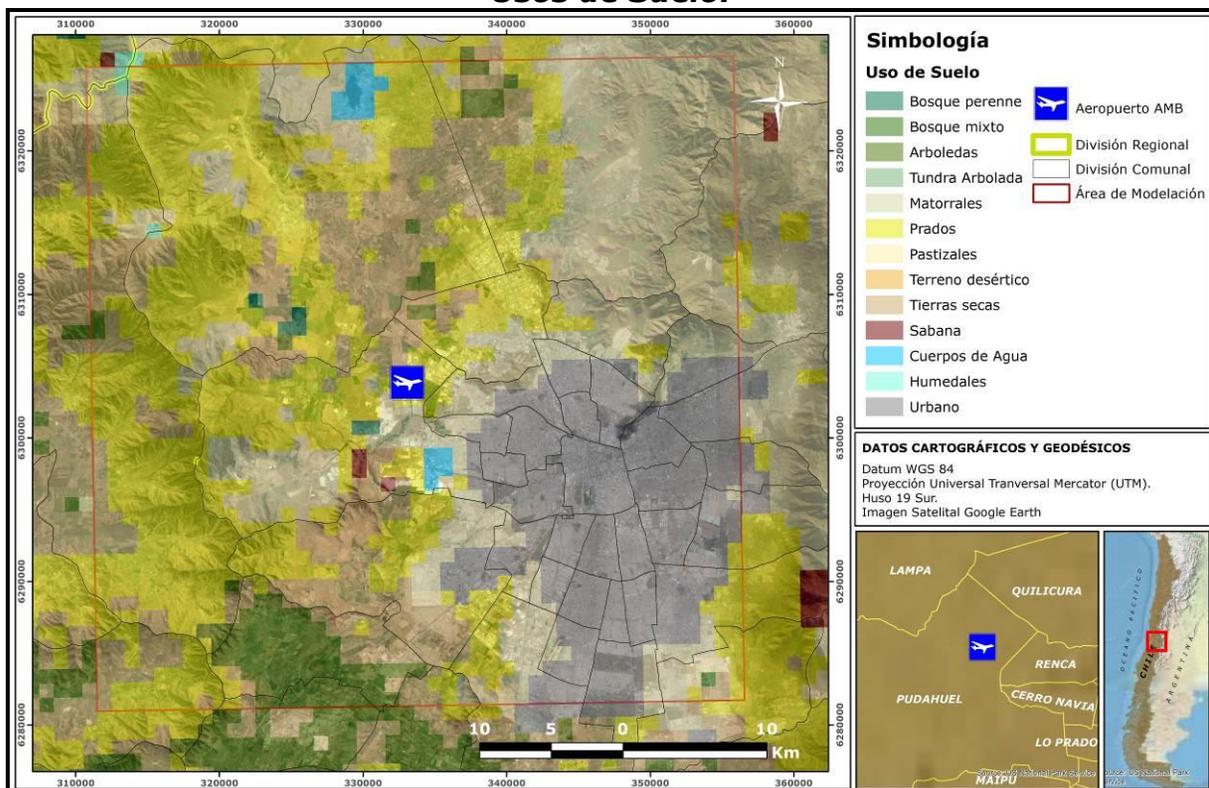
Uso de Suelo	Albedo <sup>2</sup>		Razón de Bowen <sup>3</sup>		Rugosidad Superficial	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Bosque perenne	0,12	0,12	1,0	1,0	0,5	0,5
Bosque mixto	0,13	0,14	0,5	0,5	0,5	0,5
Arboledas	0,16	0,2	1,0	1,0	0,2	0,2
Tundra Arbolada	0,15	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
Matorrales	0,22	0,25	1,0	1,0	0,1	0,1
Prados	0,19	0,23	1,0	1,0	0,12	0,1
Pastizales	0,19	0,23	1,0	1,0	0,12	0,1
Terreno desértico	0,25	0,25	1,0	1,0	0,1	0,1
Tierras secas	0,17	0,23	1,0	1,0	0,15	0,05
Sabana	0,2	0,2	1,0	1,0	0,15	0,15
Cuerpos de agua	0,08	0,08	0	0	0,01	0,01
Humedales	0,14	0,14	0,5	0,5	0,2	0,2
Bosques	0,16	0,17	1,0	1,0	0,5	0,5
Urbano	0,18	0,18	1,5	1,5	0,5	0,5

Fuente: Algoritmos 2016.

<sup>2</sup> Albedo: reflectividad a la luz solar del suelo (expresada como fracción respecto a la unidad)

<sup>3</sup> Razón de Bowen: definida como la razón entre flujos sensibles y latentes, a nivel de superficie.

**Figura N° 15**  
**Usos de Suelo.**



Fuente: Algoritmos 2016

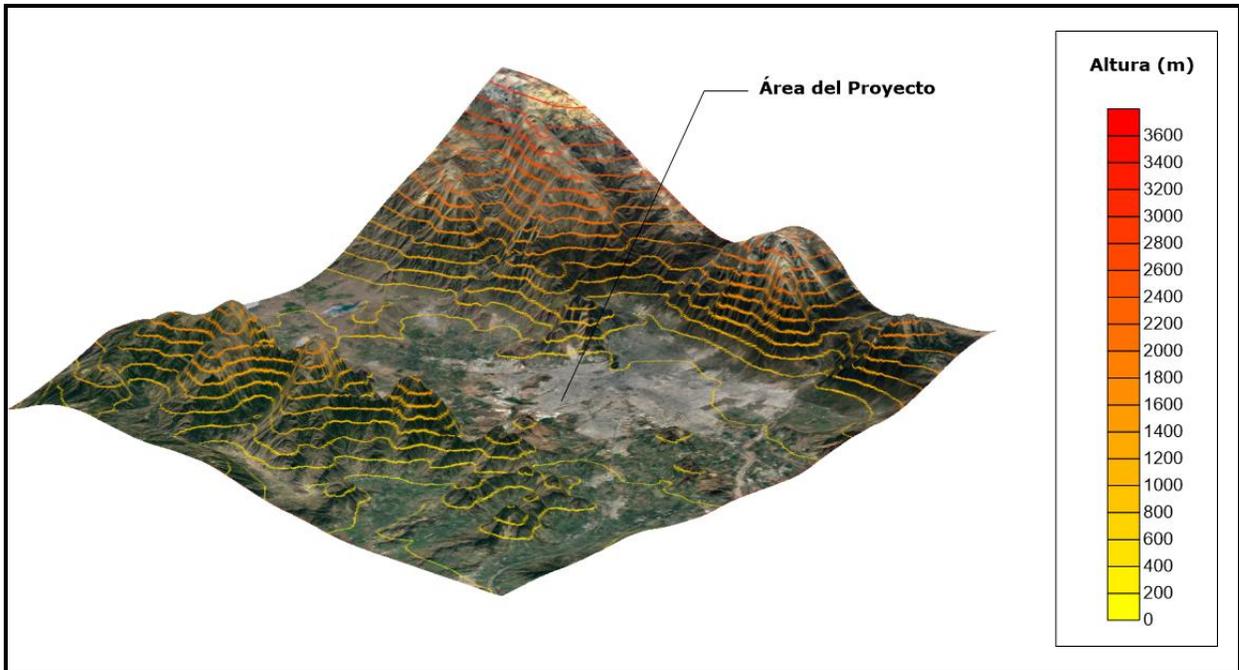
**Tabla N° 7**  
**Localización Puntos Discretos o de interés<sup>4</sup>**

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)		Elevación [m]
	Este	Norte	
EAMB01	333.148	6.303.728	457,7
Pudahuel	337.311	6.298.809	466,2

Fuente: Algoritmos, 2016.

<sup>4</sup> Datum WGS84, coordenadas UTM.

**Figura N° 16**  
**Topografía del área de modelación**



Fuente: Algoritmos, 2016.

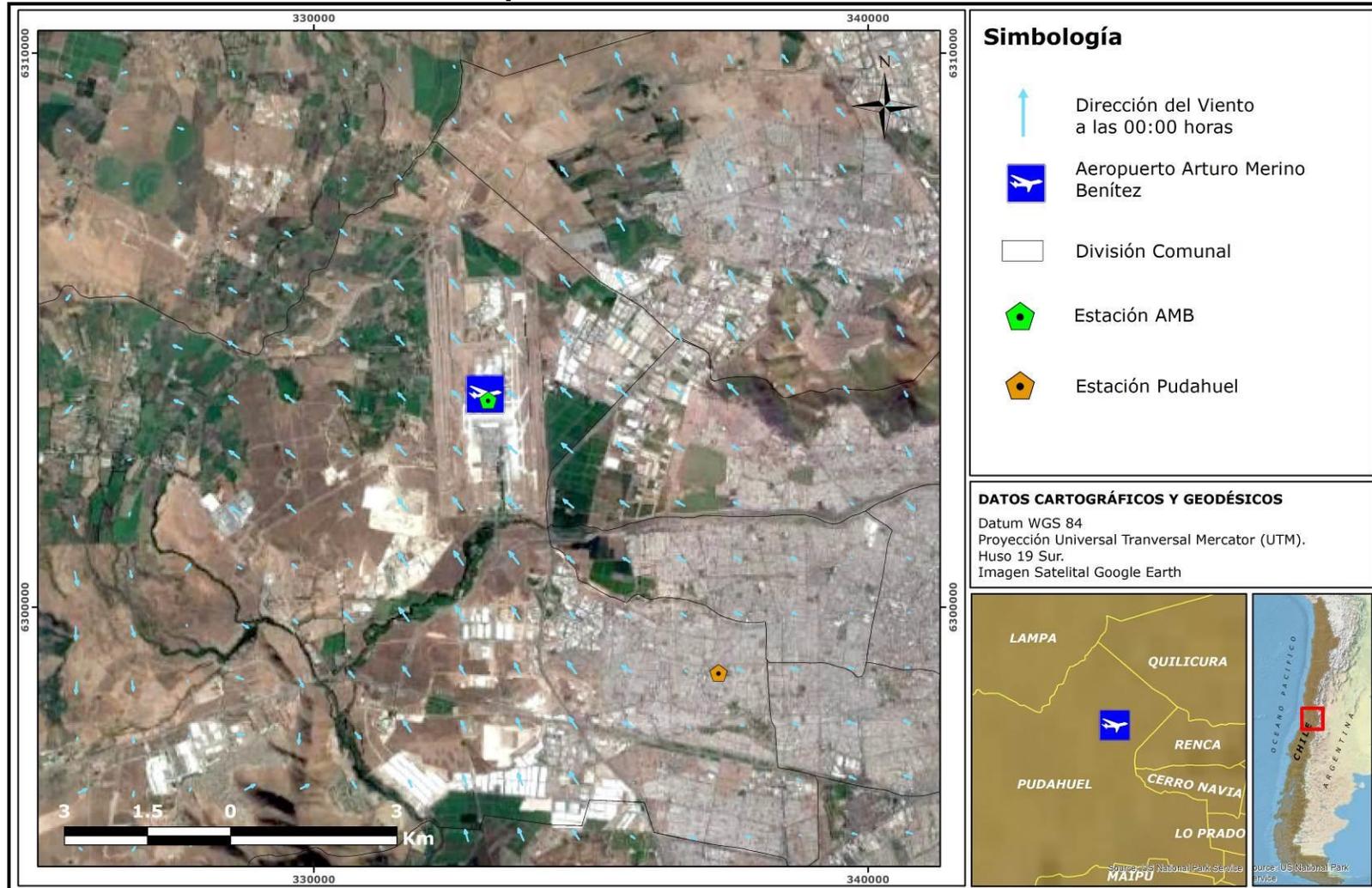
## **7 Resultados de la Modelación**

### **7.1 Campos de Viento**

Mediante la aplicación del modelo WRF fue posible simular el comportamiento de los campos de vientos sobre el área de influencia del Proyecto, para cada una de las horas consideradas en la modelación. Dichos campos de vientos permitirán determinar posteriormente la dispersión de los contaminantes, a través de la aplicación del modelo CALPUFF.

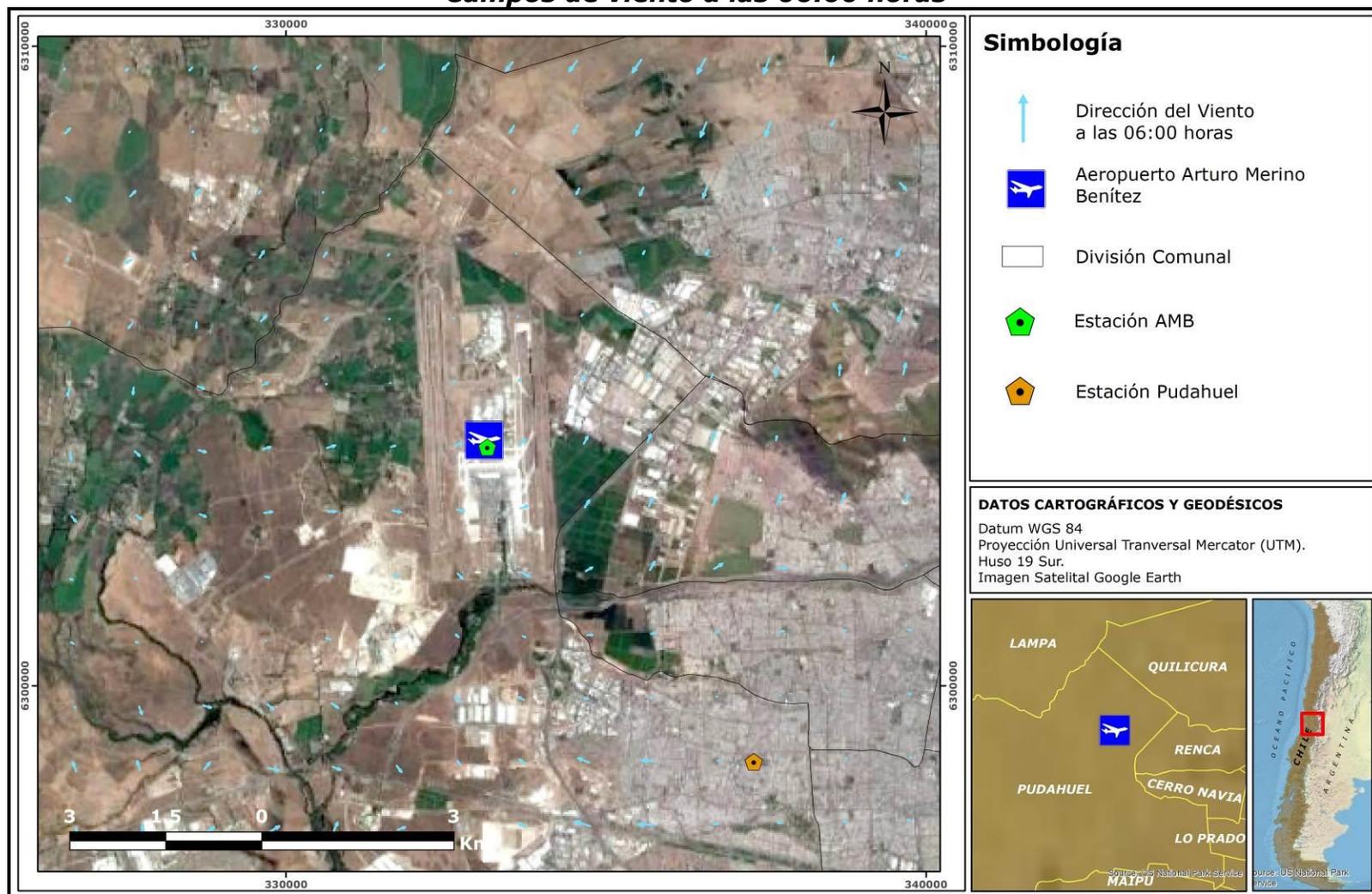
A modo de ejemplo, se seleccionó el día 18 de Mayo de 2015 para representar el comportamiento de los vientos superficiales en horas representativas del día, en la madrugada (06:00 hrs.), a medio día (12:00 hrs.), durante la tarde (18:00 hrs.) y en la noche (00:00 hrs.), en las cuales es posible apreciar las variaciones espaciales de los campos de viento.

**Figura N° 17**  
**Campos de viento a las 00:00 horas**



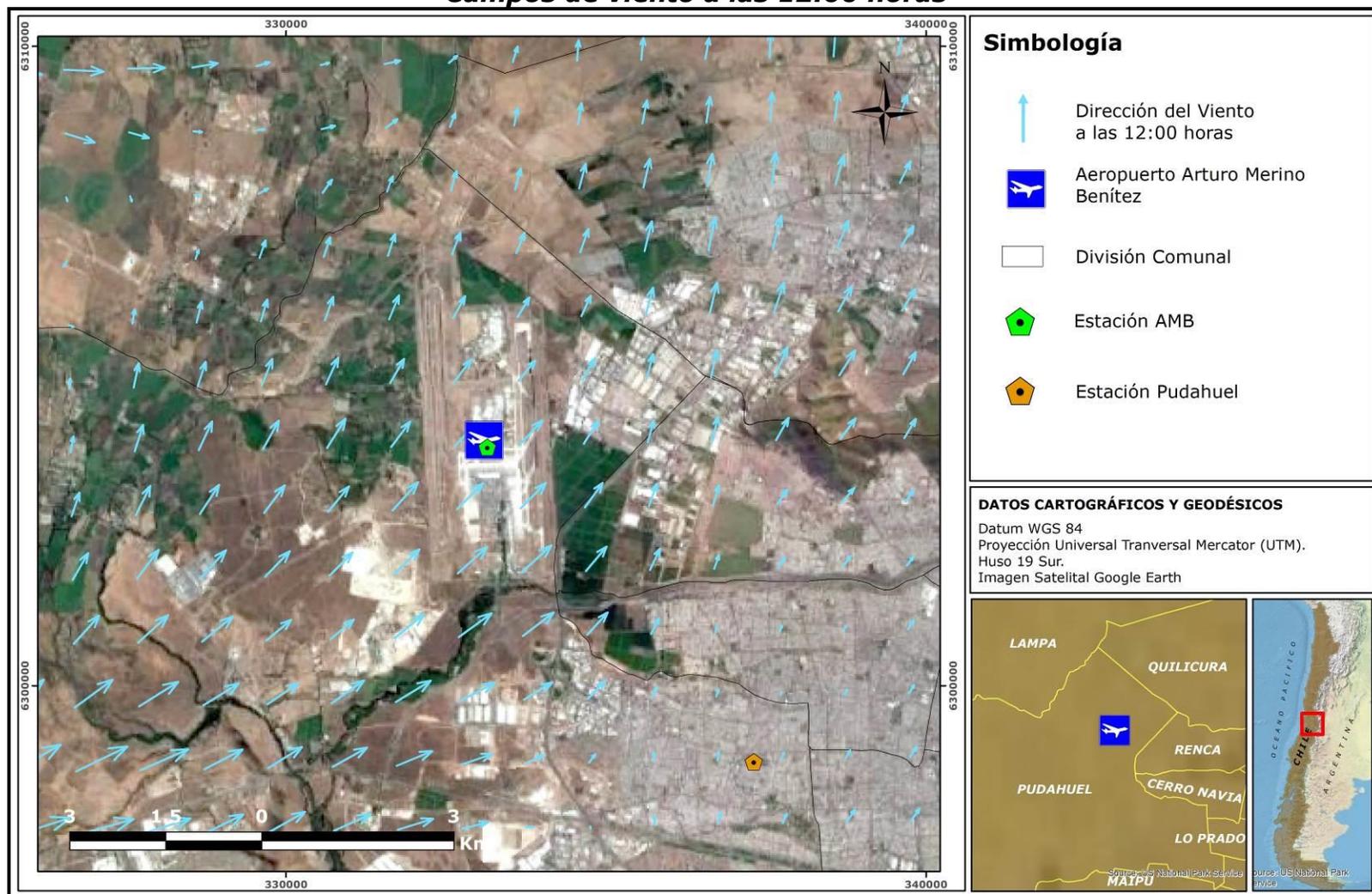
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 18**  
**Campos de viento a las 06:00 horas**



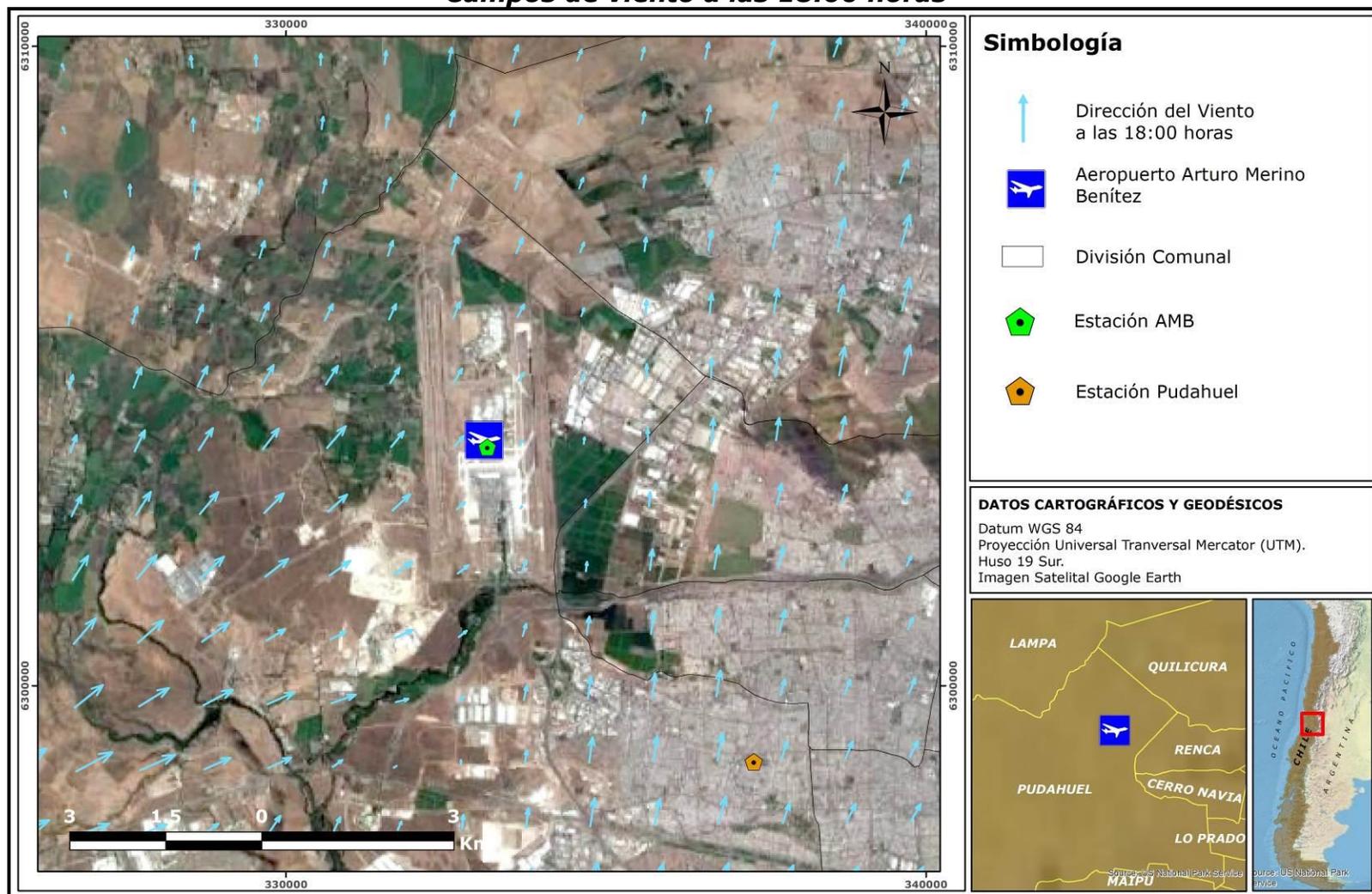
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 19**  
**Campos de viento a las 12:00 horas**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 20**  
**Campos de viento a las 18:00 horas**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 7.2 Aportes Obtenidos en la Modelación CALPUFF

Mediante la aplicación del modelo CALPUFF fue posible obtener las concentraciones de material particulado MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub>, gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, THC, VOC, NMHC y TOG que aportará el Proyecto en su entorno, basándose en los campos de vientos generados por la modelación meteorológica realizada con WRF.

En las siguientes Tablas, se presentan las concentraciones resultantes de la modelación con CALPUFF en cada punto de interés.

**Tabla N° 8**  
**Aportes en Puntos de Interés ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Parámetro	Estadístico	Estación de Monitoreo		Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		EAMB01	Pudahuel	
SO <sub>2</sub>	Percentil 99,73 máximo horario	109,35	23,52	1.000
	Percentil 99,7 promedio diario	51,59	8,34	365
	Percentil 99 promedio diario	38,27	4,92	250
	Promedio del Período	18,52	1,37	80
NO <sub>2</sub>	Percentil 99 máximo horario	130,19	37,47	400
	Promedio del Período	19,14	1,21	100
CO	Percentil 99 máximo horario	3296,5	728,26	30.000
	Percentil 99 máximos 8 horas	1777,6	191,79	10.000
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 promedio diario	83,70	6,39	150
	Promedio del Período	44,04	1,96	50
MP <sub>2,5</sub>	Percentil 98 promedio diario	35,61	5,82	50
	Promedio del Período	17,85	1,84	20

Fuente: Algoritmos, 2016.

De la Tabla N° 8, se observa que ninguno de los contaminantes excede la normativa ambiental vigente.

La Tabla N° 9, presenta el aporte de hidrocarburos en cada punto de interés. Cabe mencionar que los valores presentados son referenciales ya que para estos contaminantes no existe una normativa vigente en el país.

**Tabla N° 9**  
**Aportes Modelación CALPUFF, Valor Promedio Hidrocarburos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Parámetro	Estación de Monitoreo	
	EAMB01	Pudahuel
THC	68,69	2,80
VOC	74,18	8,67
NMHC	71,60	3,18
TOG	77,70	4,22

Fuente: Algoritmos, 2016.

### 7.3 Comparación Situación Actual v/s Aportes Modelación

A continuación se presenta la comparación de los aportes de material particulado y gases, obtenidos en la modelación utilizando CALPUFF, respecto de los valores monitoreados en las estaciones EAMB01 y Pudahuel.

Por lo anterior, en las siguientes Tablas se presenta el “porcentaje situación actual”, el cual corresponde a la fracción porcentual que representan los aportes obtenidos la modelación respecto a la situación actual de calidad del aire de material particulado y gases, en las estaciones de monitoreo evaluadas.

Cabe mencionar, que los valores de situación actual utilizados para la estación Pudahuel, se deben considerar sólo de referencia, ya que estos corresponden a datos presentados y definidos como preliminares en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

Por otro lado, debido a que no existe monitoreo de  $\text{SO}_2$  tanto en estación EAMB01 y Pudahuel durante el año 2015, se utilizaron valores de años anteriores para comparar la Estación Pudahuel.

En las siguientes tablas se considera situación actual a la línea de base de contaminantes del año 2015 y aportes a los resultados obtenidos de la modelación para los distintos puntos de receptores discretos.

**Tabla N° 10**  
**Situación Actual (Línea Base) v/s Aportes en Puntos de Interés**  
**Estación Aeropuerto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )**

<i>Parámetro</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Situación Actual</i>	<i>Aporte AMB</i>	<i>% de la Situación Actual</i>
SO <sub>2</sub>	Percentil 99,73 máximo horario	--	109,35	
	Percentil 99,7 promedio diario	--	51,59	
	Percentil 99 promedio diario	--	38,27	
	Promedio Periodo	--	18,52	
NO <sub>2</sub>	Percentil 99 máximo horario	88	130,19	148%
	Promedio Periodo	24	19,14	80%
CO	Percentil 99 máximo horario	2.176	3.297	152%
	Percentil 99 máximos 8 horas	1.145	1.778	155%
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 promedio diario	153	83,70	55%
	Promedio Periodo	53	44,04	83%
MP <sub>2,5</sub>	Percentil 98 promedio diario	74	35,61	48%
	Promedio Periodo	22	17,85	81%

Fuente: Algoritmos, 2016.

De la Tabla anterior, se observa que el percentil 99 máximo horario de NO<sub>2</sub>, supera a la concentración monitoreadas en estación EAMB01 en un 148%; y que tanto el percentil 99 máximo horario como el de 8 horas para CO, superan en un 152 y 155% respectivamente los valores monitoreados en la misma estación.

**Tabla N° 11**  
**Situación Actual (Línea Base) v/s Aportes en Puntos de Interés**  
**Estación Pudahuel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )**

<b>Parámetro</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Situación Actual</b>	<b>Aporte Pudahuel</b>	<b>% de la Situación Actual</b>
SO <sub>2</sub>	Percentil 99,73 máximo horario	45	23,52	52%
	Percentil 99,7 promedio diario	25	8,34	33%
	Percentil 99 promedio diario	27	4,92	18%
	Promedio Periodo	10	1,37	14%
NO <sub>2</sub>	Percentil 99 máximo horario	158	37,47	24%
	Promedio Periodo	38	1,21	3%
CO	Percentil 99 máximo horario	8.535	728,26	9%
	Percentil 99 máximos 8 horas	6.238	191,79	3%
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 promedio diario	187	6,39	3%
	Promedio Periodo	75	1,96	3%
MP <sub>2,5</sub>	Percentil 98 promedio diario	106	5,82	5%
	Promedio Periodo	34	1,84	5%

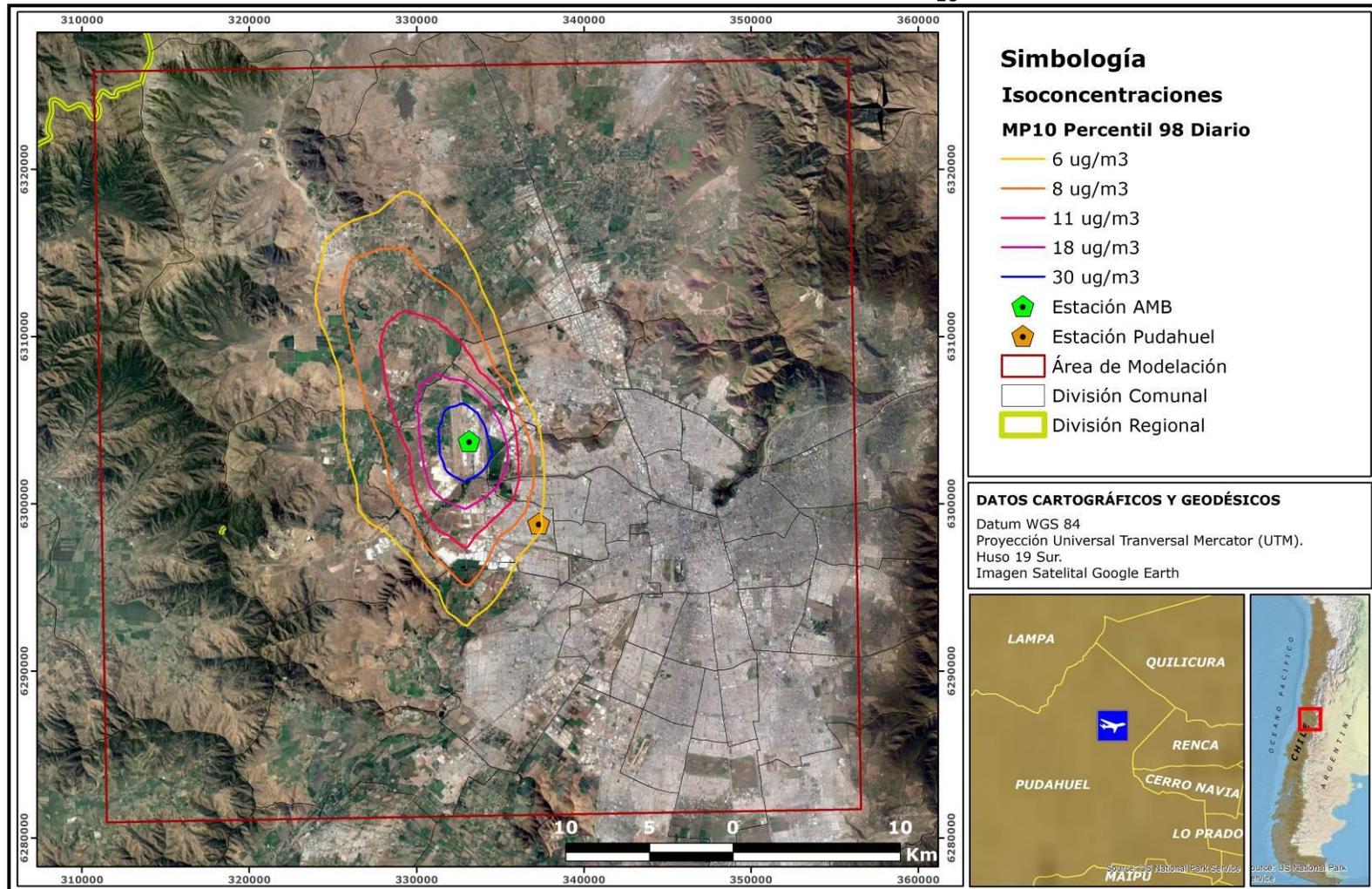
Fuente: Algoritmos, 2016.

De la Tabla anterior, se aprecia que el mayor porcentaje de aporte a la situación actual se presenta en el percentil 99,73, de los valores máximos horarios de SO<sub>2</sub> con un 52%. Aun así las emisiones generadas por el Aeropuerto AMB en la Estación Pudahuel se encuentran bajo las normativas vigentes para cada contaminante.

## 7.4 Mapas de Isoconcentraciones

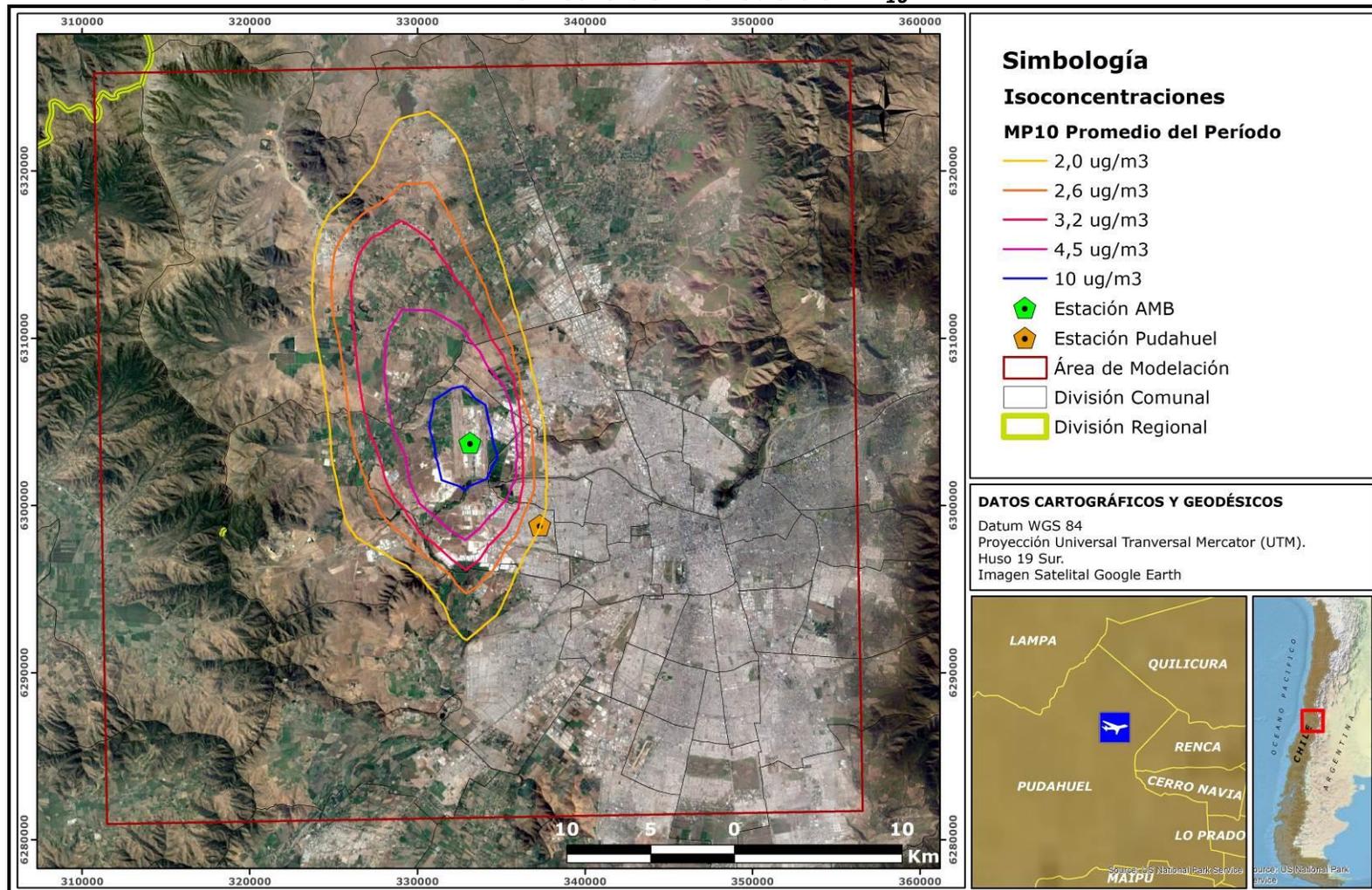
A continuación se presentan las isolíneas de concentración de MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y SO<sub>2</sub> en el entorno del Proyecto, considerando tanto las fuentes internas como externas del aeropuerto AMB.

**Figura N° 21**  
**Percentil 98 Promedio Diario de MP<sub>10</sub>**



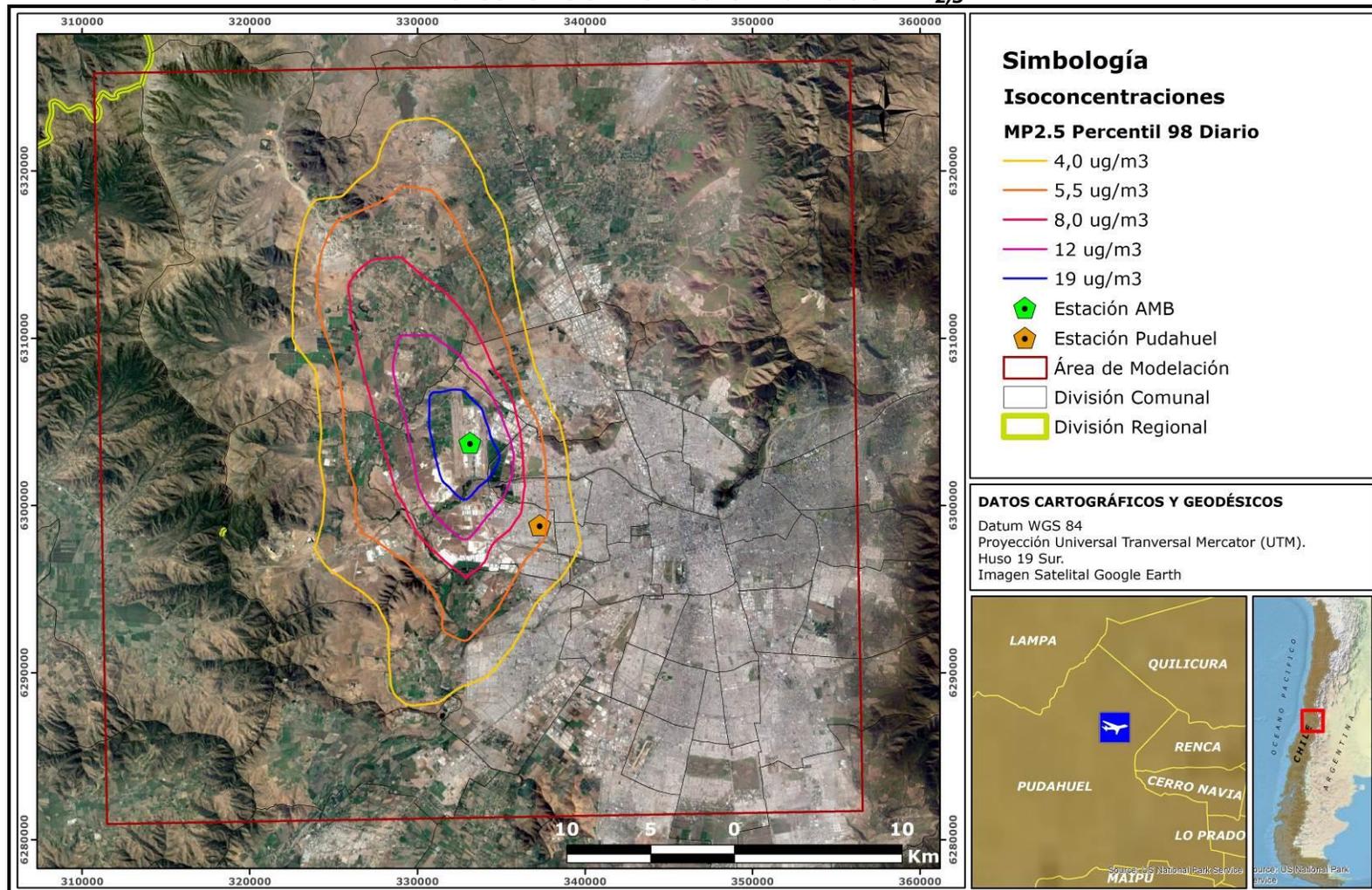
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 22**  
**Promedio del Período de MP<sub>10</sub>**



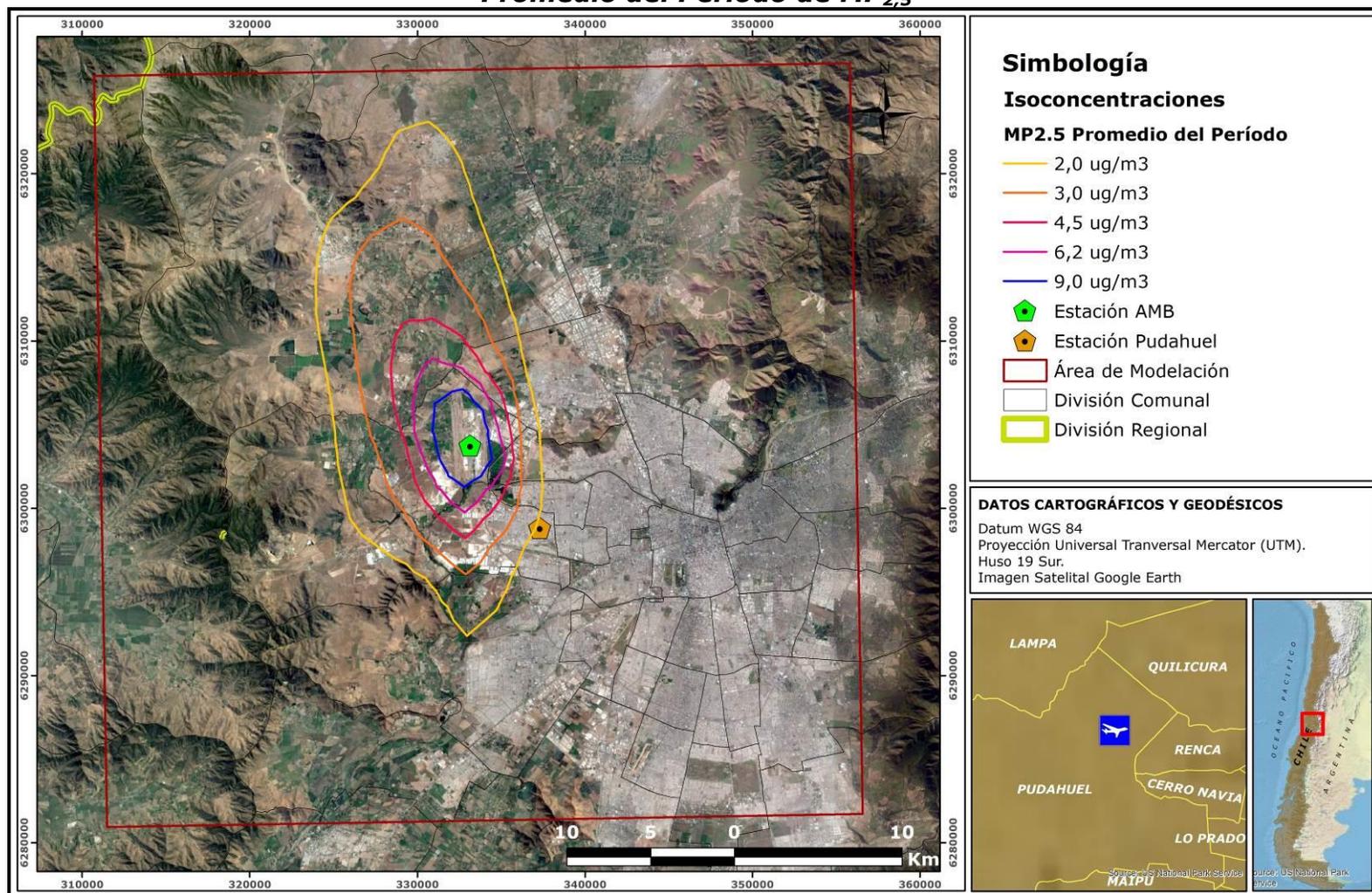
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 23**  
**Percentil 98 Promedio Diario de MP<sub>2,5</sub>**



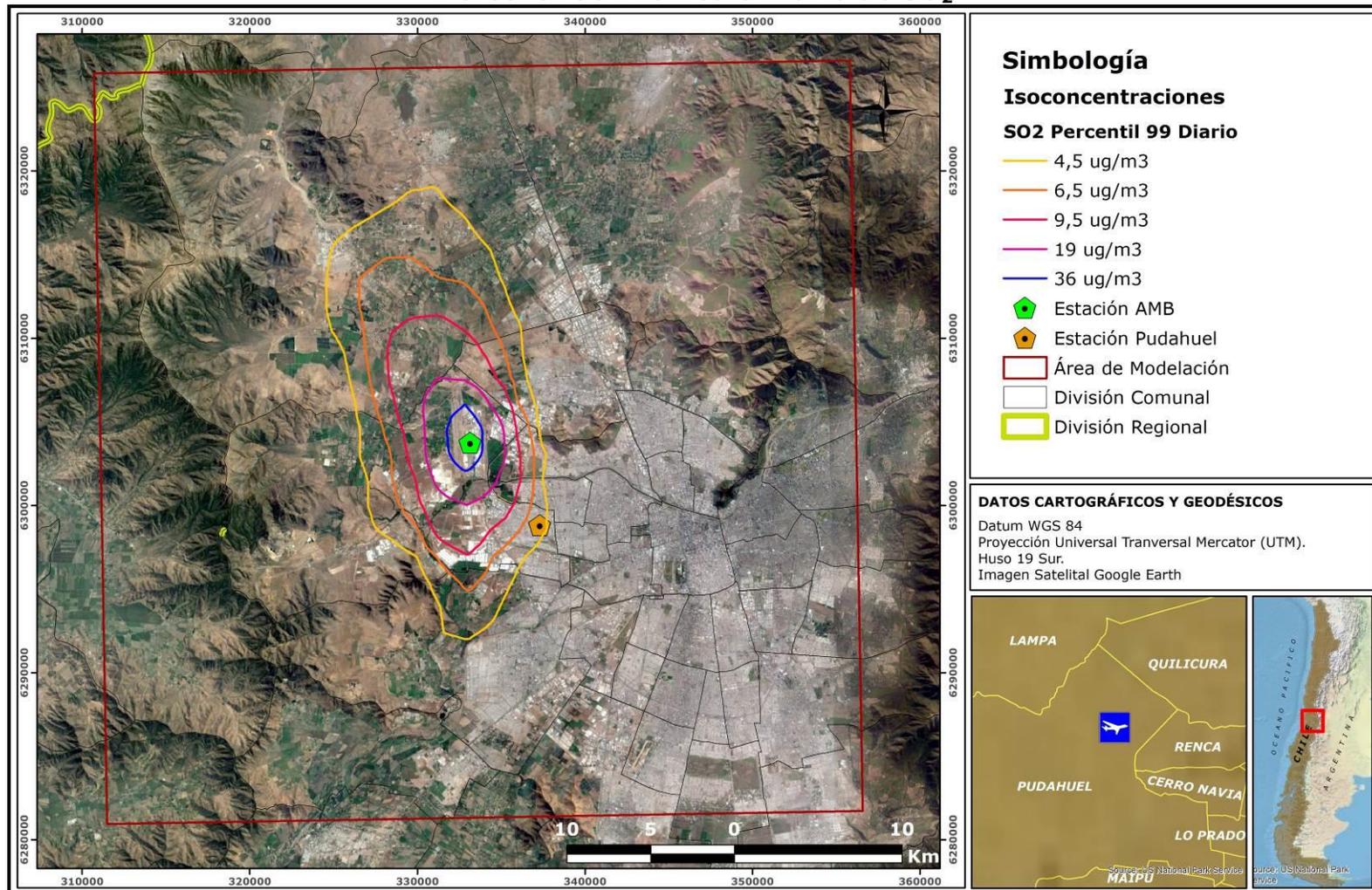
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 24**  
**Promedio del Período de MP<sub>2,5</sub>**



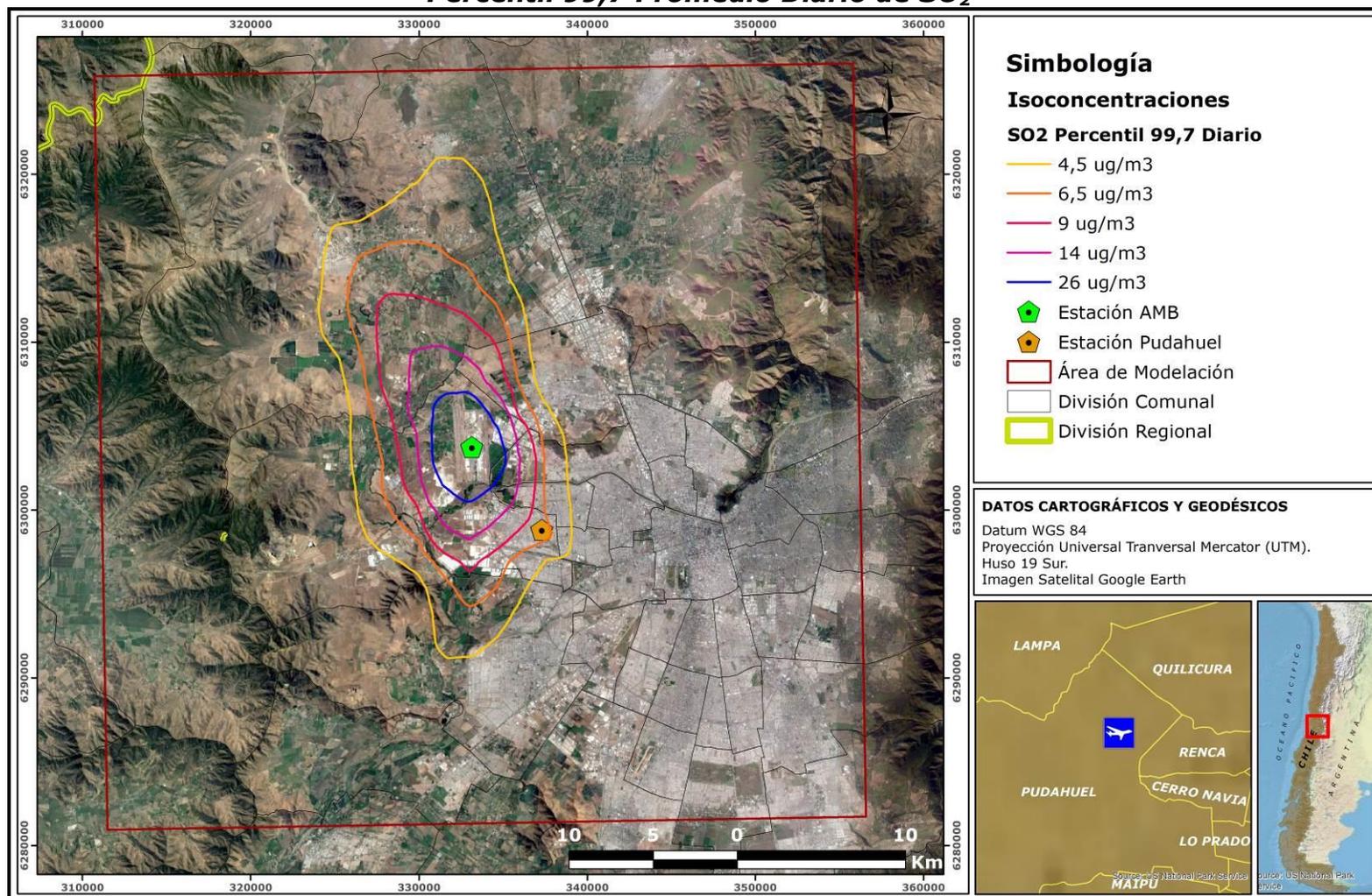
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 25**  
**Percentil 99 Promedio Diario de SO<sub>2</sub>**



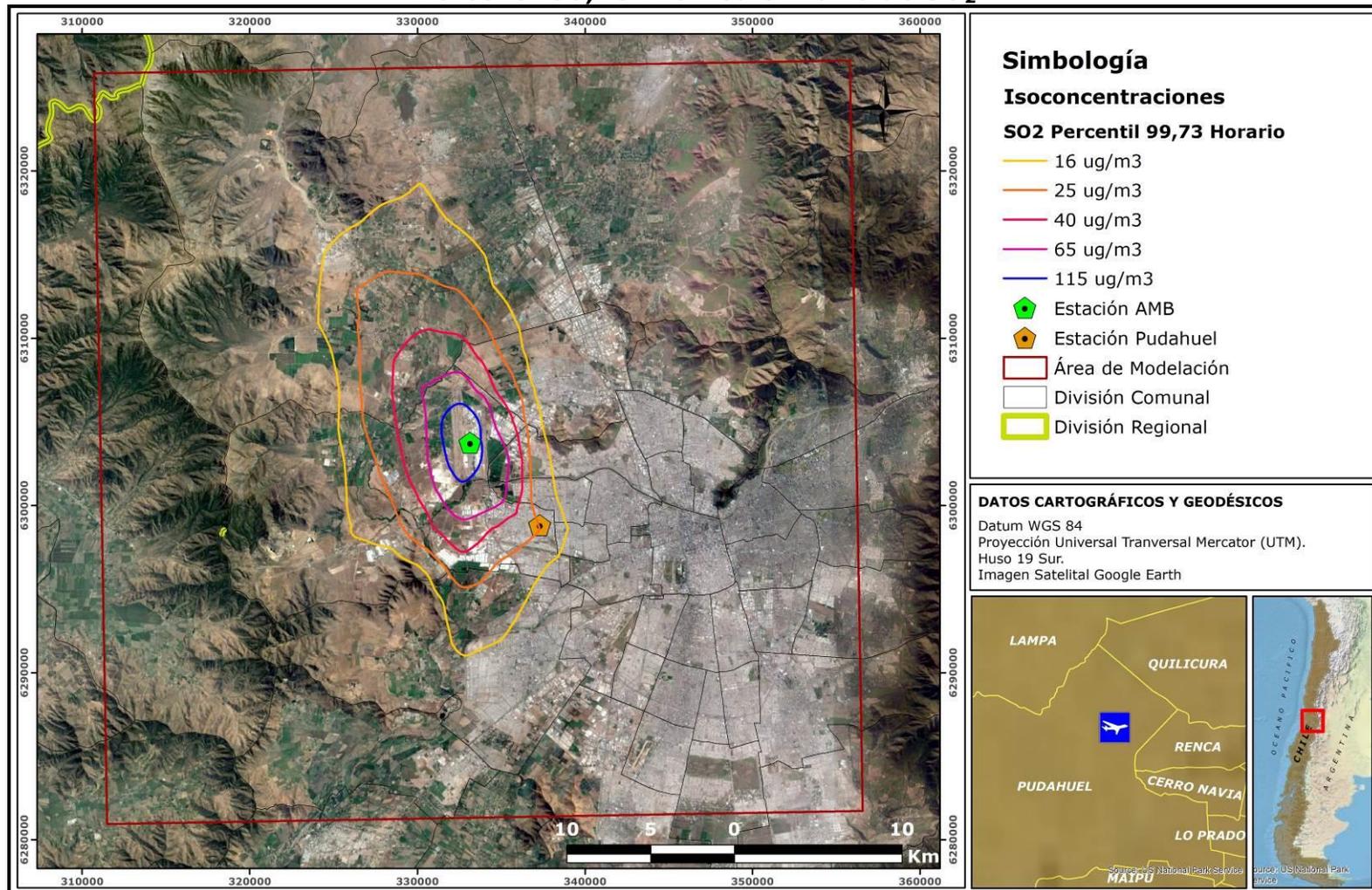
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 26**  
**Percentil 99,7 Promedio Diario de SO<sub>2</sub>**



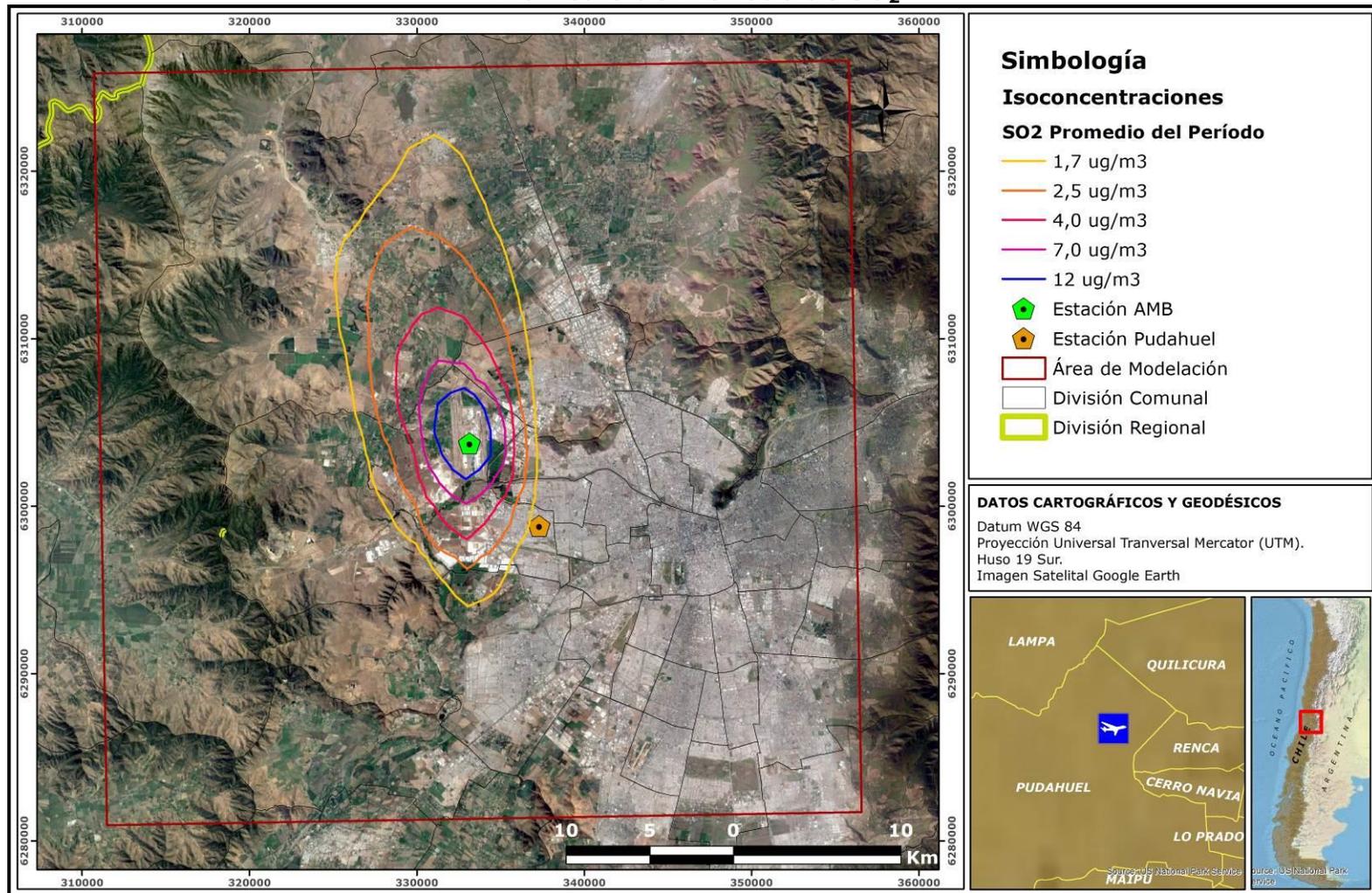
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 27**  
**Percentil 99,73 Promedio Diario de SO<sub>2</sub>**



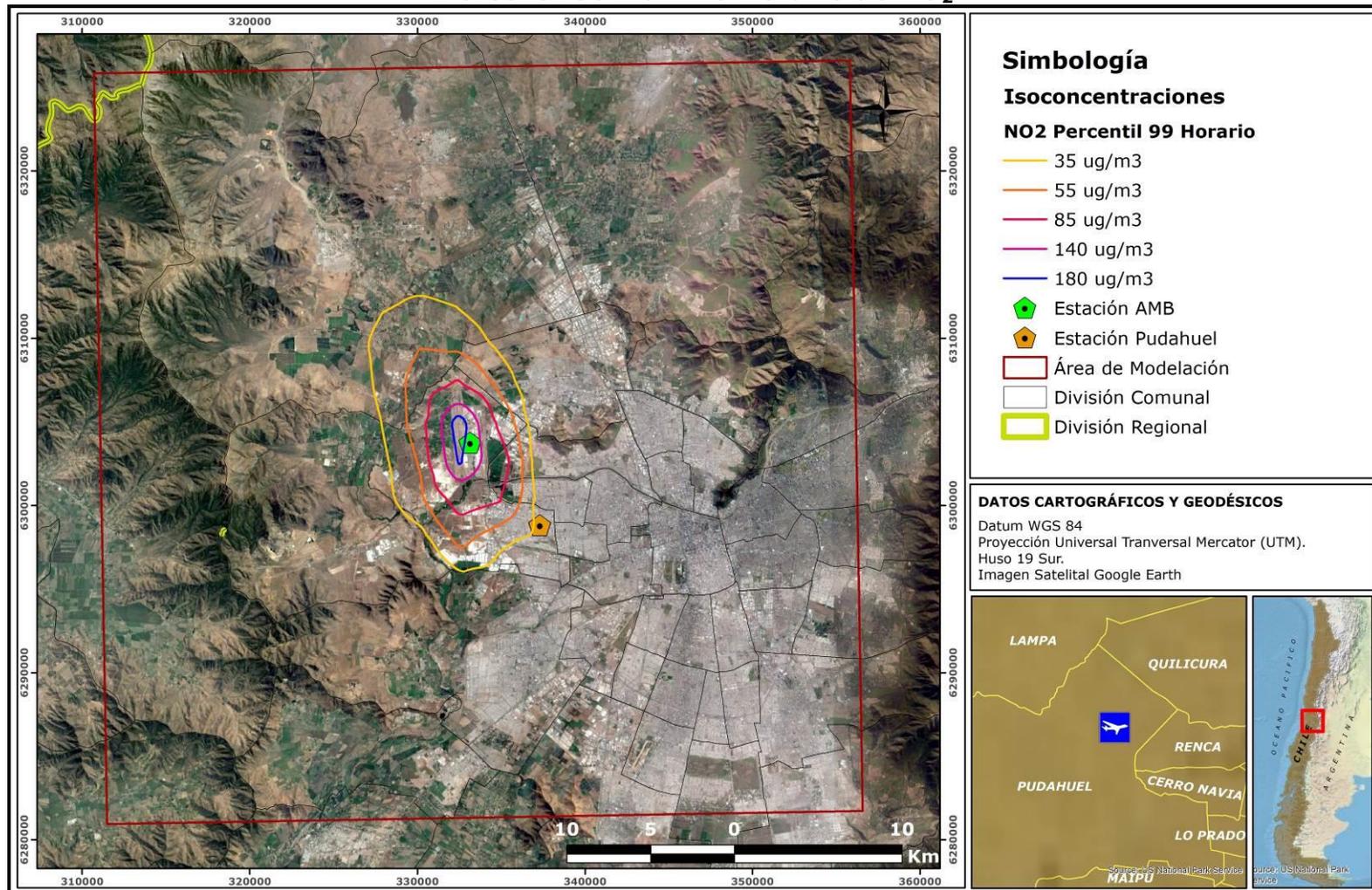
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 28**  
**Promedio del Período de SO<sub>2</sub>**



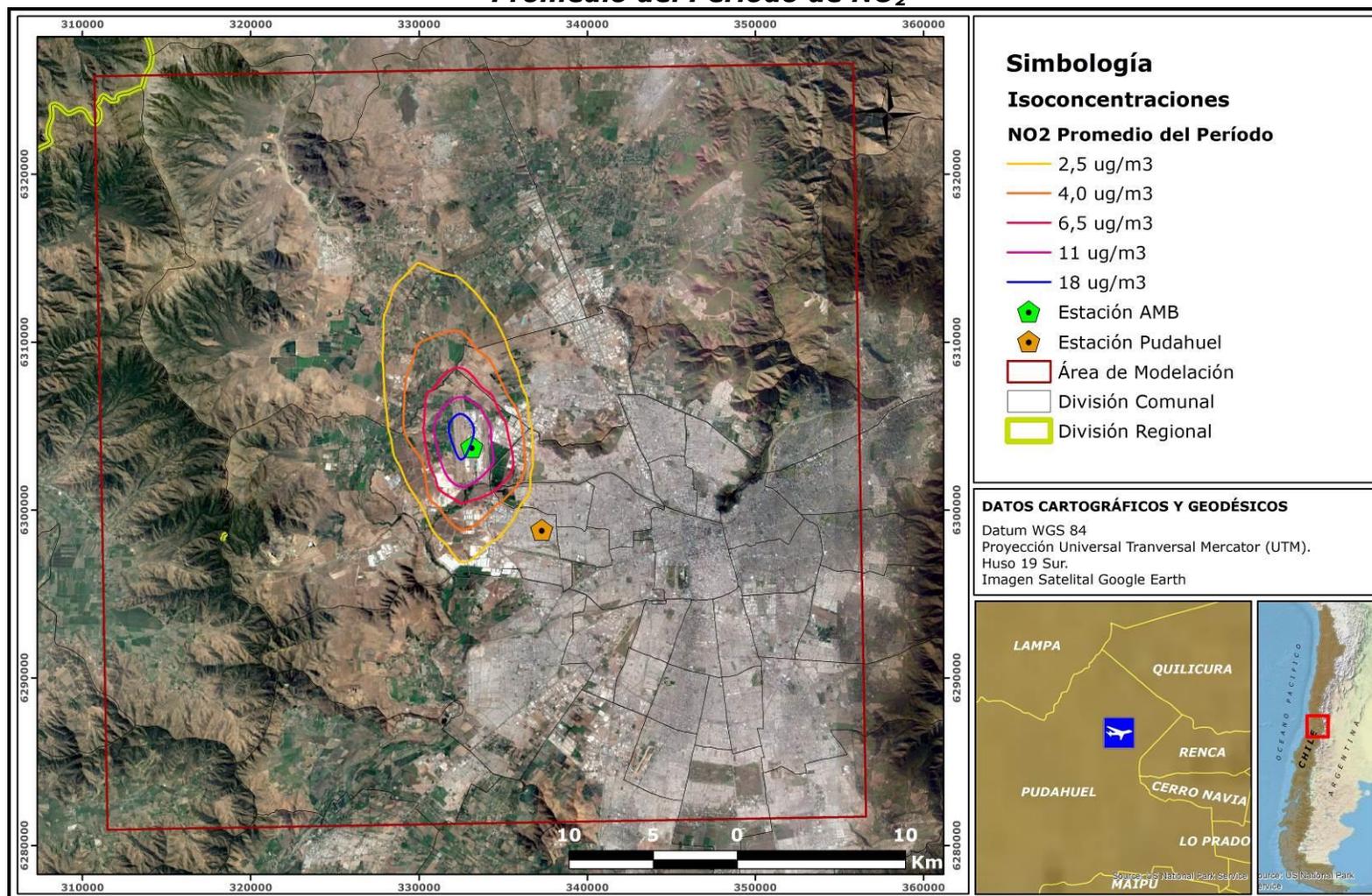
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 29**  
**Percentil 99 Máximo Horario de NO<sub>2</sub>**



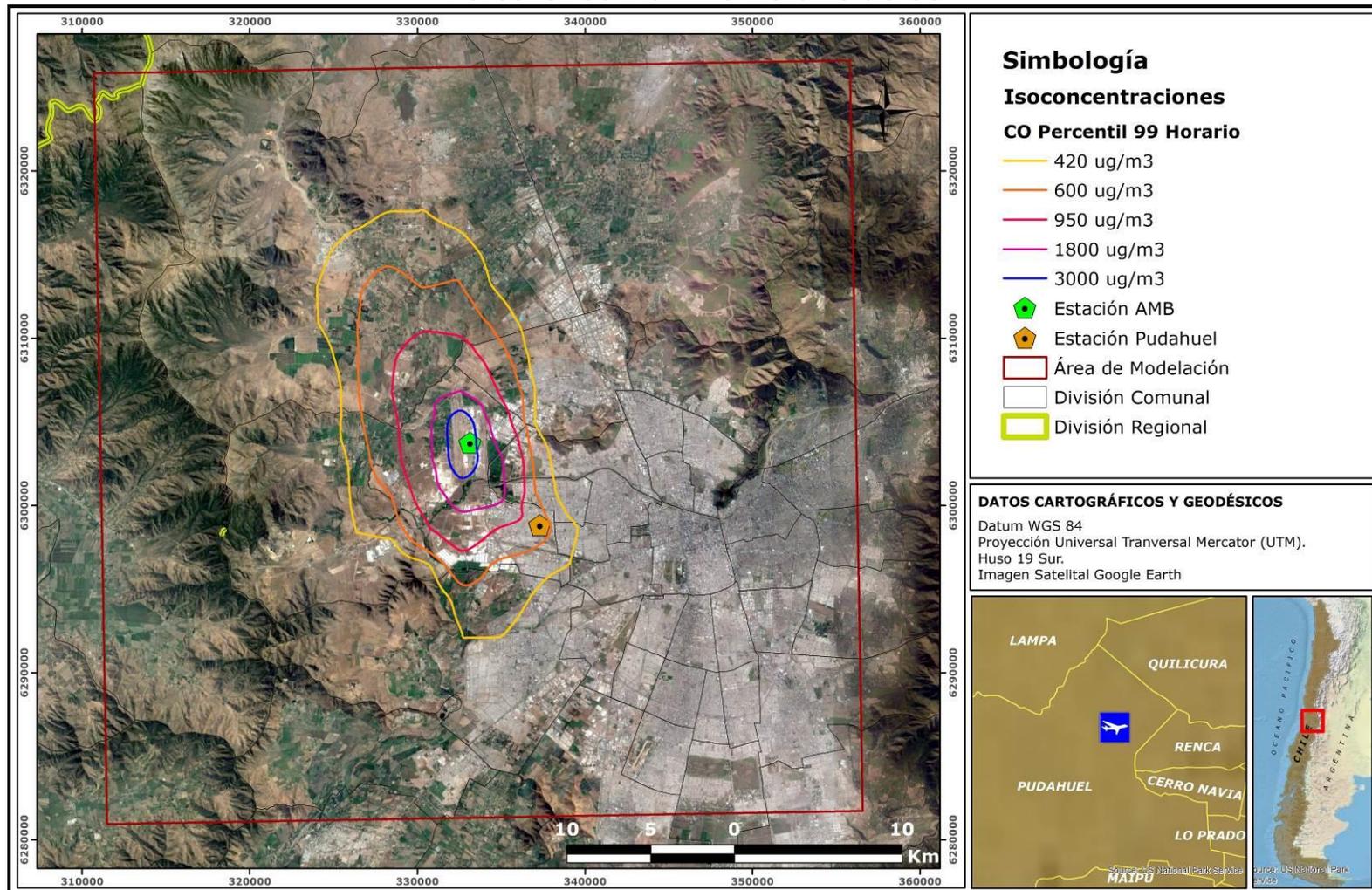
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 30**  
**Promedio del Período de NO<sub>2</sub>**



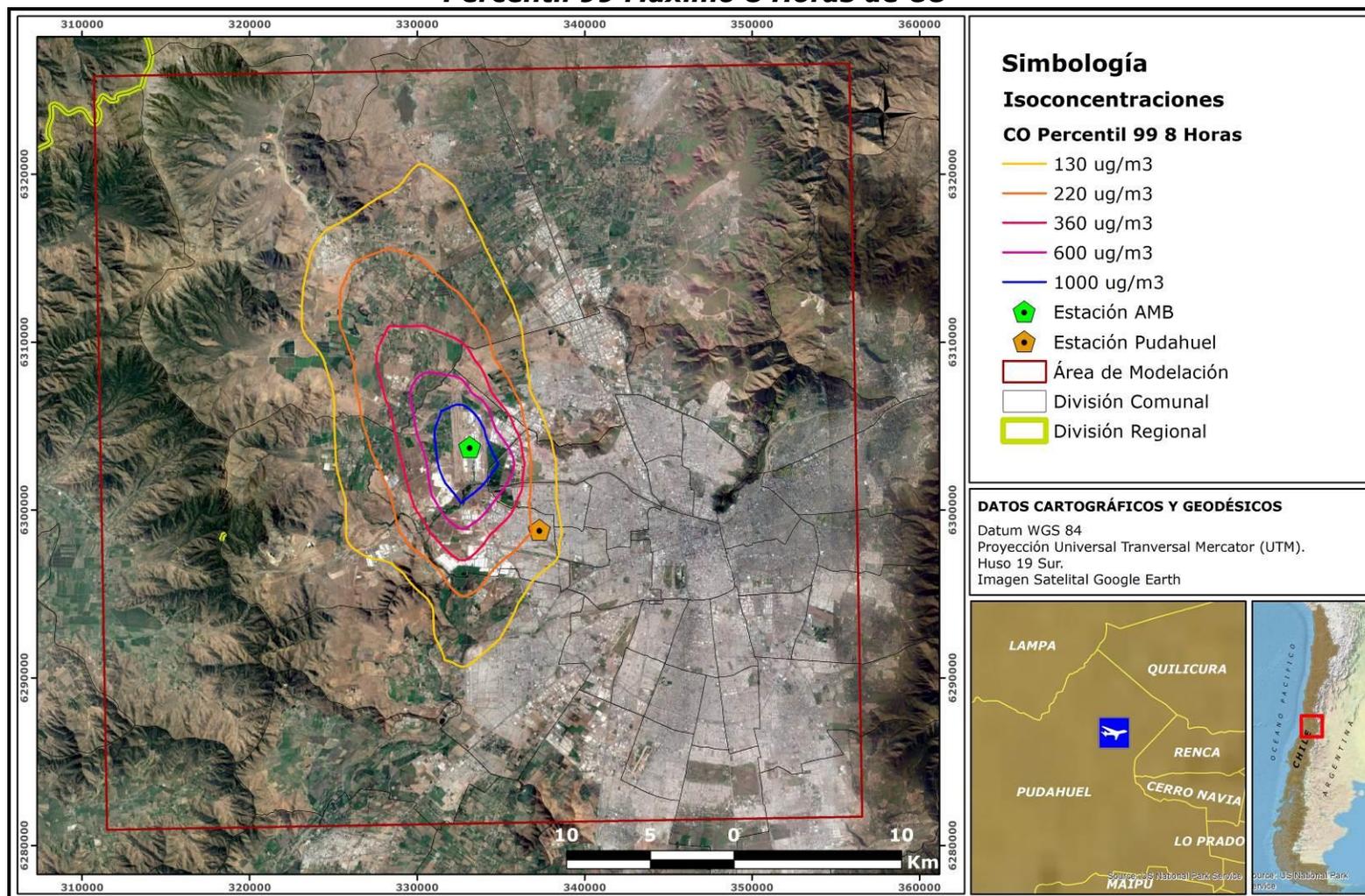
Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 31**  
**Percentil 99 Máximo Horario de CO**



Fuente: Algoritmos, 2016.

**Figura N° 32**  
**Percentil 99 Máximo 8 Horas de CO**



Fuente: Algoritmos, 2016.

## 8 Conclusiones

En base a lo expuesto en las secciones anteriores, las actividades desarrolladas en el Aeropuerto AMB no generan un aporte significativo sobre la calidad del aire de sus comunas aledañas puesto que las mayores concentraciones obtenidas se presentan al interior del recinto.

Además se desprenden las siguientes conclusiones disgregadas sectorialmente:

### Modelación

#### Estación EAMB01

- El NO<sub>2</sub> presenta un mayor aporte respecto a la situación actual (línea de base) para el estadístico percentil 99 máximo horario, alcanzando un 148%. El promedio del período de NO<sub>2</sub> en cambio presenta un aporte menor al monitoreado con un 80%.
- El CO presenta un mayor aporte respecto de la situación actual, para el percentil 99 máximo horario y de 8 horas con un 152% y 155%, respectivamente, las posibles causas de este aumento se pueden deber a condiciones meteorológicas adversas modeladas, o a una sobre estimación de los modelos de inventarios (AEDT 2b, MOVES). También se ha documentado que el modelo CALPUFF podría generar sobrestimaciones en las concentraciones modeladas, esto se debe a que el valor de concentración del PUFF es constante dentro de una celda de cualquier tamaño y no disminuye hacia los bordes (Analyses of the CALMET/CALPUFF modeling system in a screening mode).
- En resumen, los mayores aportes pueden deberse a variadas causas o suma de estas.
- El MP<sub>10</sub>, presenta un aporte menor respecto a lo monitoreado en ambos estadísticos evaluados. Para el promedio del período representa el 83% y para el percentil 98 promedio diario el 55%.
- El MP<sub>2,5</sub>, presenta un aporte menor respecto a los obtenidos de los monitoreos, tanto para el promedio del período como para el percentil 98 promedio diario, con un 81% y 48%, respectivamente

#### Estación Pudahuel

- El mayor aporte para el SO<sub>2</sub> con respecto a lo monitoreado, lo presenta el percentil 99,73 de los máximos horarios, alcanzando 52%, seguido del percentil 99,7 con un aporte del 33%.

- El NO<sub>2</sub> presenta un menor aporte en el percentil 99 máximos horarios y en el promedio del período con respecto a lo monitoreado, con un 24% y 3% respectivamente.
- El CO presenta un menor aporte respecto de la situación actual, para el percentil 99 máximo horario y de 8 horas con un 9% y 3%, respectivamente.
- El MP<sub>10</sub> presenta un menor aporte respecto de la situación actual, para ambos estadísticos con un 3%, respectivamente.
- El MP<sub>2,5</sub> presenta un menor aporte respecto de la situación actual, para los dos estadísticos evaluados, representando el 5%.

Finalmente, se puede concluir que los aportes generados por el Aeropuerto AMB son poco significativos en casi todos los estadísticos evaluados para la Estación definida como Representativa Poblacional, Estación Pudahuel. Cabe destacar que el mayor aporte lo presenta el SO<sub>2</sub> en su percentil 99,73 máximo horario de la normativa secundaria de calidad del aire, aportando el 52% de la situación actual.

Por otro lado el monóxido de carbono, el material particulado respirable MP<sub>10</sub> y material particulado respirable fino MP<sub>2,5</sub>, representan menos del 10% como aporte de la línea base de la Estación Pudahuel. De esta forma gran parte de las concentraciones monitoreadas en la Estación provienen de fuentes externas que no corresponden necesariamente a las generadas por la operación de Aeropuerto AMB.

Con respecto a los gases modelados (CO y NO<sub>2</sub>) y comparados con los monitoreados de la Estación EAMB01, se obtuvo que la modelación presenta un mayor aporte en este punto de interés con respecto a la estación Pudahuel donde los aportes son menores que los monitoreados.