



# SERPRAM

una empresa  **suez**



## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE  
VIII REGIÓN**

**INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018**

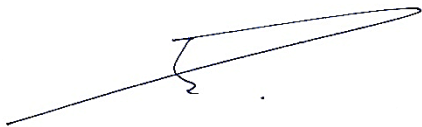
# SERPRAM

una empresa  suez

## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

### **ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE VIII REGIÓN**

INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018



---

Elaborado por:  
David González



---

Autorizado por:  
Claudio Pérez

# ÍNDICE

	<u>PAG.</u>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos	4
3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados	4
<b>4. LEGISLACIÓN VIGENTE</b>	<b>6</b>
4.1 Material particulado fino respirable MP2.5	6
4.2 Decreto supremo N°61/2008	6
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>7</b>
5.1 Mediciones de material particulado fino respirable MP2.5	8
<b>6. DISCUSIONES</b>	<b>13</b>
6.1 Material particulado fino respirable MP2.5	13
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>14</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>15</b>
<b><u>ANEXOS MEDICIONES</u></b>	
ANEXO 1	PARÁMETROS MEDIDOS Y REGISTROS EN EL MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO
ANEXO 2	CERTIFICADOS ACREDITACIONES SERPRAM S.A.
ANEXO 3	CÓDIGOS DE DATOS AUSENTES O INVÁLIDOS, DEFINIDOS SEGÚN D.S. N°61
ANEXO 4	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE INFORME

## RESUMEN

El presente documento corresponde al informe N°3 del año 2018, el cual contiene la información recolectada entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, cuyos resultados más importantes se presentan a continuación:

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

#### ESTACIÓN CARAMPANGUE

PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO	NÚMERO DE EXCEDENCIAS	LÍMITE MÁXIMO NORMATIVA
			DIARIO PERIODO	DIARIO PERIODO	DIARIO
MATERIAL PARTICULADO MP2.5	µg/m <sup>3</sup>	10	24	0	50

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

#### ESTACIÓN LARAQUETE

PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO	NÚMERO DE EXCEDENCIAS	LÍMITE MÁXIMO NORMATIVA
			DIARIO PERIODO	DIARIO PERIODO	DIARIO
MATERIAL PARTICULADO MP2.5	µg/m <sup>3</sup>	8	20	0	50

## **1. INTRODUCCIÓN**

Celulosa Arauco y Constitución S.A. solicitó a SERPRAM S.A. efectuar los servicios de monitoreo de material particulado fino respirable (MP2.5) en paralelo con un muestreador (MP10) ya instalado en su estación de monitoreo de calidad de aire, ubicado en dos sectores poblados de Carampangue y Laraquete, Arauco VIII Región.

El programa de monitoreo consiste en monitorear los siguientes parámetros:

- Material particulado fino respirable, MP2.5

El monitoreo comenzó el 1 de junio de 2011 en estación Laraquete y el 6 de julio de 2011, en estación Carampangue. Cabe mencionar que, a partir del 18 de diciembre de 2015, en estación Laraquete, y el 14 de enero de 2016, en estación Carampangue.

El presente documento corresponde al informe N°3, el cual contiene la información adquirida entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

## **2. OBJETIVOS**

1. Entregar a Celulosa Arauco y Constitución S.A., resultados de parámetros ambientales solicitados.
2. Entregar parámetros ambientales confiables y de calidad a través de procedimientos e instructivos generados en un Sistema de Gestión ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 y Acreditación NCh-ISO 17025.Of2005 ensayos de gravimetría.
3. Realizar un monitoreo continuo asegurando una representación adecuada de los parámetros que se desean analizar, logrando que la recuperación de datos sea mayor al 75 %.
4. Indicar, cuando sea posible, eventos, sucesos o situaciones externas que puedan afectar o condicionar las mediciones del período de monitoreo.
5. Indicar las ocasiones en que se producen excedencias a la normativa vigente en el país.
6. Elaborar un informe que contenga los resultados de las mediciones.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos

El programa contempla el monitoreo continuo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire y la metodología utilizada se presentó en detalle en el Informe N°1 entregado en el mes de julio de 2008.

Los tópicos más importantes que se describieron acerca de la metodología fueron:

- Criterios de selección de lugares e instalación de equipos
- Procedimientos de calibración para los equipos utilizados en la medición
- Programa de operación, control y mantención
- Procedimientos para el procesamiento de datos
- Procedimiento para el manejo de muestras de partículas

Por último, cabe hacer notar que la operación en la estación se realiza bajo las directrices del D.S. N°61 del Ministerio de Salud.

#### 3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados

A continuación, se presenta un detalle de los equipos que se instalaron para realizar el monitoreo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire en las localidades de Carampangue y Laraquete, VIII Región.

##### A. ESTACIÓN CARAMPANGUE

**Lugar:** Los Boldos 05, Villa la Paz.

**Mediciones de calidad del aire:** MP2.5

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola cercano a Villa La Paz. Al Norte, a una distancia aproximadamente a 7.6 Km se encuentran las chimeneas de Celulosa Arauco. Al Sur, aproximadamente a 100 m, se ubica la Villa La Paz. Al Este, se observan árboles de altura mediana que no impiden la libre circulación del viento. Finalmente, al Oeste, a unos 800 m se encuentra la ruta 160.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 74 811 N  
6 55 582 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

VARIABLE	EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	PRINCIPIO DE OPERACIÓN
MP2.5	Teom	231351504	Microbalanza oscilante

## **B. ESTACIÓN LARAQUETE**

**Lugar:** Los Llanos, Lote 52.

### **Mediciones de calidad del aire: MP2.5**

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola, aproximadamente a 200 m de distancia de la Ruta 160. Al Norte, a una distancia de aproximadamente 400 m, se encuentra la Población Los Pinos. Al Sur, se observan bosques de pino y eucaliptos, los que no interrumpen el libre flujo de viento. Al Este, se observan algunas casas y al Oeste, está la ruta 160 y un bosque de pino.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 83 140 N  
6 60 205 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

<b>VARIABLE</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>NÚMERO DE SERIE</b>	<b>PRINCIPIO DE OPERACIÓN</b>
MP2.5	Teom	231821509	Microbalanza oscilante



## 4. LEGISLACIÓN VIGENTE

### 4.1 Material particulado fino respirable MP2.5

La Comisión Nacional del Medio Ambiente en conjunto con la SEREMI de Salud, elaboraron la norma de calidad para material particulado fino respirable MP2.5, con la finalidad de proteger la salud de las personas, ya que estas partículas de diámetro aerodinámico inferior a 2.5 micrones ingresan en su totalidad a los alvéolos pulmonares.

La norma de calidad para MP2.5, establece los siguientes límites para concentración media aritmética diaria y anual, según D.S. N°12/11 MMA, publicado en D.O. el 09.05.2011:

CONTAMINANTE	ANUAL	DIARIO
MP2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	50

*Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino respirable, en los siguientes casos:*

- a) Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año de medición, sea mayor  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP.*
- b) Cuando el promedio tri - anual de las concentraciones anuales sea mayor a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP.*

### 4.2 Decreto supremo N°61/2008

Reglamento que aplica las condiciones de instalación y funcionamiento de las estaciones de medición de contaminantes atmosféricos, con el fin de asegurar la calidad de las mediciones y así verificar el cumplimiento de una Norma Primaria de Calidad o un monitoreo de una Resolución de Calificación Ambiental. Este reglamento indica las directrices y disposiciones en cuanto a las calibraciones de equipos de medición, mantención de monitores, registros mínimos que deben mantenerse en la estación, disposiciones para el tratamiento de los datos e informes, características físicas de los sistemas y subsistemas que integran las estaciones, entre otras.

## 5. RESULTADOS

En la Tabla 5.1 y 5.2, se presenta un resumen de los datos disponibles con el porcentaje de recuperación del período de mediciones, para las estaciones de Carampangue y Laraquete.

Los parámetros medidos están identificados por la siguiente nomenclatura:

MP2.5 Material particulado fino respirable, de tamaño aerodinámico 2.5 micrones

**TABLA 5.1**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS EN MONITOREO  
DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN CARAMPANGUE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
MP2.5	666	670	694	89.5	99.7	93.3

**TABLA 5.2**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS EN MONITOREO  
DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN LARAQUETE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
MP2.5	738	668	660	99.2	99.4	88.7

### Observaciones

La pérdida de datos para material particulado continuo, se puede provocar por cortes de energía o fallas en el equipo.

Cabe mencionar que el detalle de la ausencia de datos se encuentra en los informes de ensayos entregados en el Anexos 1.

## **5.1 Mediciones de material particulado fino respirable MP2.5**

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de material particulado, obtenidos en las estaciones Carampangue y Laraquete, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

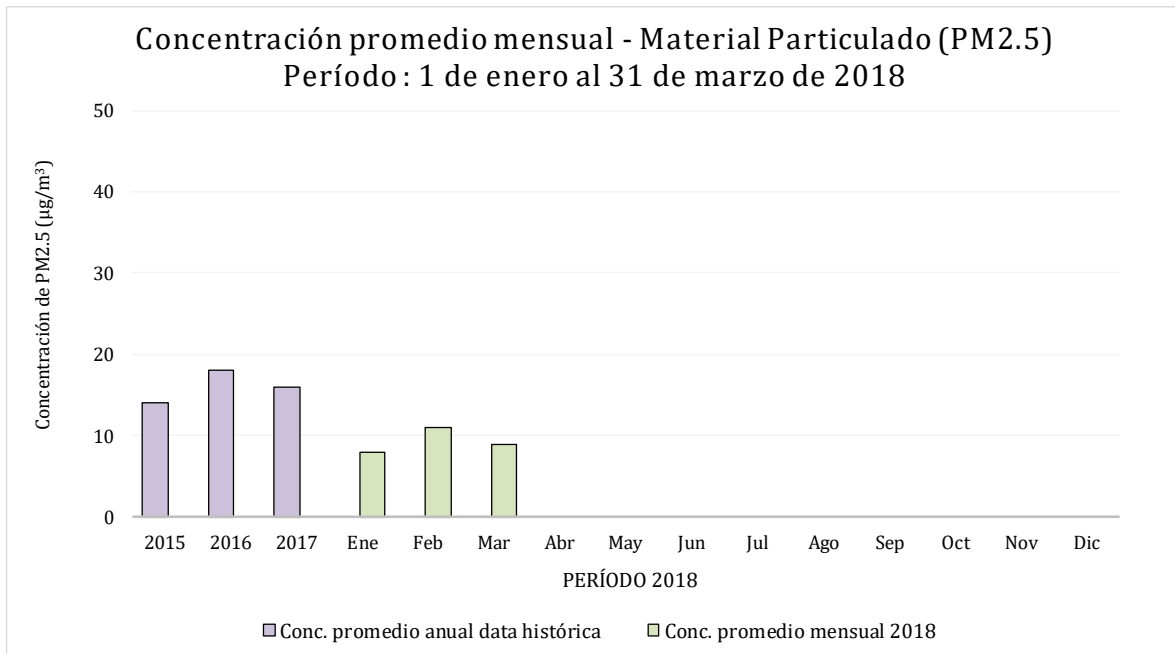
En las Tablas 5.3 y 5.4; y en las Figuras 5.1 y 5.2, se presentan los resultados de las mediciones realizadas de material particulado fino respirable MP2.5.

En Anexo 1, se presenta un análisis estadístico de la información de concentración de material particulado, valores horarios, valores medios diarios, valores máximos y mínimos. Además, se incluye una gráfica de los ciclos promedios horarios y de los valores medios diarios.

**TABLA 5.3****RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
MATERIAL PARTICULADO FINO RESPIRABLE MP2.5 EN EL AIRE AMBIENTE****ESTACIÓN CARAMPANGUE  
Concentraciones expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 

PERÍODO 2018	CONCENTRACIÓN MP2.5	
	PROMEDIO <sup>1</sup>	MÁXIMO DIARIO
Enero	8	16
Febrero	11	24
Marzo	9	20
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	9	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	24
<b>RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017</b>		
PERÍODO	PROMEDIO	PERCENTIL 98 <sup>1</sup>
<b>2015</b>	14	37
<b>2016</b>	18	53
<b>2017</b>	16	44
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>16</b>	-

<sup>1</sup>La norma primaria de calidad del aire para MP2.5 (D.S. N°12/2011) establece un límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para concentración de 24 horas y un límite de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como concentración promedio anual.

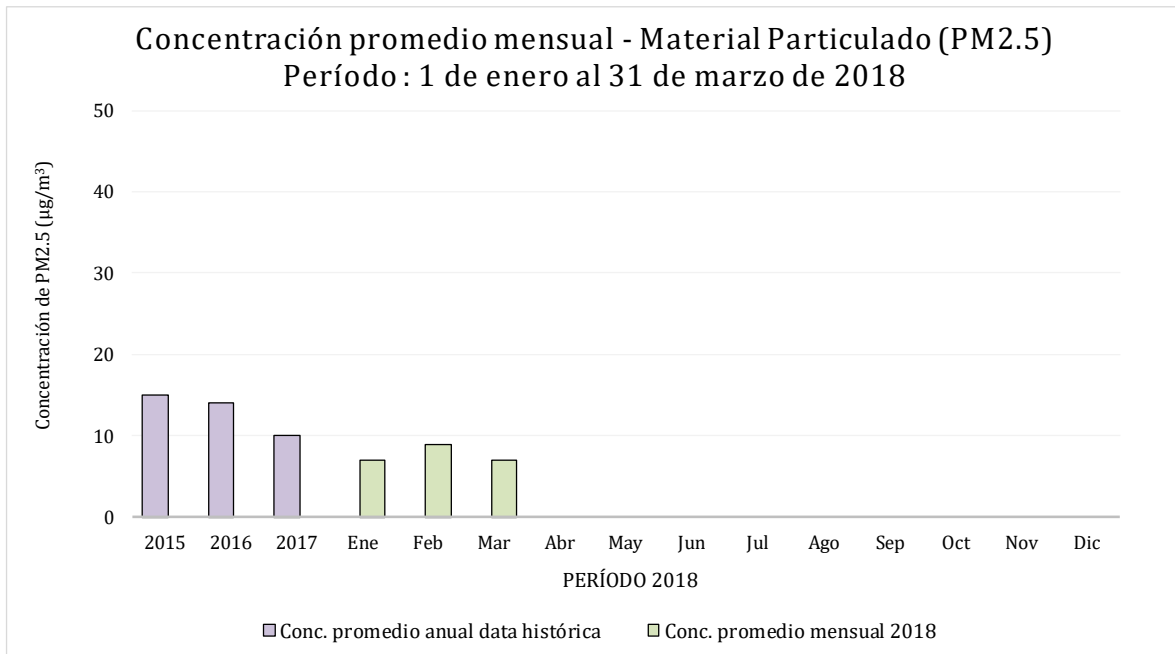


**Figura 5.1** – Concentración promedio mensual de MP2.5, en estación Carampangue

**TABLA 5.4****RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
MATERIAL PARTICULADO FINO RESPIRABLE MP2.5 EN EL AIRE AMBIENTE****ESTACIÓN LARAQUETE  
Concentraciones expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 

PERÍODO 2018	CONCENTRACIÓN MP2.5	
	PROMEDIO <sup>1</sup>	MÁXIMO DIARIO
Enero	7	14
Febrero	9	20
Marzo	7	13
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	8	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	20
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017		
PERÍODO	PROMEDIO	PERCENTIL 98 <sup>1</sup>
<b>2015</b>	15	38
<b>2016</b>	14	35
<b>2017</b>	10	25
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>13</b>	-

<sup>1</sup>La norma primaria de calidad del aire para MP2.5 (D.S. N°12/2011) establece un límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para concentración de 24 horas y un límite de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como concentración promedio anual.



**Figura 5.2 - Concentración promedio mensual de MP2.5, en estación Laraquete**

## **6. DISCUSIONES**

### **6.1 Material particulado fino respirable MP2.5**

#### **A. Estación Carampangue**

Al comparar los resultados presentados en la Tabla 5.3, con la norma de calidad del aire para 24 horas fijada en el D.S. N°12, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre 3 y 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; y el valor medio del período fue de 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **A. Estación Laraquete**

Al comparar los resultados presentados en la Tabla 5.4, con la norma de calidad del aire para 24 horas fijada en el D.S. N°12, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre 2 y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; y el valor medio del período fue de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## **7. CONCLUSIONES**

De las mediciones efectuadas en el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, se puede inferir que, las mediciones de material particulado fino respirable MP2.5, en las estaciones Carampangue y Laraquete, no superan los límites máximos permisibles fijados para 24 horas en la Norma Chilena de calidad del aire, Decreto Supremo N°12.

## **REFERENCIAS**

D.S. N°12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, **Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable MP2.5.**

D.S. N°61/2008 del Ministerio de Salud, **Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos.**

R.E. N°223/2015 del Ministerio del Medio Ambiente, **Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Medioambientales.**



# SERPRAM

una empresa  **suez**



## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

### **ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE VIII REGIÓN**

**INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018**

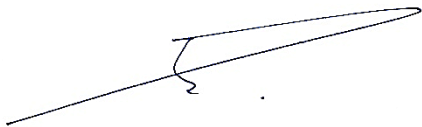
# SERPRAM

una empresa  suez

## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

### **ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE VIII REGIÓN**

**INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018**



---

Elaborado por:  
David González



---

Autorizado por:  
Claudio Pérez

# ÍNDICE

	<u>PAG.</u>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos	4
3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados	4
<b>4. LEGISLACIÓN VIGENTE</b>	<b>6</b>
4.1 Decreto supremo N°61/2008	6
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>7</b>
5.1 Mediciones de azufre total reducido	8
<b>6. DISCUSIONES</b>	<b>11</b>
6.1 Azufre total reducido	11
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>12</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>13</b>
<b><u>ANEXOS MEDICIONES</u></b>	
ANEXO 1	RESULTADOS ESTADÍSTICOS CONTAMINANTES GASEOSOS
ANEXO 2	VERIFICACIONES DE ZERO Y SPAN REALIZADAS A LOS ANALIZADORES DE GASES
ANEXO 3	CERTIFICADOS ACREDITACIONES SERPRAM S.A.
ANEXO 4	CÓDIGOS DE DATOS AUSENTES O INVÁLIDOS, DEFINIDOS SEGÚN D.S. N°61
ANEXO 5	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE INFORME

## RESUMEN

El presente documento corresponde al informe N°3 del año 2018, el cual contiene la información recolectada entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, cuyos resultados más importantes se presentan a continuación:

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

#### ESTACIÓN CARAMPANGUE

PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO	
			DIARIO	HORA
AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)	ppb	1	3	16

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

#### ESTACIÓN LARAQUETE

PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO	
			DIARIO	HORA
AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)	ppb	1	2	6

## 1. INTRODUCCIÓN

Celulosa Arauco y Constitución S.A. solicitó a SERPRAM S.A. efectuar mediciones de calidad de aire y de parámetros meteorológicos en dos sectores poblados, uno en Carampangue y el otro en Laraquete, Arauco Región del Biobío, con la finalidad de cumplir con las exigencias de la Resolución Exenta N°170/2006, del 1 de junio de 2006, que calificó favorablemente el proyecto “Operación de la Turbina TG 24 MW con Petróleo Diesel como Combustible Alternativo” y la N°125/2008, del 10 de abril de 2008, que Califica Ambientalmente Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto “Planta de Cogeneración de Energía Eléctrica y Vapor con Biomasa en CFI Horcones”, a fin de que los monitoreos sean representativos de la calidad de aire en ambos sectores, Laraquete y Carampangue.

El programa de monitoreo no consideró monitorear los compuestos de azufre total reducido (TRS), por lo que se decidió medirlos, con la finalidad de tener antecedentes que permitan su eventual utilización en el futuro. El monitoreo de TRS, en las nuevas estaciones de monitoreo ambiental, comenzó el 06 de mayo de 2008 en estación Carampangue y el 20 de junio de 2008 en Laraquete.

El programa de monitoreo consiste en monitorear los siguientes parámetros:

- Azufre Total Reducido, TRS

El presente documento corresponde al informe N°3, el cual contiene la información adquirida entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

## **2. OBJETIVOS**

1. Entregar a Celulosa Arauco y Constitución S.A., resultados de parámetros ambientales solicitados.
2. Entregar parámetros ambientales confiables y de calidad a través de procedimientos e instructivos generados en un Sistema de Gestión ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 y Acreditación NCh-ISO 17025.Of2005 ensayos de gravimetría.
3. Realizar un monitoreo continuo asegurando una representación adecuada de los parámetros que se desean analizar, logrando que la recuperación de datos sea mayor al 75 %.
4. Indicar, cuando sea posible, eventos, sucesos o situaciones externas que puedan afectar o condicionar las mediciones del período de monitoreo.
5. Indicar las ocasiones en que se producen excedencias a la normativa vigente en el país.
6. Elaborar un informe que contenga los resultados de las mediciones.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos

El programa contempla el monitoreo continuo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire y la metodología utilizada se presentó en detalle en el Informe N°1 entregado en el mes de julio de 2008.

Los tópicos más importantes que se describieron acerca de la metodología fueron:

- Criterios de selección de lugares e instalación de equipos
- Procedimientos de calibración para los equipos utilizados en la medición
- Programa de operación, control y mantención
- Procedimientos para el procesamiento de datos
- Procedimiento para el manejo de muestras de partículas

Por último, cabe hacer notar que la operación en la estación se realiza bajo las directrices del D.S. N°61 del Ministerio de Salud.

#### 3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados

A continuación, se presenta un detalle de los equipos que se instalaron para realizar el monitoreo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire en las localidades de Carampangue y Laraquete, VIII Región.

##### A. ESTACIÓN CARAMPANGUE

**Lugar:** Los Boldos 05, Villa la Paz.

**Mediciones de calidad del aire:** TRS

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola cercano a Villa La Paz. Al Norte, a una distancia aproximadamente a 7.6 Km se encuentran las chimeneas de Celulosa Arauco. Al Sur, aproximadamente a 100 m, se ubica la Villa La Paz. Al Este, se observan árboles de altura mediana que no impiden la libre circulación del viento. Finalmente, al Oeste, a unos 800 m se encuentra la ruta 160.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 74 811 N  
6 55 582 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

VARIABLE	EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	PRINCIPIO DE OPERACIÓN
Azufre total reducido	Teledyne 102E	1061	Fluorescencia UV

## **B. ESTACIÓN LARAQUETE**

**Lugar:** Los Llanos, Lote 52.

### **Mediciones de calidad del aire: TRS**

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola, aproximadamente a 200 m de distancia de la Ruta 160. Al Norte, a una distancia de aproximadamente 400 m, se encuentra la Población Los Pinos. Al Sur, se observan bosques de pino y eucaliptos, los que no interrumpen el libre flujo de viento. Al Este, se observan algunas casas y al Oeste, está la ruta 160 y un bosque de pino.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 83 140 N  
6 60 205 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

<b>VARIABLE</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>NÚMERO DE SERIE</b>	<b>PRINCIPIO DE OPERACIÓN</b>
Azufre total reducido	Thermo 48i	817730676	Fluorescencia UV

## **4. LEGISLACIÓN VIGENTE**

### **4.1 Decreto supremo N°61/2008**

Reglamento que aplica las condiciones de instalación y funcionamiento de las estaciones de medición de contaminantes atmosféricos, con el fin de asegurar la calidad de las mediciones y así verificar el cumplimiento de una Norma Primaria de Calidad o un monitoreo de una Resolución de Calificación Ambiental. Este reglamento indica las directrices y disposiciones en cuanto a las calibraciones de equipos de medición, mantención de monitores, registros mínimos que deben mantenerse en la estación, disposiciones para el tratamiento de los datos e informes, características físicas de los sistemas y subsistemas que integran las estaciones, entre otras.

## 5. RESULTADOS

En la Tabla 5.1 y 5.2, se presenta un resumen de los datos disponibles con el porcentaje de recuperación del período de mediciones, para las estaciones de Carampangue y Laraquete.

Los parámetros medidos están identificados por la siguiente nomenclatura:

TRS Azufre total reducido

**TABLA 5.1**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS EN MONITOREO  
DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN CARAMPANGUE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
TRS	664	666	664	89.2	99.1	89.2

**TABLA 5.2**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS EN MONITOREO  
DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN LARAQUETE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
TRS	736	665	693	98.9	99.0	93.1

### Observaciones

Para los contaminantes gaseosos, en general, la pérdida de datos se debe a las verificaciones de zero, span y a mantenciones en terreno las que duran entre 1 y 5 horas.

Cabe mencionar que el detalle de la ausencia de datos se encuentra en los informes de ensayos entregados en el Anexos 1.

## **5.1 Mediciones de azufre total reducido**

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de azufre total reducido, obtenidos en las estaciones Carampangue y Laraquete, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

En las Tablas 5.3 y 5.4, se presentan los resultados de las mediciones realizadas de azufre total reducido TRS.

En Anexo 1, se presentan los valores horarios para cada contaminante, valores medios diarios y valores máximos y mínimos. Además, se incluye una gráfica de los ciclos promedios horarios y de los valores medios diarios.

En Anexo 2, para cada equipo de monitoreo instalado se presentan las verificaciones de zero y span realizadas durante el transcurso de las mediciones.

**TABLA 5.3**

**RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
AZUFRE TOTAL REDUCIDO EN EL AIRE AMBIENTE**

**ESTACIÓN CARAMPANGUE**  
Concentraciones expresadas en ppb

PERÍODO	AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)		
	PROMEDIO MENSUAL	VALOR MÁXIMO DIARIO	VALOR MÁXIMO HORARIO
Enero	1	2	16
Febrero	1	3	8
Marzo	1	2	11
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	-	-	-
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	-	-	-
Octubre	-	-	-
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2018			
<b>PROM. ANUAL</b>	1	-	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	3	16

**TABLA 5.4**

**RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
AZUFRE TOTAL REDUCIDO EN EL AIRE AMBIENTE**

**ESTACIÓN LARAQUETE  
Concentraciones expresadas en ppb**

PERÍODO	AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)		
	PROMEDIO MENSUAL	VALOR MÁXIMO DIARIO	VALOR MÁXIMO HORARIO
Enero	1	1	5
Febrero	1	2	5
Marzo	0	1	6
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	-	-	-
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	-	-	-
Octubre	-	-	-
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2018			
<b>PROM. ANUAL</b>	1	-	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	2	6

## **6. DISCUSIONES**

### **6.1 Azufre total reducido**

Debido a que el Azufre Total Reducido no cuenta con Norma de Calidad en Chile, se considerará el límite recomendado por la Organización Mundial de Salud (OMS), de 100 ppb como máximo promedio diario.

#### **A. Estación Carampangue**

Al comparar los resultados presentados en la Tabla 5.3, con el límite recomendado por la OMS, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre no detectable y 3 ppb; y el valor medio del período fue de 1 ppb.

#### **A. Estación Laraquete**

Al comparar los resultados presentados en la Tabla 5.4, con el límite recomendado por la OMS, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre no detectable y 2 ppb; y el valor medio del período fue de 1 ppb.



## **7. CONCLUSIONES**

De las mediciones efectuadas en el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, se puede inferir que, las mediciones de azufre total reducido, en las estaciones Carampangue y Laraquete, no superan el límite máximo diario recomendado por la Organización Mundial de Salud.

## **REFERENCIAS**

D.S. N°61/2008 del Ministerio de Salud, **Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos.**

R.E. N°223/2015 del Ministerio del Medio Ambiente, **Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Medioambientales.**



# SERPRAM

una empresa  **suez**



## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE  
VIII REGIÓN**

**INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018**

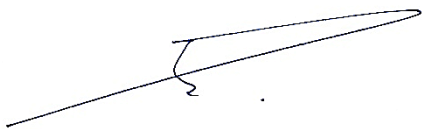
# SERPRAM

una empresa  suez

## **MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

### **ESTACIONES CARAMPANGUE Y LARAQUETE VIII REGIÓN**

INFORME N°3: PERÍODO 1 DE ENERO AL  
31 DE MARZO DE 2018



---

Elaborado por:  
David González



---

Autorizado por:  
Claudio Pérez

# ÍNDICE

	<u>PAG.</u>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>7</b>
3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos	7
3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados	7
<b>4. LEGISLACIÓN VIGENTE</b>	<b>9</b>
4.1 Material particulado respirable MP10	9
4.2 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	9
4.3 Ozono (O <sub>3</sub> )	10
4.4 Monóxido de carbono (CO)	11
4.5 Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	11
4.6 Decreto supremo N°61/2008	12
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
5.1 Meteorología	15
5.2 Mediciones de material particulado respirable MP10	17
5.3 Mediciones de contaminantes gaseosos	22
<b>6. DISCUSIONES</b>	<b>41</b>
6.1 Variables meteorológicas	41
6.2 Material particulado respirable MP10	42
6.3 Contaminantes gaseosos	43
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>46</b>

## **ANEXOS MEDICIONES**

- ANEXO 1 RESULTADOS ESTADÍSTICOS VARIABLES METEOROLÓGICAS
- ANEXO 2 PARÁMETROS MEDIDOS Y REGISTROS EN EL MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO
- ANEXO 3 RESULTADOS ESTADÍSTICOS CONTAMINANTES GASEOSOS
- ANEXO 4 VERIFICACIONES DE ZERO Y SPAN REALIZADAS A LOS ANALIZADORES DE GASES
- ANEXO 5 CERTIFICADOS ACREDITACIONES SERPRAM S.A.
- ANEXO 6 CÓDIGOS DE DATOS AUSENTES O INVÁLIDOS, DEFINIDOS SEGÚN D.S. N°61
- ANEXO 7 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE INFORME

## RESUMEN

El presente documento corresponde al informe N°3 del año 2018, el cual contiene la información recolectada entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, cuyos resultados más importantes se presentan a continuación:

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

#### ESTACIÓN CARAMPANGUE

PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO		NÚMERO DE EXCEDENCIAS		LÍMITE MÁXIMO NORMATIVA	
			DIARIO PERIODO	HORA	DIARIO PERIODO	HORA	DIARIO	HORA
MATERIAL PARTICULADO MP10	µg/m³N	26	51	128	0	-	150	-
DIÓXIDO DE AZUFRE	ppb	1	4	16	0	0	96	268 (*)
OZONO	ppb	9	14	27 (+)	-	0 (+)	-	61 (+)
MONÓXIDO DE CARBONO	ppm	0	0 (+)	1	0 (+)	0	9 (+)	26
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	ppb	2	7	19	-	0	-	213

(+) Concentración media máxima intervalo de 8 horas.

(\*) Norma secundaria Decreto Supremo N°22 zona sur.

**RESUMEN DE RESULTADOS  
MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS**

**ESTACIÓN LARAQUETE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR MEDIO PERIODO	VALOR MÁXIMO		NÚMERO DE EXCEDENCIAS		LÍMITE MÁXIMO NORMATIVA	
			DIARIO PERIODO	HORA	DIARIO PERIODO	HORA	DIARIO	HORA
<b>MATERIAL PARTICULADO MP10</b>	µg/m <sup>3</sup> N	23	44	88	0	-	150	-
<b>DIÓXIDO DE AZUFRE</b>	ppb	1	5	22	0	0	96	268 (*)
<b>OZONO</b>	ppb	11	19	31 (+)	-	0 (+)	-	61 (+)
<b>MONÓXIDO DE CARBONO</b>	ppm	0	1 (+)	1	0 (+)	0	9 (+)	26
<b>DIÓXIDO DE NITRÓGENO</b>	ppb	3	8	16	-	0	-	213

(+) *Concentración media máxima intervalo de 8 horas.*

(\*) *Norma secundaria Decreto Supremo N°22 zona sur.*



## 1. INTRODUCCIÓN

Celulosa Arauco y Constitución S.A. solicitó a SERPRAM S.A. efectuar mediciones de calidad de aire y de parámetros meteorológicos en dos sectores poblados, uno en Carampangue y el otro en Laraquete, Arauco Región del Biobío, con la finalidad de cumplir con las exigencias de la Resolución Exenta N°170/2006, del 1 de junio de 2006, que calificó favorablemente el proyecto “Operación de la Turbina TG 24 MW con Petróleo Diesel como Combustible Alternativo” y la N°125/2008, del 10 de abril de 2008, que Califica Ambientalmente Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto “Planta de Cogeneración de Energía Eléctrica y Vapor con Biomasa en CFI Horcones”, a fin de que los monitoreos sean representativos de la calidad de aire en ambos sectores, Laraquete y Carampangue.

De esta forma, a partir del 06 de mayo de 2008 comienzan a operar la nueva estación meteorológica Carampangue y desde el 20 de junio de 2008, Laraquete.

A partir del 1 de enero de 2016, las estaciones de Carampangue y Laraquete, comienzan con el monitoreo de monóxido de carbono.

El programa de monitoreo de parámetros meteorológicos y calidad del aire, consiste en monitorear en forma continua los siguientes parámetros:

- Velocidad y dirección de viento
- Material particulado respirable, MP10
- Dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>
- Ozono, O<sub>3</sub>
- Monóxido de carbono, CO
- Óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>

El presente documento corresponde al informe N°3, el cual contiene la información adquirida entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

## **2. OBJETIVOS**

1. Entregar a Celulosa Arauco y Constitución S.A., los resultados de parámetros ambientales considerados en la Resolución Exenta N°170/2006 y N°125/2008, medidos por un determinado período.
2. Entregar parámetros ambientales confiables y de calidad a través de procedimientos e instructivos generados en un Sistema de Gestión ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 y Acreditación NCh-ISO 17025.Of2005 ensayos de gravimetría.
3. Realizar un monitoreo continuo asegurando una representación adecuada de los parámetros que se desean analizar, logrando que la recuperación de datos sea mayor al 75 %.
4. Indicar, cuando sea posible, eventos, sucesos o situaciones externas que puedan afectar o condicionar las mediciones del período de monitoreo.
5. Indicar las ocasiones en que se producen excedencias a la normativa vigente en el país.
6. Elaborar un informe que contenga los resultados de las mediciones.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos

El programa contempla el monitoreo continuo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire y la metodología utilizada se presentó en detalle en el Informe N°1 entregado en el mes de julio de 2008.

Los tópicos más importantes que se describieron acerca de la metodología fueron:

- Criterios de selección de lugares e instalación de equipos
- Procedimientos de calibración para los equipos utilizados en la medición
- Programa de operación, control y mantención
- Procedimientos para el procesamiento de datos
- Procedimiento para el manejo de muestras de partículas

Por último, cabe hacer notar que la operación en la estación se realiza bajo las directrices del D.S. N°61 del Ministerio de Salud.

#### 3.2 Estaciones de monitoreo y equipos de medición utilizados

A continuación, se presenta un detalle de los equipos que se instalaron para realizar el monitoreo de parámetros meteorológicos y de calidad de aire en las localidades de Carampangue y Laraquete, VIII Región.

##### A. ESTACIÓN CARAMPANGUE

**Lugar:** Los Boldos 05, Villa la Paz.

**Mediciones meteorológicas:** Velocidad del viento, dirección del viento, desviación estándar de la dirección.

**Mediciones de calidad del aire:** MP10, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola cercano a Villa La Paz. Al Norte, a una distancia aproximadamente a 7.6 Km se encuentran las chimeneas de Celulosa Arauco. Al Sur, aproximadamente a 100 m, se ubica la Villa La Paz. Al Este, se observan árboles de altura mediana que no impiden la libre circulación del viento. Finalmente, al Oeste, a unos 800 m se encuentra la ruta 160.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 74 811 N  
6 55 582 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

VARIABLE	EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	PRINCIPIO DE OPERACIÓN
Monitoreo de vientos	R.M. Young 5305 AQ	147506	Generación de pulso/ potenciómetro
Dióxido de azufre	Teledyne 102E	1061	Fluorescencia UV
Monóxido de carbono	Thermo 48i	715521919	IRND con filtro gaseoso de correlación
Óxidos de nitrógeno	Thermo 42i	824231673	Luminiscencia química
Ozono	Teledyne T265	62	Luminiscencia química
MP10	Teom	231351504	Microbalanza oscilante
Sistema adquisición de datos	Campbell CR1000	5273	Datalogger
Sistema aire acondicionado	Anwo	D202211670414424150214	Aire caliente o frío

## B. ESTACIÓN LARAQUETE

**Lugar:** Los Llanos, Lote 52.

**Mediciones meteorológicas:** Velocidad del viento, dirección del viento, desviación estándar de la dirección.

**Mediciones de calidad del aire:** MP10, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>

Esta estación está ubicada en un terreno agrícola, aproximadamente a 200 m de distancia de la Ruta 160. Al Norte, a una distancia de aproximadamente 400 m, se encuentra la Población Los Pinos. Al Sur, se observan bosques de pino y eucaliptos, los que no interrumpen el libre flujo de viento. Al Este, se observan algunas casas y al Oeste, está la ruta 160 y un bosque de pino.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según WGS 84:

58 83 140 N  
6 60 205 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

VARIABLE	EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	PRINCIPIO DE OPERACIÓN
Monitoreo de vientos	R.M. Young 5305 AQ	135327	Generación de pulso/ potenciómetro
Dióxido de azufre	Teledyne 102E	1056	Fluorescencia UV
Monóxido de carbono	Thermo 48i	817730676	IRND con filtro gaseoso de correlación
Óxidos de nitrógeno	Teledyne 200E	1379	Luminiscencia química
Ozono	Teledyne T265	63	Luminiscencia química
MP10	Teom	231821509	Microbalanza oscilante
Sistema adquisición de datos	Campbell CR1000	7236	Datalogger
Sistema aire acondicionado	Midea	108KA00244	Aire caliente o frío

## 4. LEGISLACIÓN VIGENTE

### 4.1 Material particulado respirable MP10

El Ministerio del Medio Ambiente estableció la Norma de Calidad Primaria para material particulado MP10, en el Decreto Supremo N°59/1998.

Sin perjuicio de lo anterior, se mantendrá en vigencia por tres años, a contar del 1 de enero de 2014, lo dispuesto en los incisos 5° y 6° del artículo 2° del D.S. N°59/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

La actual normativa establece lo siguiente:

CONTAMINANTE	ANUAL	DIARIO
MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	50	150

*Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado MP10 cuando:*

- a) El Percentil 98 de los valores promedios de 24 horas, registradas durante el período anual de cualquier estación monitorea calificada como EMRP, sea mayor o igual a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .*
- b) Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluya el período anual de mediciones de las estaciones monitoras de material particulado respirable MP10 calificada con EMRP, se registrare un número de días con mediciones sobre el valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7).*
- c) El promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .*

### 4.2 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

La Secretaría General de la Presidencia de la República, aprobó la norma primaria de calidad de aire para Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), D.S. N°113, publicada en el diario oficial el 6 de marzo de 2003.

Por otra parte, la Secretaría General de la Presidencia de la República, aprobó la norma de calidad secundaria de aire para Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), D.S. N°22, la que modifica a la dada en el Decreto Supremo N°185 de 1991 del Ministerio de Minería, a partir del 1 de junio de 2010.

Las normas de calidad de aire para este contaminante, en Chile son:

CONTAMINANTE	NORMA PRIMARIA		NORMA SECUNDARIA		
	ANUAL	24 HORAS	ANUAL	24 HORAS	1 HORA
SO <sub>2</sub> (ppb)	31	96	23*	99*	268*

(\*) Norma secundaria de calidad del aire para dióxido de azufre en la zona sur del país.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre cuando:

- a) El promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 31 ppb.
- b) El promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 96 ppb.

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire en la zona sur del país para dióxido de azufre cuando:

- a) El promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual a 23 ppb. Además, se considerará sobrepasada como concentración anual, si en un año calendario el valor de concentración fuere igual o mayor a 46 ppb.
- b) El promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99.7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 99 ppb. Además, se considerará sobrepasada, cuando el percentil 99.7 de las concentraciones de 24 horas de un año de monitoreo, fuere mayor o igual a 198 ppb.
- c) El promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99.73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 268 ppb. Además, se considerará sobrepasada, cuando el percentil 99.73 de las concentraciones de 24 horas de un año de monitoreo, fuere mayor o igual a 536 ppb.

### 4.3 Ozono (O<sub>3</sub>)

La Secretaría General de la Presidencia de la República, aprobó la norma primaria de calidad de aire para ozono (O<sub>3</sub>), la que reemplaza a la Resolución 1215 del Ministerio de Salud.

El límite permisible para la norma primaria de calidad del aire para ozono es:

CONTAMINANTE	PROMEDIO MOVIL DE 8 HORAS
O <sub>3</sub> (ppb)	61

*Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 61 ppb.*

#### 4.4 Monóxido de carbono (CO)

La Secretaría General de la Presidencia de la República, aprobó la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO), D.S. N°115, la cual fue publicada en el diario oficial el 10 de septiembre de 2002.

La norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono, establece los siguientes límites:

CONTAMINANTE	PROMEDIO MOVIL DE 8 HORAS	1 HORA
CO (ppm)	9	26

*Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono cuando:*

- a) El promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG sea mayor o igual 9 ppm.*
- b) El promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 26 ppm.*

#### 4.5 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

La Secretaría General de la Presidencia de la República, aprobó la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), D.S. N°114, a partir del 1° de abril de 2003.

Los límites permisibles para la norma primaria de calidad del aire para dióxido de nitrógeno son:

CONTAMINANTE	ANUAL	DIARIO
NO <sub>2</sub> (ppb)	53	213

*Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno cuando:*

- a) El promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 53 ppb.*
- b) Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea mayor o igual a 213 ppb.*

#### **4.6 Decreto supremo N°61/2008**

Reglamento que aplica las condiciones de instalación y funcionamiento de las estaciones de medición de contaminantes atmosféricos, con el fin de asegurar la calidad de las mediciones y así verificar el cumplimiento de una Norma Primaria de Calidad o un monitoreo de una Resolución de Calificación Ambiental. Este reglamento indica las directrices y disposiciones en cuanto a las calibraciones de equipos de medición, mantención de monitores, registros mínimos que deben mantenerse en la estación, disposiciones para el tratamiento de los datos e informes, características físicas de los sistemas y subsistemas que integran las estaciones, entre otras.



## 5. RESULTADOS

En las Tablas 5.1 y 5.2, presentan un resumen de los datos disponibles con el porcentaje de recuperación del período de muestreo, para las estaciones de monitoreo de calidad de aire y de parámetros meteorológicos de Carampangue y Laraquete, respectivamente.

Los parámetros medidos están identificados por la siguiente nomenclatura:

VV	Velocidad del viento
DD	Dirección del viento
ST	Desviación estándar de la dirección del viento
MP10	Material particulado respirable, de tamaño aerodinámico 10 micrones
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
O <sub>3</sub>	Ozono
CO	Monóxido de carbono
NO	Óxido nítrico
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno

**TABLA 5.1**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS HORARIOS EN MONITOREO DE  
PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN CARAMPANGUE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
VV	677	526	744	91.0	78.3	100
DD	677	526	732	91.0	78.3	98.4
ST	677	526	732	91.0	78.3	98.4
MP10	674	670	694	90.6	99.7	93.3
SO <sub>2</sub>	659	662	667	88.6	98.5	89.7
O <sub>3</sub>	665	662	688	89.4	98.5	92.5
CO	669	661	672	89.9	98.4	90.3
NO <sub>2</sub>	640	651	688	86.0	96.9	92.5

**TABLA 5.2**

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS HORARIOS EN MONITOREO DE  
PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y DE CALIDAD DEL AIRE**

**ESTACIÓN LARAQUETE**

**PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

PARAMETRO	NÚMERO DE DATOS VÁLIDOS			PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN		
	ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
VV	744	672	744	100	100	100
DD	744	670	744	100	99.7	100
ST	744	670	744	100	99.7	100
MP10	744	668	696	100	99.4	93.5
SO <sub>2</sub>	737	664	691	99.1	98.8	92.9
O <sub>3</sub>	734	664	692	98.7	98.8	93.0
CO	646	664	687	86.8	98.8	92.3
NO <sub>2</sub>	729	664	694	98.0	98.8	93.3

**Observaciones**

La pérdida de datos de la dirección del viento y desviación estándar de la dirección, se debe a períodos de calma total, es decir, la velocidad del viento es igual 0.0 m/s.

En lo que respecta al muestreo de material particulado continuo, en general, la pérdida de información se puede provocar por cortes de energía o fallas en el equipo.

Para los contaminantes gaseosos, en general, la pérdida de datos se debe a las verificaciones de zero, span y a mantenciones en terreno las que duran entre 1 y 5 horas.

Cabe mencionar que el detalle de la ausencia de datos se encuentra en los informes de ensayos entregados en los Anexos 1, 2 y 3.

## **5.1 Meteorología**

Las variables registradas en estaciones Carampangue y Laraquete, son velocidad del viento, dirección del viento y desviación estándar de la dirección del viento.

La información se registró en medio magnético. El procesamiento fue realizado sobre valores promedio horarios. En las Tablas 5.3 y 5.4, se presenta un resumen de los valores medios del período.

El porcentaje de calma corresponde al tiempo en que la velocidad del viento es inferior a 0.5 m/s.

En Anexo 1 se presentan, para cada una de las variables, los valores horarios, los resultados estadísticos para cada día y cada hora del período de mediciones y las figuras correspondientes las series de tiempo del período de mediciones, ciclos diarios típicos y rosas de direcciones de viento.

**TABLA 5.3****VALORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS****ESTACIÓN CARAMPANGUE****PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

VARIABLE	VALOR		
	ENERO	FEBRERO	MARZO
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>			
Promedio periodo	3.2	2.7	2.5
Valor máximo	9.1	7.3	8.1
Valor mínimo	0.2	0.2	0.0
Porcentaje de calmas	1.8	3.6	4.0
<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>			
Dirección predominante Diurno	SSW, SW, NNW	SSW, SW, WNW, NW, NNW	N, SSW
Dirección predominante Nocturno	SE, SSE, S, SSW	SSE, S, SW	SE, SSE, S
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA DIRECCIÓN (°)</b>			
Promedio periodo	18	18	17
Valor máximo	41	45	40
Valor mínimo	9	7	1

**TABLA 5.4****VALORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS****ESTACIÓN LARAQUETE****PERÍODO: 1 DE ENERO AL 31 DE MARZO DE 2018**

VARIABLE	VALOR		
	ENERO	FEBRERO	MARZO
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>			
Promedio periodo	2.8	2.2	2.4
Valor máximo	9.9	9.8	8.9
Valor mínimo	0.2	0.0	0.1
Porcentaje de calmas	3.6	4.8	3.6
<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>			
Dirección predominante Diurno	S, SSW, NW, NNW	SSW, WNW, NW, NNW	SSW, N
Dirección predominante Nocturno	ESE, SE, SSE, S	E, ESE, SE, SSE, S	ESE, SE, SSE, N
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA DIRECCIÓN (°)</b>			
Promedio periodo	14	15	15
Valor máximo	49	41	41
Valor mínimo	5	2	6

**5.2 Mediciones de material particulado respirable MP10**

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de material particulado respirable MP10, obtenidos en las estaciones de monitoreo Carampangue y Laraquete, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

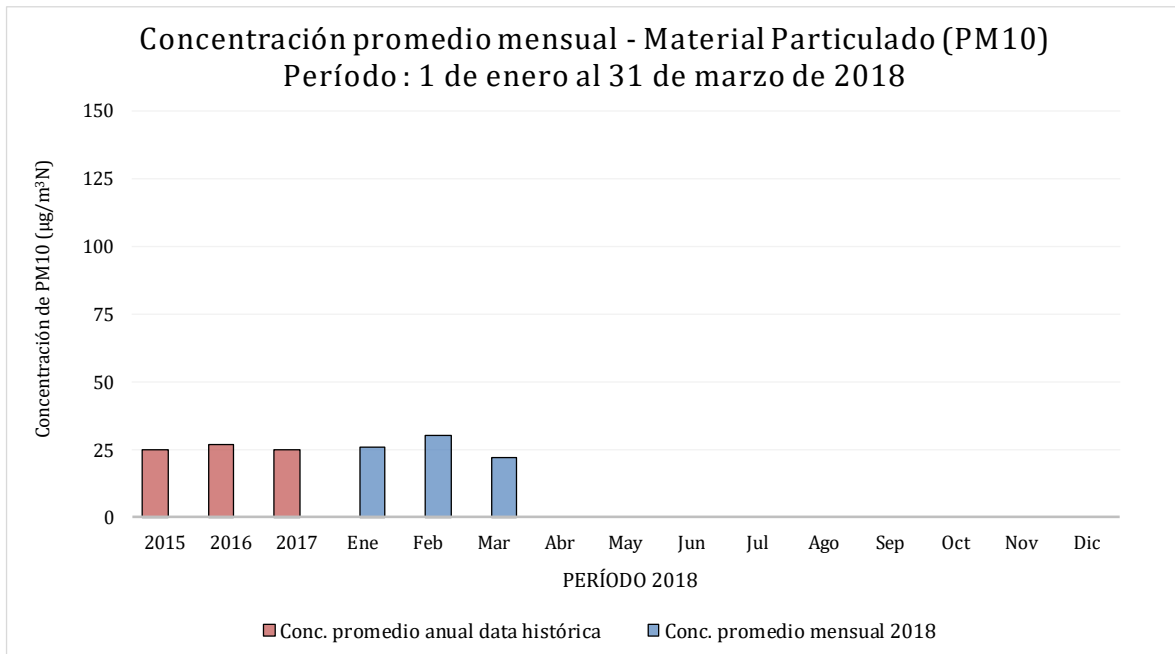
En las Tablas 5.5 y 5.6; y en las Figuras 5.1 y 5.2, se presentan los resultados de las mediciones realizadas de material particulado respirable MP10.

En Anexo 2, se presenta un análisis estadístico de la información de concentración de material particulado, valores horarios, valores medios diarios, valores máximos y mínimos. Además, se incluye una gráfica de los ciclos promedios horarios y de los valores medios diarios.

**TABLA 5.5****RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10 EN EL AIRE AMBIENTE****ESTACIÓN CARAMPANGUE  
Concentraciones expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** 

PERÍODO 2018	CONCENTRACIÓN MP10	
	PROMEDIO <sup>1</sup>	MÁXIMO DIARIO
Enero	26	37
Febrero	30	51
Marzo	22	48
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>50</b>	<b>150</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	26	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	51
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017		
PERÍODO	PROMEDIO	PERCENTIL 98 <sup>1</sup>
<b>2015</b>	25	55
<b>2016</b>	27	60
<b>2017</b>	25	50
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>26</b>	-

<sup>1</sup>La norma primaria de calidad del aire para MP10 (D.S. N°59/1998) establece un límite de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para concentración de 24 horas y un límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como concentración promedio anual.



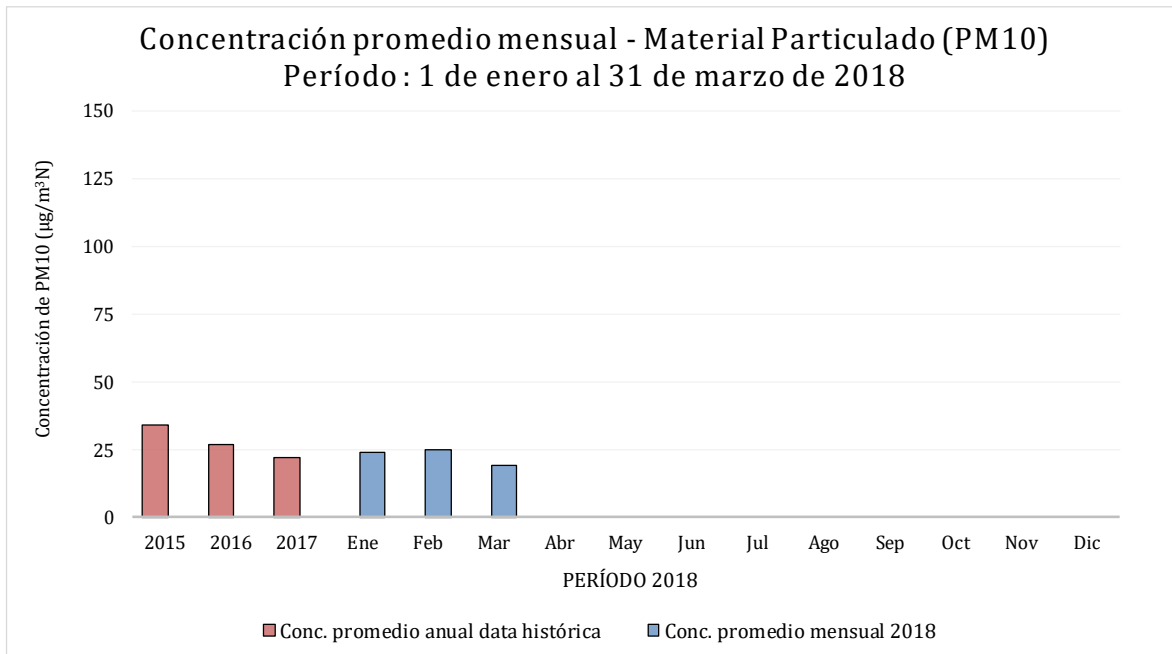
**Figura 5.1** - Concentración promedio mensual de MP10, en estación Carampangue

**TABLA 5.6****RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE  
MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10 EN EL AIRE AMBIENTE****ESTACIÓN LARAQUETE  
Concentraciones expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** 

PERÍODO 2018	CONCENTRACIÓN MP10	
	PROMEDIO <sup>1</sup>	MÁXIMO DIARIO
Enero	24	42
Febrero	25	44
Marzo	19	35
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>50</b>	<b>150</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	23	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	44
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017		
PERÍODO	PROMEDIO	PERCENTIL 98 <sup>1</sup>
<b>2015</b>	34	114
<b>2016</b>	27	52
<b>2017</b>	22	42
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>28</b>	-

<sup>1</sup>La norma primaria de calidad del aire para MP10 (D.S. N°59/1998) establece un límite de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para concentración de 24 horas y un límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  como concentración promedio anual.





**Figura 5.2 - Concentración promedio mensual de MP10, en estación Laraquete**

### **5.3 Mediciones de contaminantes gaseosos**

A continuación, se presentan los resultados de mediciones de gases, obtenidos en las estaciones de monitoreo Carampangue y Laraquete, durante el período de mediciones 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Estos parámetros son comparados con la normativa aplicable a cada contaminante.

En Anexo 3, se presentan los valores horarios para cada contaminante, valores medios diarios y valores máximos y mínimos. Además, se incluye una gráfica de los ciclos promedios horarios y de los valores medios diarios.

En Anexo 4, para cada equipo de monitoreo instalado se presentan las verificaciones de zero y span realizadas durante el transcurso de las mediciones.

### 5.4.1 Dióxido de azufre

En las Tablas 5.7 y 5.8; y en las Figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8, se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de dióxido de azufre, en las estaciones Carampangue y Laraquete.

**TABLA 5.7**

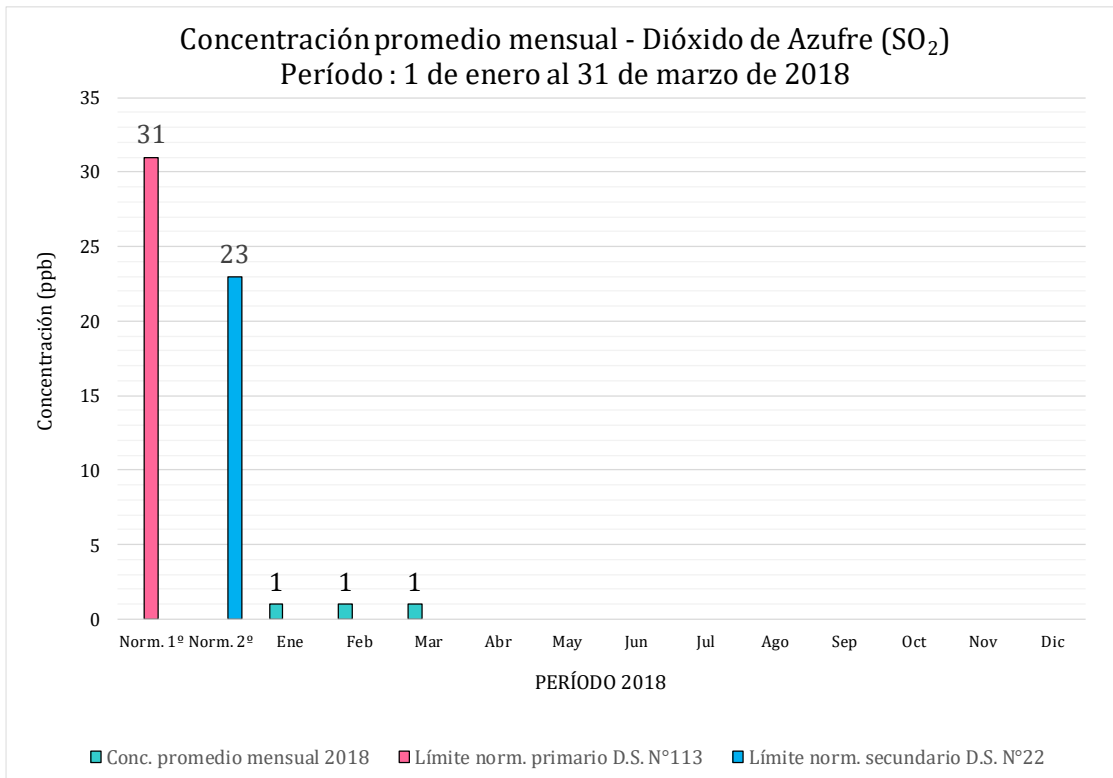
**RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE**

**ESTACIÓN CARAMPANGUE**  
Concentración expresada en ppb

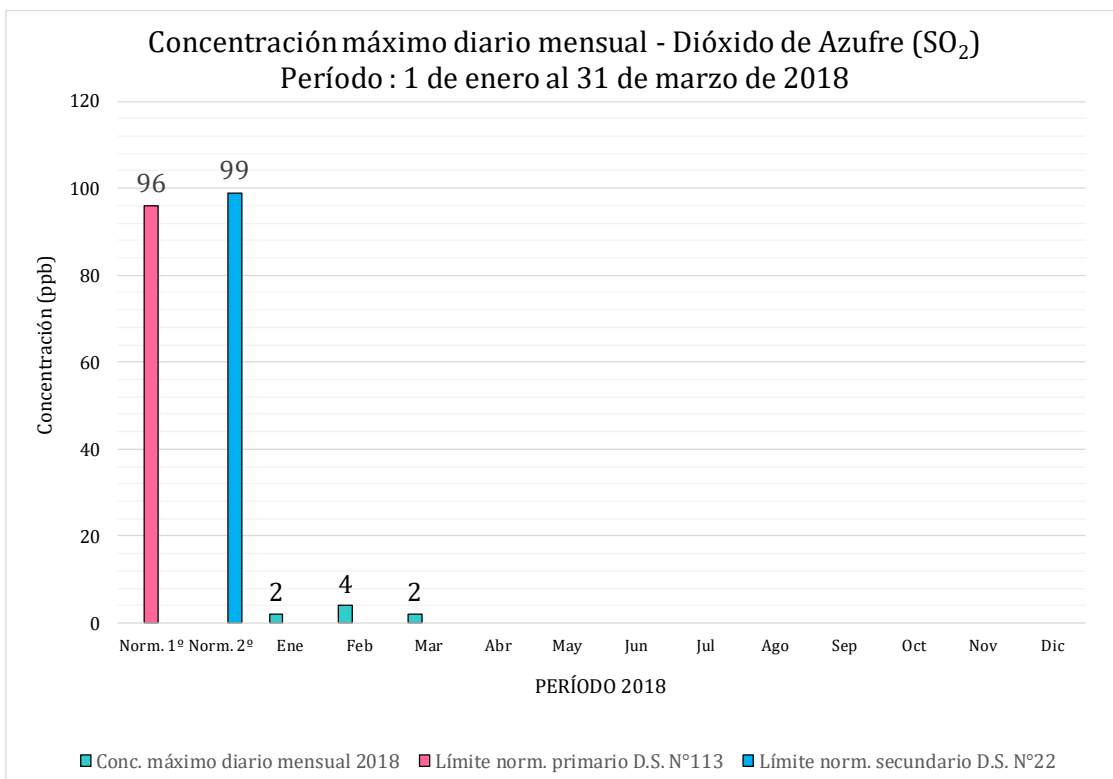
PERÍODO 2018	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )			
	PROMEDIO MENSUAL <sup>2</sup>	VALOR MÁXIMO DIARIO <sup>2, 3</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO <sup>3</sup>	
Enero	1	2	12	
Febrero	1	4	16	
Marzo	1	2	15	
Abril	-	-	-	
Mayo	-	-	-	
Junio	-	-	-	
Julio	-	-	-	
Agosto	-	-	-	
Septiembre	-	-	-	
Octubre	-	-	-	
Noviembre	-	-	-	
Diciembre	-	-	-	
<b>NORMA 1°</b>	<b>31</b>	<b>96</b>	<b>-</b>	
<b>NORMA 2°</b>	<b>23</b>	<b>99</b>	<b>268</b>	
<b>PROM. ANUAL</b>	1	-	-	
<b>VALOR MÁX.</b>	-	4	16	
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017				
PERÍODO	PROM. ANUAL <sup>2</sup>	PERCENTIL 99 <sup>2</sup>	PERCENTIL 99.7 <sup>3</sup>	PERCENTIL 99.73 <sup>3</sup>
<b>2015</b>	1	3	3	7
<b>2016</b>	1	3	3	8
<b>2017</b>	1	3	3	9
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>

<sup>2</sup> D.S. N°113/2002, establece como concentración de 24 horas, el límite de 96 ppb y como concentración promedio anual, un límite de 31 ppb.

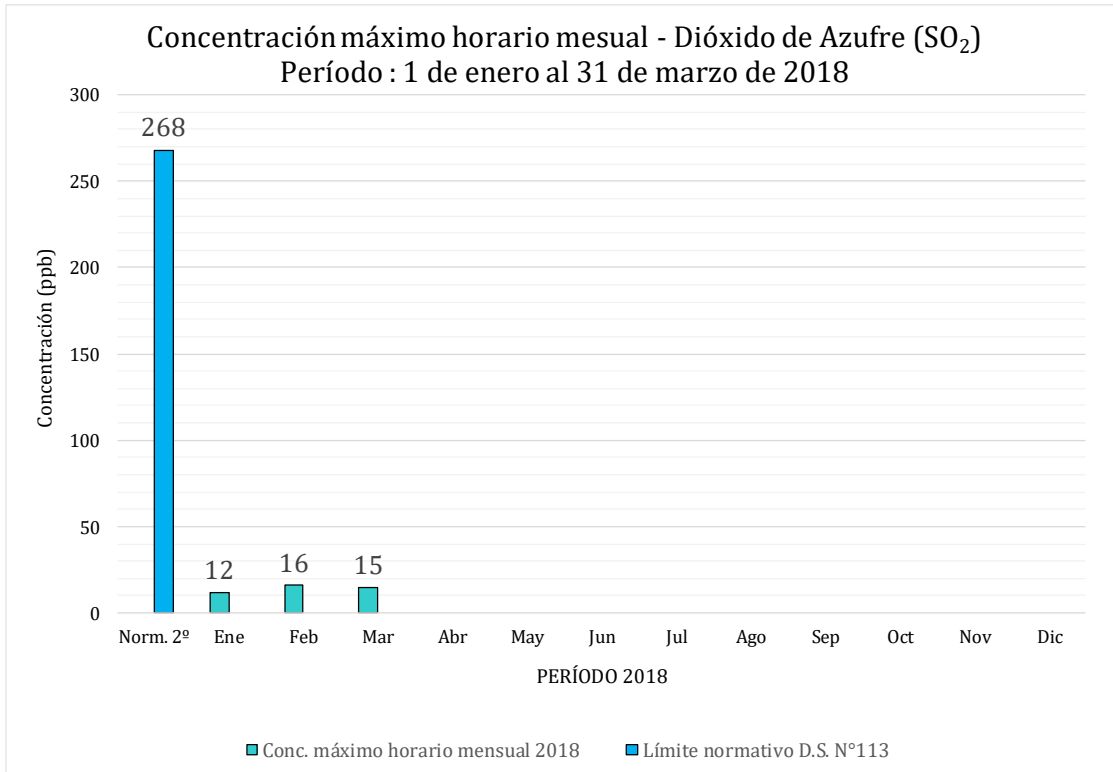
<sup>3</sup> D.S. N°22/2009 establece un valor límite de 99 ppb como concentración de 24 horas, 268 ppb como concentración de 1 hora y como concentración promedio anual, un límite de 23 ppb en la zona sur.



**Figura 5.3** - Concentración promedio mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Carampangue



**Figura 5.4** - Concentración máximo diario mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Carampangue



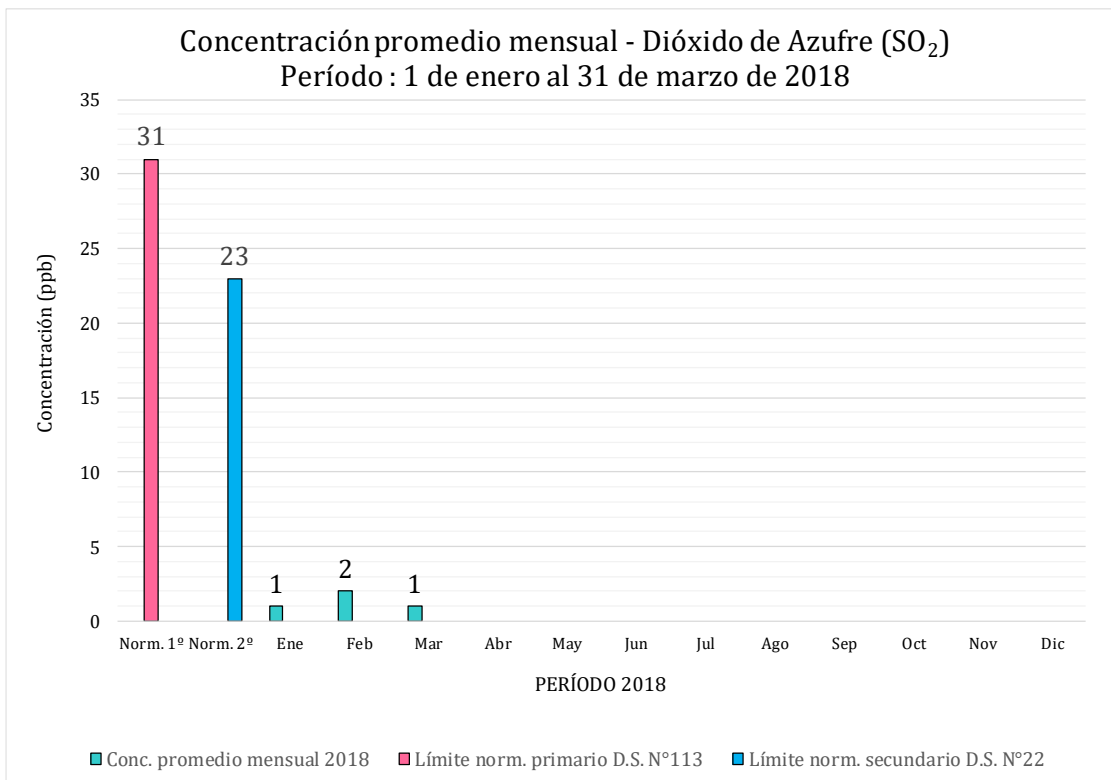
**Figura 5.5** - Concentración máximo horario mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Carampangue

**TABLA 5.8****RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE****ESTACIÓN LARAQUETE**  
Concentración expresada en ppb

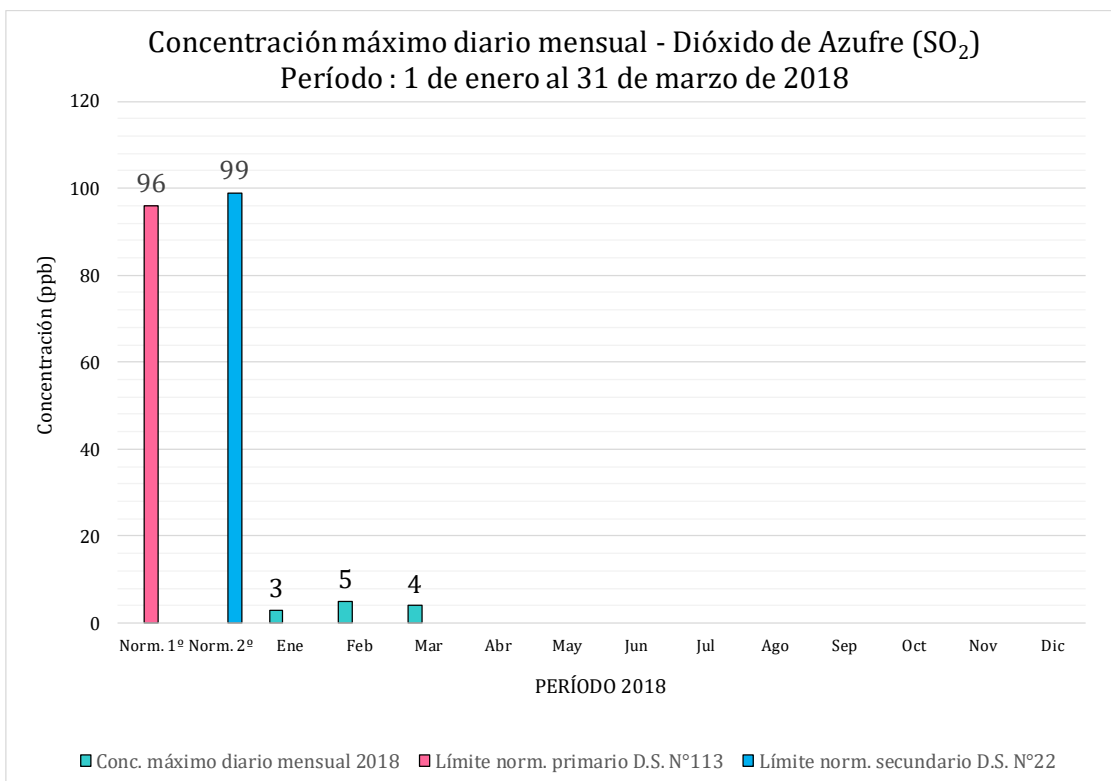
PERÍODO 2018	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )			
	PROMEDIO MENSUAL <sup>2</sup>	VALOR MÁXIMO DIARIO <sup>2, 3</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO <sup>3</sup>	
Enero	1	3	12	
Febrero	2	5	21	
Marzo	1	4	22	
Abril	-	-	-	
Mayo	-	-	-	
Junio	-	-	-	
Julio	-	-	-	
Agosto	-	-	-	
Septiembre	-	-	-	
Octubre	-	-	-	
Noviembre	-	-	-	
Diciembre	-	-	-	
<b>NORMA 1°</b>	<b>31</b>	<b>96</b>	-	
<b>NORMA 2°</b>	<b>23</b>	<b>99</b>	<b>268</b>	
<b>PROM. ANUAL</b>	1	-	-	
<b>VALOR MÁX.</b>	-	5	22	
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017				
PERÍODO	PROM. ANUAL <sup>2</sup>	PERCENTIL 99 <sup>2</sup>	PERCENTIL 99.7 <sup>3</sup>	PERCENTIL 99.73 <sup>3</sup>
<b>2015</b>	1	3	3	10
<b>2016</b>	1	3	3	10
<b>2017</b>	1	3	5	12
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>

<sup>2</sup> D.S. N°113/2002, establece como concentración de 24 horas, el límite de 96 ppb y como concentración promedio anual, un límite de 31 ppb.

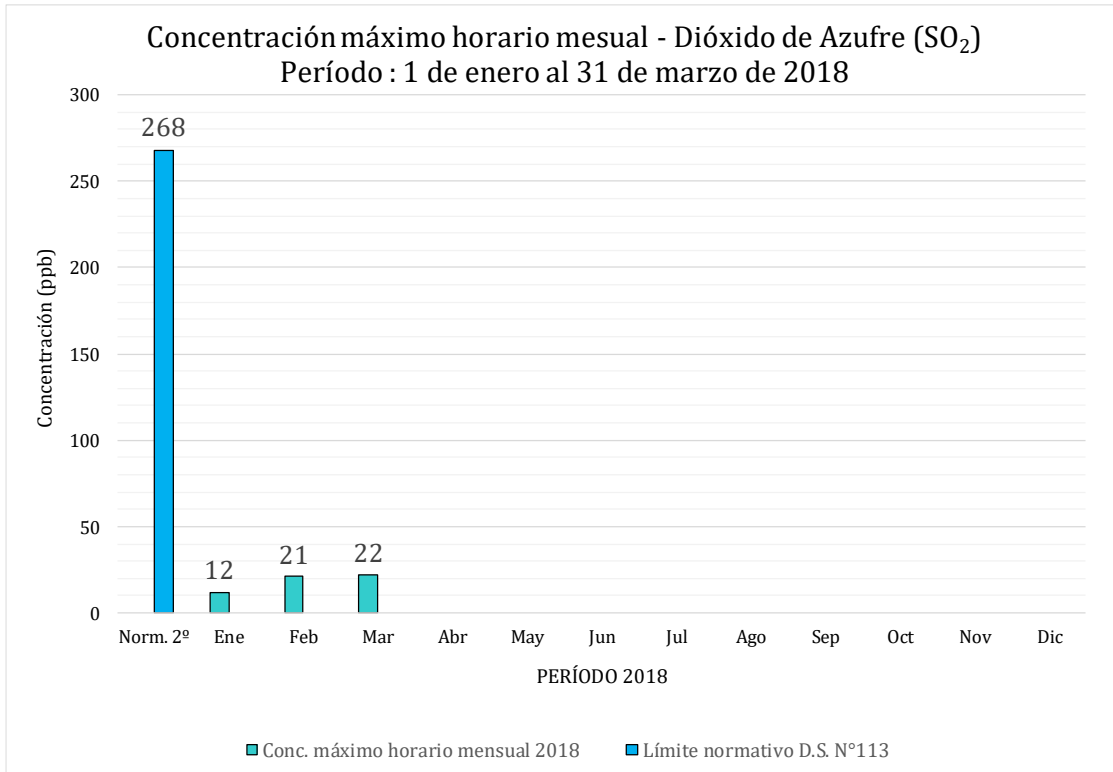
<sup>3</sup> D.S. N°22/2009 establece un valor límite de 99 ppb como concentración de 24 horas, 268 ppb como concentración de 1 hora y como concentración promedio anual, un límite de 23 ppb en la zona sur.



**Figura 5.6 - Concentración promedio mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Laraquete**



**Figura 5.7 - Concentración máximo diario mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Laraquete**



**Figura 5.8** - Concentración máximo horario mensual de SO<sub>2</sub>, en estación Laraquete



## 5.4.2 Ozono

En las Tablas 5.9 y 5.10; y en la Figura 5.9 y 5.10, se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de ozono, en las estaciones Carampangue y Laraquete.

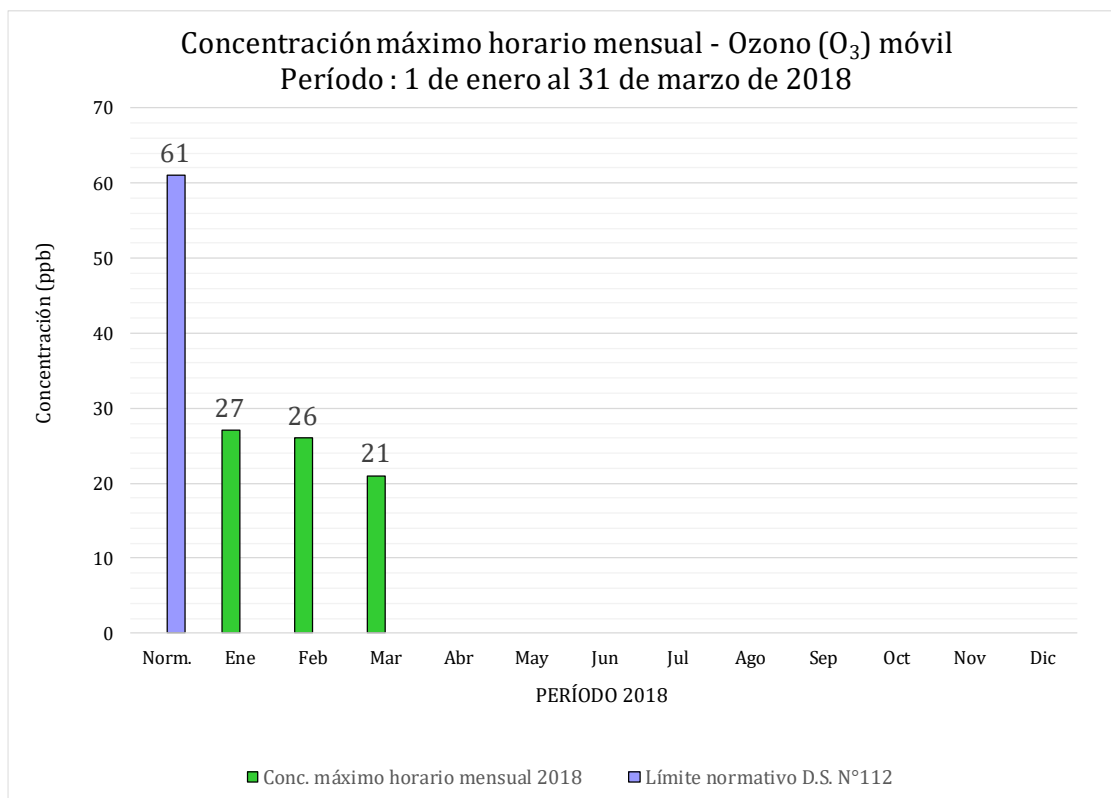
**TABLA 5.9**

### RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE OZONO

#### ESTACIÓN CARAMPANGUE Concentración expresada en ppb

PERÍODO 2018	OZONO (O <sub>3</sub> )	
	PROMEDIO	VALOR MÁXIMO HORARIO MÓVIL <sup>4</sup>
Enero	8	27
Febrero	9	26
Marzo	9	21
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>		<b>61</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	9	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	27
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2015 - 2017		
<b>PERÍODO</b>	<b>PERCENTIL 99<sup>4</sup></b>	
<b>2015</b>	27	
<b>2016</b>	25	
<b>2017</b>	27	
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>26</b>	

<sup>4</sup> D.S. N°112/2003, establece un valor límite de 61 ppb, como concentración promedio de 8 horas.

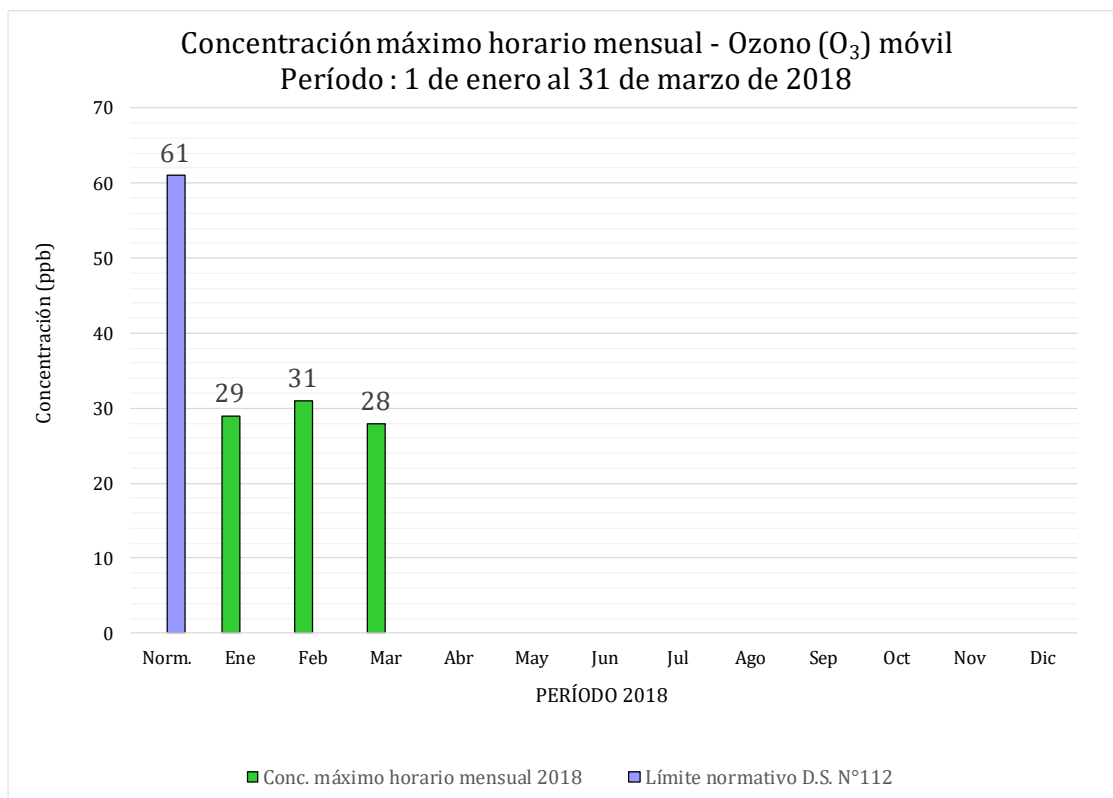


**Figura 5.9 - Concentración máximo horario mensual de O<sub>3</sub> móvil, en estación Carampangue**

**TABLA 5.10****RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE OZONO****ESTACIÓN LARAQUETE**  
Concentración expresada en ppb

PERÍODO 2018	OZONO (O <sub>3</sub> )	
	PROMEDIO	VALOR MÁXIMO HORARIO MÓVIL <sup>4</sup>
Enero	10	29
Febrero	10	31
Marzo	12	28
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>		<b>61</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	11	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	31
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2015 - 2017		
<b>PERÍODO</b>	<b>PERCENTIL 99<sup>4</sup></b>	
<b>2015</b>	26	
<b>2016</b>	27	
<b>2017</b>	28	
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>27</b>	

<sup>4</sup> D.S. N°112/2003, establece un valor límite de 61 ppb, como concentración promedio de 8 horas.



**Figura 5.10 - Concentración máximo horario mensual de O<sub>3</sub> móvil, en estación Laraquete**

### 5.4.3 Monóxido de carbono

En las Tablas 5.11 y 5.12; y en las Figuras 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14, se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de monóxido de carbono, en las estaciones Carampangue y Laraquete.

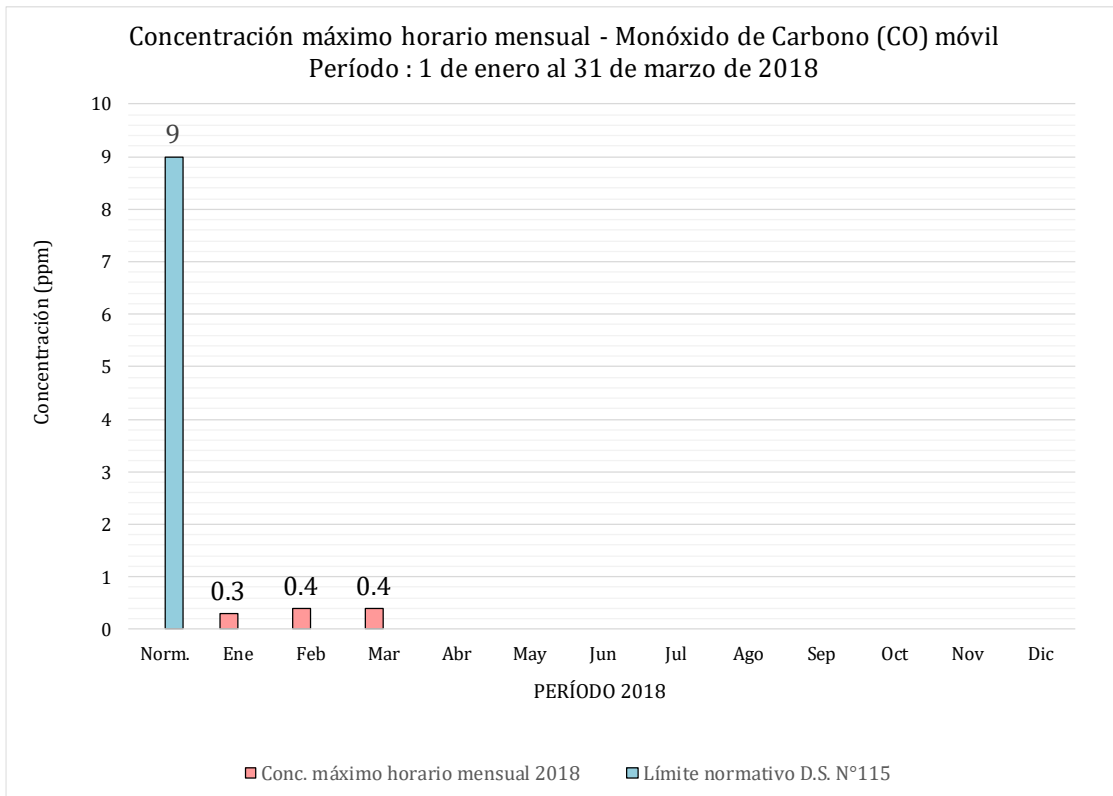
**TABLA 5.11**

**RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO**

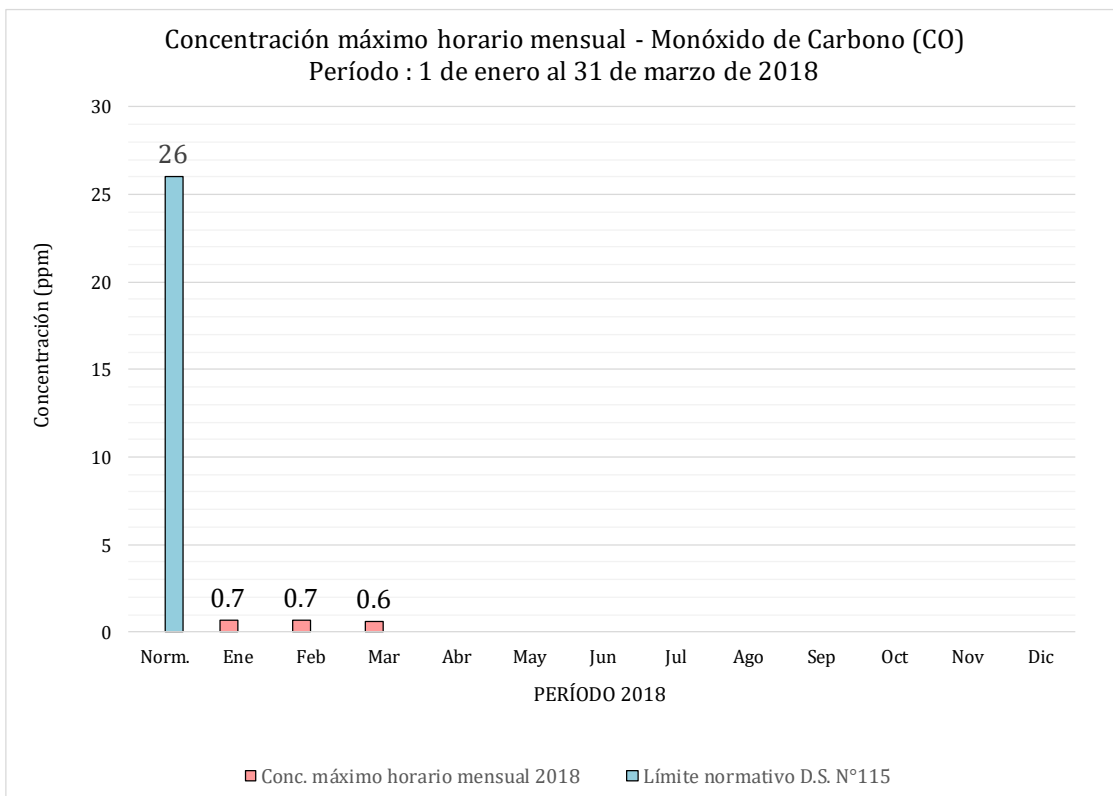
**ESTACIÓN CARAMPANGUE**  
Concentración expresada en ppm

PERÍODO 2018	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		
	PROMEDIO MENSUAL	VALOR MÁXIMO HORARIO <sup>5</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO MÓVIL <sup>5</sup>
Enero	0.1	0.7	0.3
Febrero	0.2	0.7	0.4
Marzo	0.1	0.6	0.4
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	-	-	-
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	-	-	-
Octubre	-	-	-
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
<b>NORMA</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>9</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	0.1	-	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	0.7	0.4
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2015 - 2017			
PERÍODO	PERCENTIL 99 <sup>5</sup>	PERCENTIL 99 MÓVIL <sup>5</sup>	
<b>2016</b>	1.3	1.9	
<b>2017</b>	1.1	2.0	
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>1.1</b>	<b>2.0</b>	

<sup>5</sup> D.S. N°115/2002, establece un valor límite de 9 ppm, como concentración de 8 horas y un valor límite de 26 ppm, como concentración horaria.



**Figura 5.11** - Concentración máximo horario de CO, en estación Carampangue

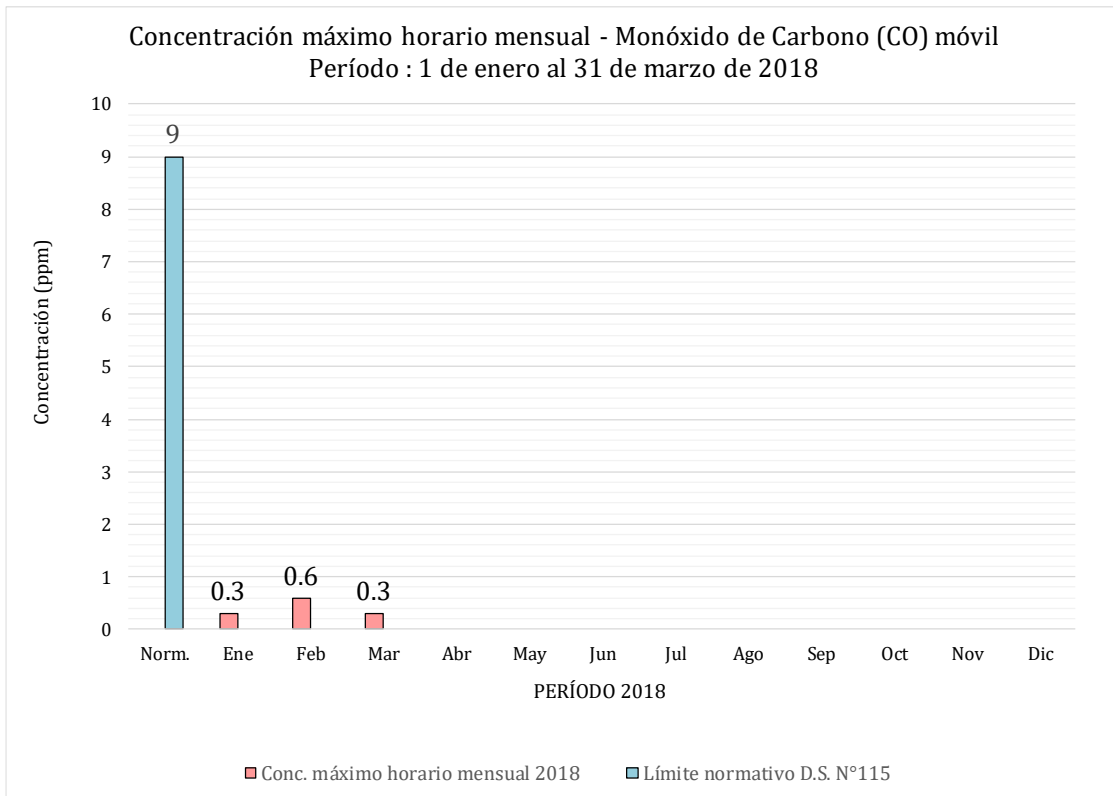


**Figura 5.12** - Concentración máximo horario de CO móvil, en estación Carampangue

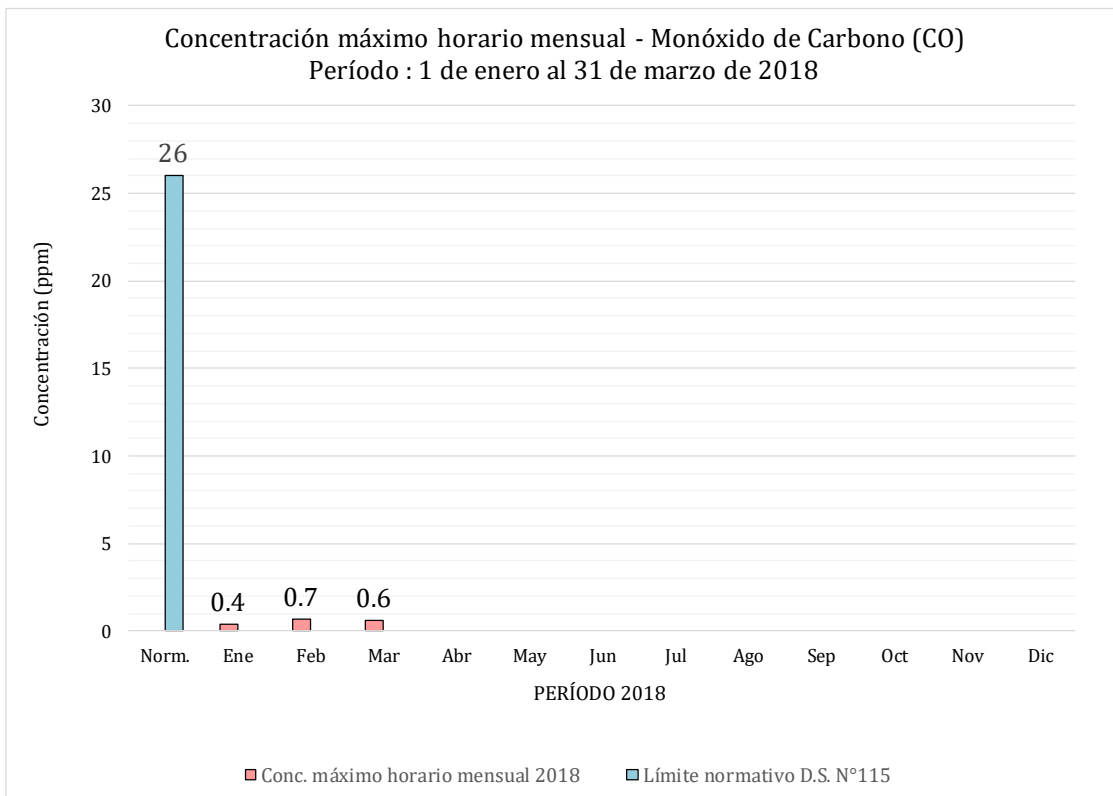
**TABLA 5.12****RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO****ESTACIÓN LARAQUETE**  
Concentración expresada en ppm

PERÍODO 2018	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)		
	PROMEDIO MENSUAL	VALOR MÁXIMO HORARIO <sup>5</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO MÓVIL <sup>5</sup>
Enero	0.1	0.4	0.3
Febrero	0.3	0.7	0.6
Marzo	0.1	0.6	0.3
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	-	-	-
Julio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Septiembre	-	-	-
Octubre	-	-	-
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
<b>NORMA</b>	-	<b>26</b>	<b>9</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	0.2	-	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	0.7	0.6
RESUMEN PERÍODO 2015 - 2017			
PERÍODO	PERCENTIL 99 <sup>5</sup>		PERCENTIL 99 MÓVIL <sup>5</sup>
<b>2016</b>	1.4		2.0
<b>2017</b>	0.9		1.7
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>1.1</b>		<b>1.8</b>

<sup>5</sup> D.S. N°115/2002, establece un valor límite de 9 ppm, como concentración de 8 horas y un valor límite de 26 ppm, como concentración horaria.



**Figura 5.13** - Concentración máximo horario de CO, en estación Laraquete



**Figura 5.14** - Concentración máximo horario de CO móvil, en estación Laraquete



#### 5.4.4 Dióxido de nitrógeno

En las Tablas 5.13 y 5.14; y en las Figuras 5.15, 5.16, 5.17 y 5.18, se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de dióxido de nitrógeno, en las estaciones Carampangue y Laraquete.

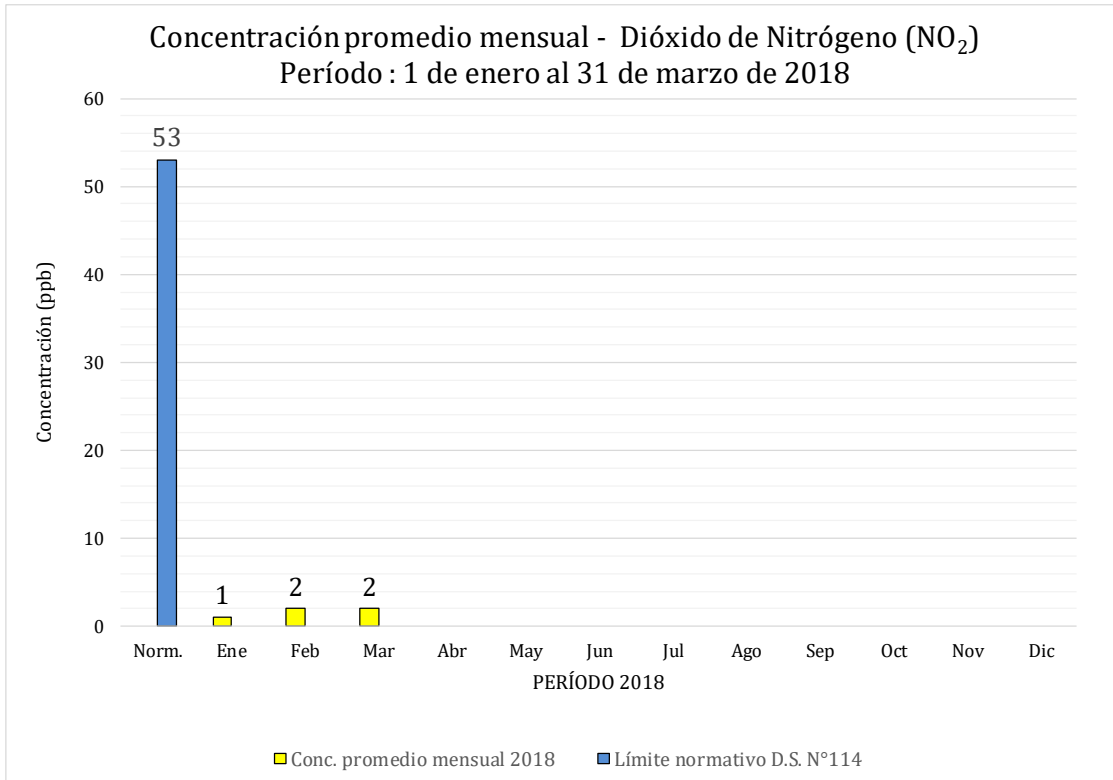
**TABLA 5.13**

**RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO**

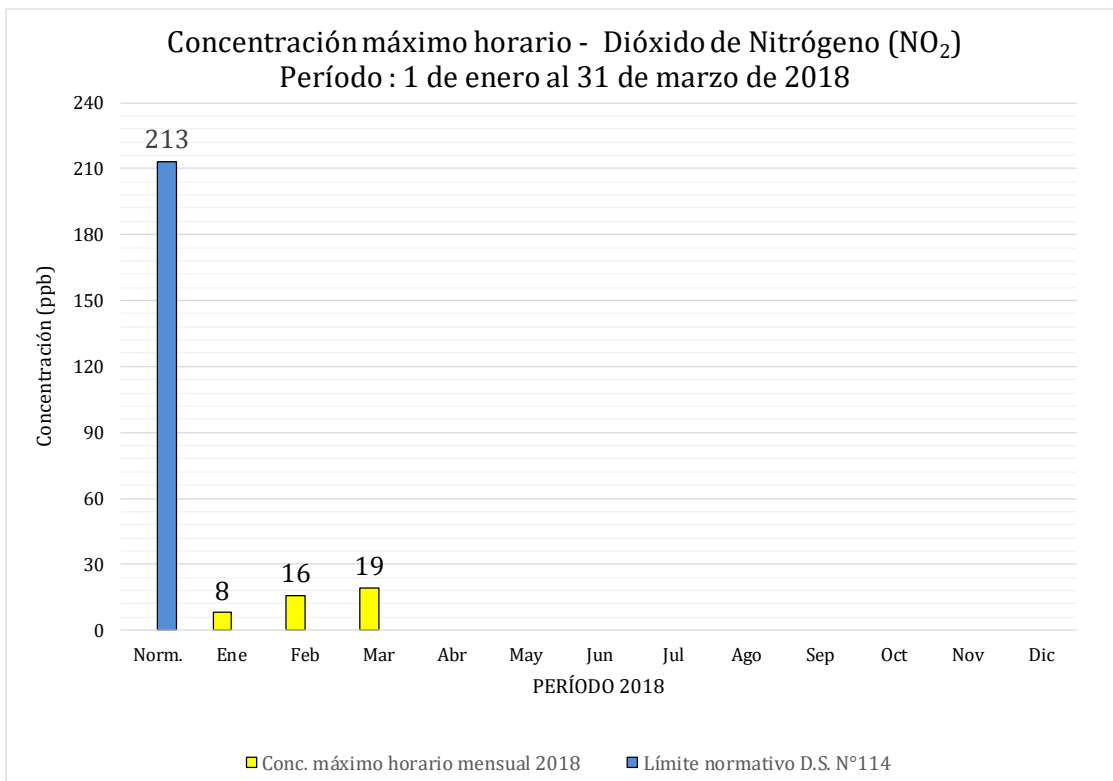
**ESTACIÓN CARAMPANGUE**  
Concentración expresada en ppb

PERÍODO 2018	DIÓXIDO DE NITROGENO (NO <sub>2</sub> )	
	PROMEDIO <sup>6</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO
Enero	1	8
Febrero	2	16
Marzo	2	19
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>53</b>	<b>213</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	2	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	19
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2015 - 2017		
PERÍODO	PROM. ANUAL	PERCENTIL 99 <sup>6</sup>
<b>2015</b>	3	26
<b>2016</b>	3	22
<b>2017</b>	4	24
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>3</b>	<b>24</b>

<sup>6</sup> D.S. N°114/2002, establece límite de concentración para 1 hora de 213 ppb y como de concentración promedio anual de 53 ppb.



**Figura 5.15** - Concentración promedio mensual de NO<sub>2</sub>, en estación Carampangue

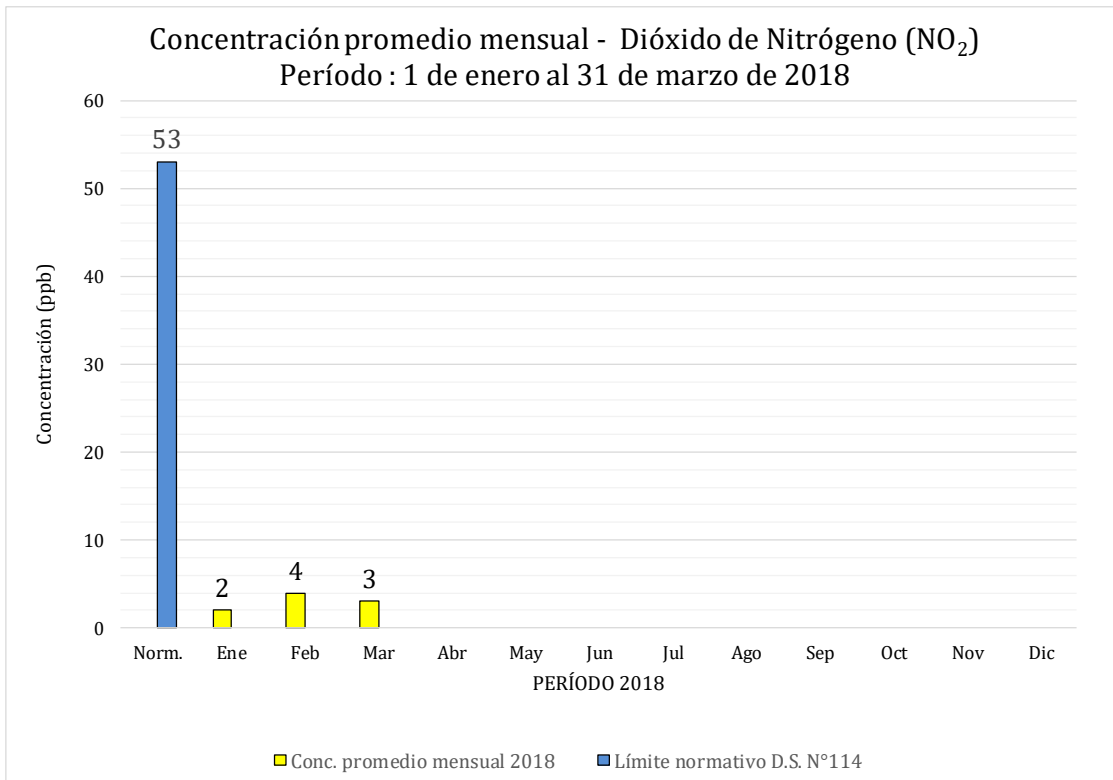


**Figura 5.16** - Concentración máximo horario mensual de NO<sub>2</sub>, en estación Carampangue

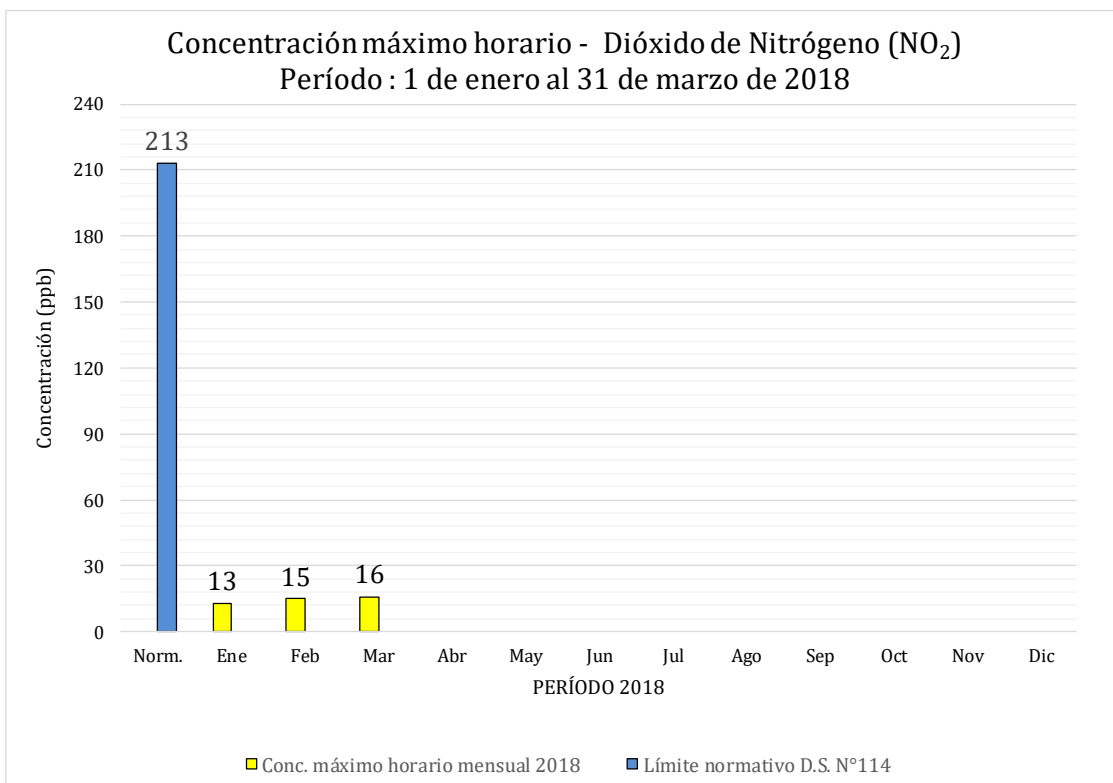
**TABLA 5.14****RESULTADOS CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO****ESTACIÓN LARAQUETE**  
Concentración expresada en ppb

PERÍODO 2018	DIÓXIDO DE NITROGENO (NO <sub>2</sub> )	
	PROMEDIO <sup>6</sup>	VALOR MÁXIMO HORARIO
Enero	2	13
Febrero	4	15
Marzo	3	16
Abril	-	-
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto	-	-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-
<b>NORMA</b>	<b>53</b>	<b>213</b>
<b>PROM. ANUAL</b>	3	-
<b>VALOR MÁX.</b>	-	16
<b>RESUMEN PERÍODO</b> 2015 - 2017		
PERÍODO	PROM. ANUAL	PERCENTIL 99 <sup>6</sup>
<b>2015</b>	3	26
<b>2016</b>	4	21
<b>2017</b>	4	22
<b>PROM. TRIANUAL</b>	<b>4</b>	<b>23</b>

<sup>6</sup> D.S. N°114/2002, establece límite de concentración para 1 hora de 213 ppb y como de concentración promedio anual de 53 ppb.



**Figura 5.17** - Concentración promedio mensual de NO<sub>2</sub>, en estación Laraquete



**Figura 5.18** - Concentración máximo horario mensual de NO<sub>2</sub>, en estación Laraquete

## 6. DISCUSIONES

### 6.1 Variables meteorológicas

Las variables registradas en las estaciones de monitoreo son velocidad del viento, dirección del viento y desviación estándar de la dirección del viento.

Es importante definir lo que significa régimen de vientos diurno y nocturno. Los regímenes de viento a escala local se generan debido al calentamiento y enfriamiento de la tierra; y a escala regional a causa del paso de sistemas frontales. El régimen diurno aparece con el calentamiento paulatino de la tierra, en épocas de verano comienza por lo general entre las 08 y 09 h y en invierno entre las 11 y 13 h. El régimen nocturno se genera por el enfriamiento paulatino de la tierra, en épocas de verano comienza entre las 01 y 02 h y en invierno entre las 18 y 20 h.

En las Tablas 5.3 y 5.4, se presenta un resumen con los valores de los parámetros meteorológicos registrados en las estaciones Carampangue y Laraquete, durante el periodo 1 de enero y el 31 de marzo de 2018.

#### 6.1.1 Velocidad del viento

##### A. Estación Carampangue

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, la velocidad media del viento fue de 2.5 m/s. Durante el período nocturno, comprendido entre las 20 y 08 h del día siguiente, las velocidades medias horarias estuvieron comprendidas entre 1.4 y 2.9 m/s. En cambio, durante el período diurno comprendido entre las 09 y 19 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 2.0 y 4.5 m/s. El valor máximo registrado fue de 8.1 m/s, el que se produjo a las 17 h del día 5. Se observa un ciclo diario con valores superiores, entre las 11 y 21 h. El 4.0% de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma.

##### B. Estación Laraquete

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, la velocidad media del viento fue de 2.4 m/s. Durante el período nocturno, comprendido entre las 20 y 08 h del día siguiente, las velocidades medias horarias estuvieron comprendidas entre 1.2 y 2.5 m/s. En cambio, durante el período diurno comprendido entre las 09 y 19 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.7 y 4.7 m/s. El valor máximo registrado fue de 8.9 m/s, el que se produjo a las 22 h del día 16. Se observa un ciclo diario con valores superiores, entre las 11 y 20 h. El 3.6% de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma.

## **6.1.2 Dirección del viento**

### **A. Estación Carampangue**

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, la dirección predominante del viento durante el período nocturno, comprendido entre las 20 y 08 h del día siguiente, fue principalmente del SSW y varios días del N. Durante el período diurno, comprendido entre las 09 y 19 h, la dirección del viento fue principalmente del SE, SSE y S. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 08 – 09 h; y la del período diurno al nocturno entre las 19 – 20 h.

### **B. Estación Laraquete**

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, se observan durante las 24 horas vientos con componente del N. La dirección predominante del viento durante el período nocturno, comprendido entre las 20 y 08 h del día siguiente, fue principalmente del SSW. Durante el período diurno, comprendido entre las 09 y 19 h, la dirección del viento fue principalmente del ESE, SE y SSE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 08 – 09 h; y la del período diurno al nocturno entre las 19 – 20 h.

## **6.1.3 Desviación estándar de la dirección del viento**

La desviación estándar del viento es un parámetro que sirve para determinar la turbulencia atmosférica.

### **A. Estación Carampangue**

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, el valor promedio de la desviación estándar de la dirección del viento fue de 17 grados. Los valores extremos oscilaron entre 1 y 40 grados.

### **B. Estación Laraquete**

En el período 1 y el 31 de marzo de 2018, el valor promedio de la desviación estándar de la dirección del viento fue de 15 grados. Los valores extremos oscilaron entre 6 y 41 grados.

## **6.2 Material particulado respirable MP10**

### **A. Estación Carampangue**

Al comparar los resultados que se presentaron en la Tabla 5.5, con la norma de calidad de aire para MP10 fijada en el D.S. N°59, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre 11 y 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ; y el valor medio del período fue de 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

## **B. Estación Laraquete**

Al comparar los resultados que se presentaron en la Tabla 5.6, con la norma de calidad de aire para MP10 fijada en el D.S. N°59, se puede inferir que, no ha sido sobrepasada durante el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018. Los valores medios diarios estuvieron comprendidos entre 6 y 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ; y el valor medio del período fue de 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

### **6.3 Contaminantes gaseosos**

#### **6.3.1 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

##### **A. Estación Carampangue**

Al observar la Tabla 5.7, se puede inferir que, en el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los promedios diarios fluctúan entre no detectable y 4 ppb, y los promedios horarios, entre no detectable y 16 ppb, valores que no superan la norma de calidad de 24 horas (96 ppb), establecida en el D.S. N°113 y la secundaria de 1 hora (268 ppb), establecida en el D.S. N°22. Por otra parte, la media del período es de 1 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma anual de 31 ppb y la norma secundaria anual de 23 ppb.

##### **B. Estación Laraquete**

Al observar la Tabla 5.8, se puede inferir que, en el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los promedios diarios fluctúan entre no detectable y 5 ppb, y los promedios horarios, entre no detectable y 22 ppb, valores que no superan la norma de calidad de 24 horas (96 ppb), establecida en el D.S. N°113 y la secundaria de 1 hora (268 ppb), establecida en el D.S. N°22. Por otra parte, la media del período es de 1 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma anual de 31 ppb y la norma secundaria anual de 23 ppb.

#### **6.3.2 Ozono (O<sub>3</sub>)**

##### **A. Estación Carampangue**

De la Tabla 5.9, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los valores móviles medios de ocho horas oscilan entre no detectable y 27 ppb, no sobrepasando la norma de 8 horas de 61 ppb, fijada en el D.S. N°112.

##### **B. Estación Laraquete**

De la Tabla 5.10, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los valores móviles medios de ocho horas oscilan entre no detectable y 31 ppb, no sobrepasando la norma de 8 horas de 61 ppb, fijada en el D.S. N°112.

### **6.3.3 Monóxido de carbono (CO)**

#### **A. Estación Carampangue**

Al observar la Tabla 5.11, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los valores medios móviles de ocho horas oscilan entre no detectable y 0.4 ppm, no sobrepasando la norma de 9 ppm; y los valores de 1 hora, entre no detectable y 0.7 ppm, el cual está lejos de superar el límite de 26 ppm, fijadas en el D.S. N°115.

#### **B. Estación Laraquete**

Al observar la Tabla 5.12, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, los valores medios móviles de ocho horas oscilan entre no detectable y 0.6 ppm, no sobrepasando la norma de 9 ppm; y los valores de 1 hora, entre no detectable y 0.7 ppm, el cual está lejos de superar el límite de 26 ppm, fijadas en el D.S. N°115.

### **6.3.4 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

#### **A. Estación Carampangue**

Al observar la Tabla 5.13, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, la media del periodo para el dióxido de nitrógeno fue de 2 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma anual de 53 ppb. Por otra parte, el valor horario máximo, en dicho período, fue de 19 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma horaria de 213 ppb.

#### **B. Estación Laraquete**

Al observar la Tabla 5.14, se puede inferir que, durante el período 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, la media del periodo para el dióxido de nitrógeno fue de 3 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma anual de 53 ppb. Por otra parte, el valor horario máximo, en dicho período, fue de 16 ppb, el cual está lejos de alcanzar la norma horaria de 213 ppb.



## **7. CONCLUSIONES**

De las mediciones efectuadas en el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, se puede inferir que, las mediciones de material particulado respirable MP10, en las estaciones Carampangue y Laraquete, no superan los límites máximos permisibles fijados para 24 horas en la Norma Chilena de calidad del aire, Decreto Supremo N°59.

Con respecto las mediciones efectuadas para contaminantes atmosféricos, en el período de monitoreo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2018, se puede inferir que, no superan los límites máximos permisibles fijados por la legislación chilena para sustancias gaseosas, Decretos Supremos N°113 y N°22 (SO<sub>2</sub>), 112 (O<sub>3</sub>), 115 (CO) y 114 (NO<sub>2</sub>).

## REFERENCIAS

D.S. N°59/1998 del Ministerio del Medio Ambiente **Norma de Calidad Primaria de Aire para Material Particulado Respirable MP 10.**

D.S. N°113/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República **Norma de Calidad Primaria de Aire para Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).**

D.S. N°22/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República **Norma de Calidad Secundaria de Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>).**

D.S. N°112/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República **Norma de Calidad Primaria de Aire para Ozono (O<sub>3</sub>).**

D.S. N°115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, **Norma de Calidad Primaria de Aire para Monóxido de Carbono (CO).**

D.S. N°114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República **Norma de Calidad Primaria de Aire para Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).**

D.S. N°61/2008 del Ministerio de Salud, **Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos.**

R.E. N°223/2015 del Ministerio del Medio Ambiente, **Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Medioambientales.**