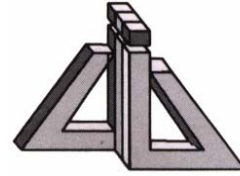




**GOBIERNO DE CHILE**  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DE ANTOFAGASTA



**ASOCIACION DE  
INDUSTRIALES  
ANTOFAGASTA**

**INFORME N°1 2006 PERIODO ENERO-MARZO**

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL  
SECTOR CENTRO DE LA CIUDAD DE ANTOFAGASTA  
"ESTACIÓN RENDIC Y ESTACIÓN ONCOLÓGICO"**

**CONVENIO CONAMA -ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE ANTOFAGASTA**

**Julio 2006**

## 1. ANTECEDENTES

Las evaluaciones anuales de la calidad de aire, principalmente en las ciudades, tienen como objetivo prevenir que la presencia de contaminantes atmosféricos puedan significar o representar un riesgo para la salud de las personas y para el medio ambiente. Se centran esencialmente en comparar la calidad de aire de la ciudad con las normas de calidad tanto primarias (protección de la salud pública) como secundarias (protección de los recursos naturales) a objeto de detectar posibles situaciones de saturación y de latencia.

En la actualidad, la región cuenta con información de calidad de aire que se ha generado principalmente, a partir de los monitoreos de seguimiento de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de los planes de descontaminación y monitoreos puntuales (campañas) realizados por el Servicio de Salud de Antofagasta (actual Autoridad Sanitaria). Existen ciudades y/o localidades en la región que cuentan con estaciones de monitoreos privadas y certificadas por la Autoridad Sanitaria, cuyo objetivo es evaluar el impacto de fuentes específicas, tales como: Centrales Termoeléctricas o Fundiciones de Cobre. Estas son: Calama, Tocopilla, María Elena, Mejillones y Chuquicamata.

### 1.1. Situación de la ciudad de Antofagasta

Se evidenció la necesidad de contar con información de monitoreos de calidad de aire representativa de la ciudad de Antofagasta, es decir, en toda su extensión, que permitiera realizar una comparación con la normativa existente y al mismo tiempo cuantificar impactos para futuros proyectos de desarrollo tanto industrial como urbano.

Dada la situación antes señalada, el Comité de Priorización de Normas formado en el marco del Convenio CONAMA-AIA (integrado por la Autoridad Sanitaria, Dirección Regional de la SEC, CONAMA, Compañía Minera Falconbridge Limitada, Minera Meridian, Laboratorio ALS) gestionó la instalación de una Estación de Monitoreo en el sector centro de la ciudad de Antofagasta, Estación Prat, por un periodo anual, para medir las concentraciones en el aire de Material Particulado Respirable, MP10 (partículas suspendidas en el aire producto de la combustión, tránsito de vehículos, construcciones y otros) y Monóxido de Carbono, CO (gas producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles). Esta estación entregó valores que no superaron la norma diaria de 150 ug/m<sup>3</sup> para MP-10, y para CO la tendencia es bajo el valor de la norma.

A la luz de los resultados obtenidos en la estación Prat, el comité decidió instalar una nueva estación y reubicar la existente, operando ambas a lo menos un año.

Esta iniciativa se ha llevado a efecto gracias a los siguientes aportes:

- **Autoridad Sanitaria:** Equipo Hi-Vol y análisis de Material Particulado Respirable en sus laboratorios (acondicionamiento y pesaje de filtros).
- **CONAMA:** Financia la mantención, calibración de las estaciones de monitoreo retiro e instalación de los filtros en el monitor y elaboración de informe de resultados.
- **Asociación de Industriales de Antofagasta:** Filtros para medir PM10.
- **Minera Meridian:** Estación meteorológica y financiamiento del informe de meteorología.
- **Cía. Minera Falconbridge:** Caracterización de los filtros.
- **Servicio de Salud de Antofagasta y Ilustre Municipalidad de Antofagasta:** Dependencias para instalar las estaciones de monitoreo y pago de consumo energía eléctrica mensual.

## 2. ESTACIÓN DE MONITOREO

La ubicación de la estación de monitoreo se fundamenta en base a información meteorológica (Dirección, frecuencia y velocidad de los vientos), ubicación de fuentes de emisión (móviles o fijas) y condiciones técnicas establecidas por normas (altura, distancia a calles y otros).

En base a esta información la Autoridad Sanitaria y CONAMA han determinado la siguiente ubicación de las estaciones de Monitoreo:

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Rendic	Consultorio Rendic, ubicado en Av. Rendic N° 6071	7387995	359138
Oncológico	Servicio de Oncología, ubicado en Eduardo Lefort s/n ( con 21 de Mayo).	7383182	357923

Nota: Datum PSAD 56 huso 19.

Los muestreadores de MP-10 se encuentran instalados sobre el techo del Servicio de Oncología y Consultorio Rendic. Mediante resolución N°3900 y N°3901, ambas de fecha 24 de Noviembre de 2005, de la Autoridad Sanitaria, establecen las estaciones monitoras con representatividad poblacional para material particulado respirable (EMRP).

Adicionalmente la estación Rendic cuenta con una estación meteorológica marca Campbell, la cual entrega información de dirección y velocidad del viento.

La calibración de los equipos muestreadores de MP-10 será realizada por la empresa SERPRAM.

Los niveles de concentraciones de MP-10 se medirá con una frecuencia de cada 3 días, de acuerdo al D.S N°59 del MINSEGPRES.

El inicio del funcionamiento para la estación Rendic fue realizada con fecha 01 de Julio de 2005 y para la estación Oncológico, 23 de Agosto de 2005.

## 3. METODOLOGÍAS

### 3.1. Material Particulado Respirable (MP-10)

Los monitoreos se realizarán de acuerdo a lo señalado en el artículo 7 del DS N°59. Para medir la concentración de material particulado respirable se utiliza un muestreador de alto volumen equipado con cabezal MP-10. El cabezal del equipo está instalado a una altura de 5 m en la estación Rendic y 11 m en la estación Oncológico, cumpliendo con lo señalado en el artículo 8 del DS N°59.

Los monitoreos se realizan con una frecuencia de cada tres días y por un periodo de 24 horas. La determinación de la cantidad de partículas colectadas en los filtros se realizó por análisis gravimétrico

Adicionalmente se realizará análisis químico para el elemento Plomo (Pb).

### 3.2. Variables meteorológicas

En el Anexo II, se muestran el comportamiento de las variables meteorológicas, velocidad y dirección de viento, del periodo anual desde 1 de Julio del 2005 al 30 de Junio del 2006.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Material Particulado Respirable(MP-10)

En el Anexo I, Tabla N°1 se indican los resultados de las concentraciones de MP-10 obtenidas durante el periodo Enero - Marzo para la estación Rendic y la estación Oncológico. El promedio del periodo corresponde a  $43(\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$  para la estación Rendic y  $27(\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$  para la estación Oncológico.

Adicionalmente en la tabla anterior, se indican los resultados de análisis químico para el elemento Plomo (Pb), donde el promedio del periodo corresponde a  $0.003(\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$  para la estación Rendic y  $0.003(\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$  para la estación Oncológico.

En el gráfico N°1 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de MP-10 y el gráfico N°2, el comportamiento de las concentraciones mensuales de MP-10, durante el periodo antes señalado, cabe hacer notar que a modo de referencia se señala en el gráfico N°2 la norma anual.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Material Particulado Respirable

La norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, establecida en el D.S. N°59, es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración de 24 horas. Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual a  $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Analizados los valores indicados en la tabla y gráfico N°1, se observan que durante todos los días de medición (Enero-Marzo) en la estación Rendic y Oncológico, no se ha superado el valor de la norma para MP-10 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), sin embargo, su cumplimiento deberá evaluarse después de cumplido el periodo anual, a través del cálculo del percentil 98, tal como se establece en la norma.

El Decreto Supremo N°45/01, modifica el Decreto Supremo N°59/98, estableciendo la norma primaria de calidad de aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración anual. Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para Material Particulado Respirable MP10, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que  $50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Analizados los valores indicados en la tabla N°1 y gráfico N°2, cabe señalar, que para la estación Rendic de continuar la tendencia mensual reflejada durante el periodo Enero a Marzo del año 2006, se estaría sobre el valor de latencia para la norma anual. En la Estación Oncológico no hay datos con valores sobre la norma anual.

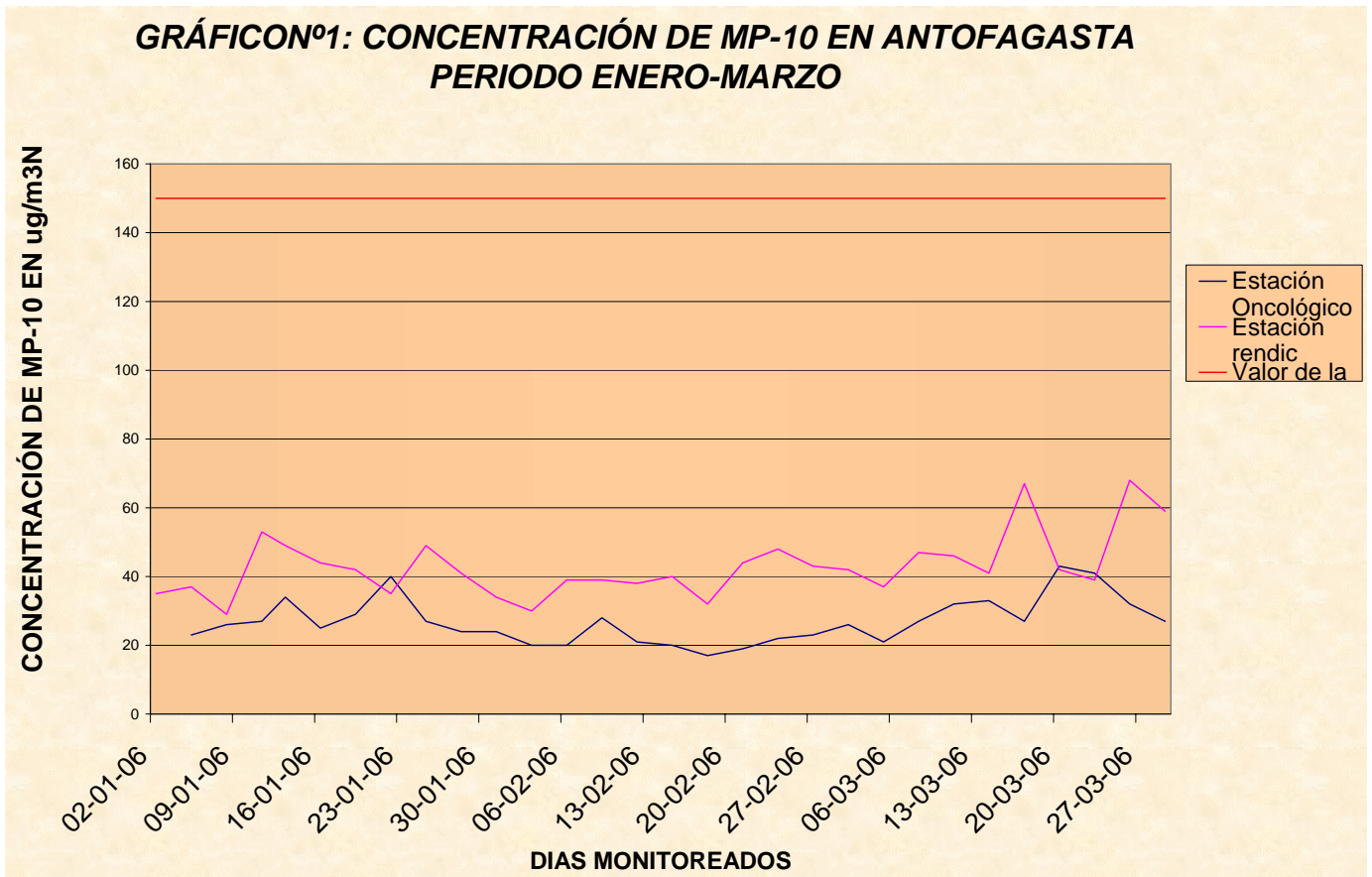
#### 5.1.1. Plomo en MP-10

La norma primaria de calidad del aire para el contaminante plomo, establecida en el D.S N°136, es de 0,5 microgramos por metro cúbico normal ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración anual.

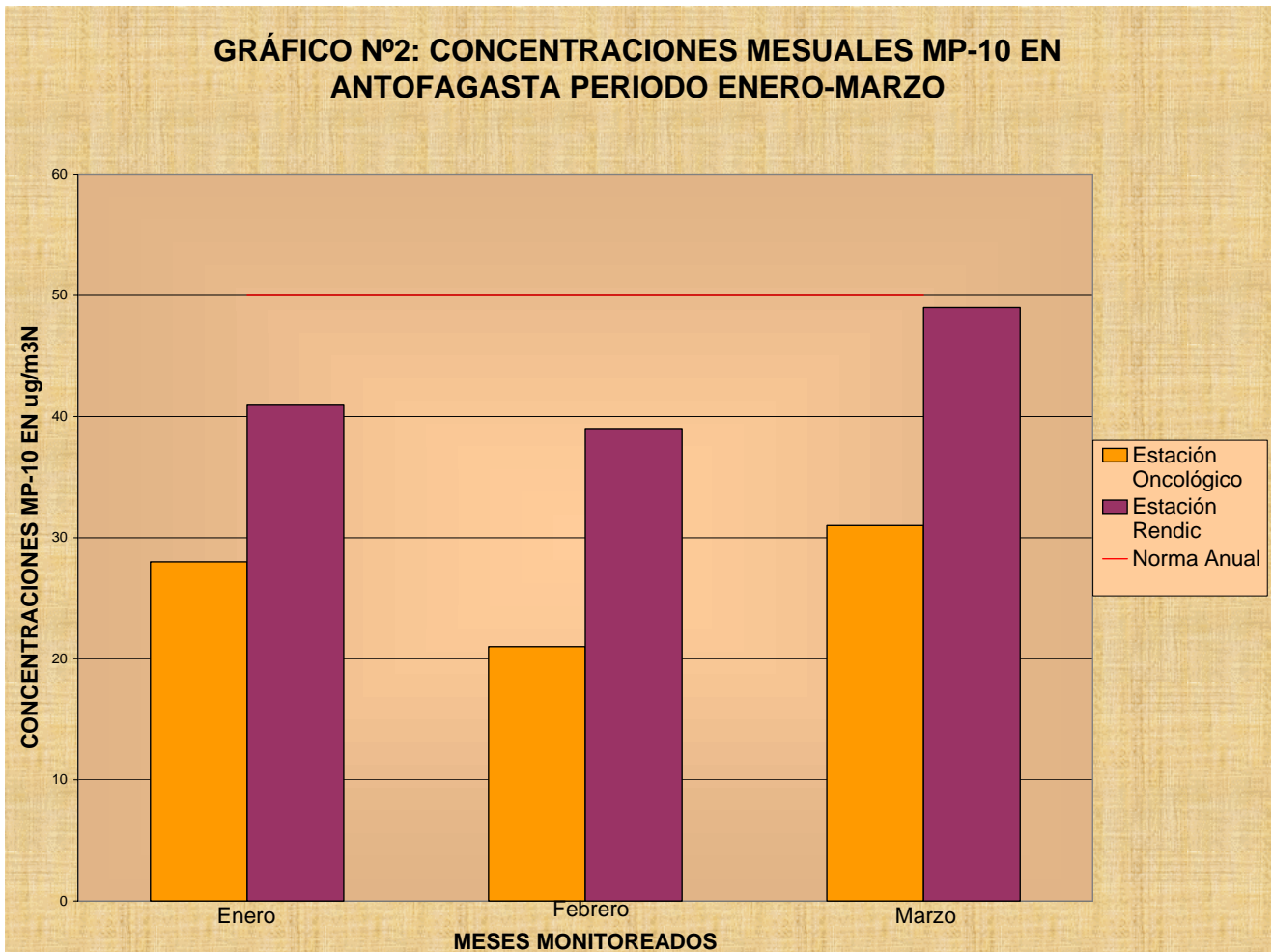
Se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación EMPB.

Analizados los valores indicados en la tabla N°1, se observan que durante todos los días de medición (Enero-Marzo) en la estación Rendic y Oncológico, no se ha superado el valor de la norma, sin embargo, su cumplimiento podrá evaluarse después de cumplido el periodo de dos años sucesivos.

**GRÁFICON°1: CONCENTRACIÓN DE MP-10 EN ANTOFAGASTA PERIODO ENERO-MARZO**



**GRÁFICO N°2: CONCENTRACIONES MESUALES MP-10 EN ANTOFAGASTA PERIODO ENERO-MARZO**



## 6. CONCLUSIONES

En el periodo Enero a Marzo del año 2006, las concentraciones del contaminantes MP10 están bajo los valores de las normas respectivas en ambas estaciones, sin embargo su cumplimiento podrá verificarse cumplido el periodo anual en el caso de la norma diaria y transcurrido 3 años para la norma anual.

Cabe señalar, que para la estación Rendic de continuar la tendencia mensual reflejada durante el periodo Enero a Marzo del año 2006, se estaría sobre el valor de latencia para la norma anual.

Respecto al plomo en MP-10, los valores obtenidos están bajo el valor de la norma, sin embargo su cumplimiento no podrá verificarse hasta cumplir el periodo de dos años.

## ANEXO I

Tabla N°1. Concentraciones de MP-10 y Plomo en Antofagasta

Fecha	Estación Rendic		Estación Oncológico	
	MP-10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	MP-10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
02/01/06	35	<0.0030	8*	<0.0030
05/01/06	37	<0.0030	23	<0.0030
08/01/06	29	<0.0030	26	<0.0030
11/01/06	53	<0.0030	27	<0.0030
13/01/06	49	<0.0030	34	<0.0030
16/01/06	44	<0.0030	25	<0.0030
19/01/06	42	<0.0030	29	<0.0030
22/01/06	35	<0.0030	40	<0.0030
25/01/06	49	<0.0030	27	<0.0030
28/01/06	41	<0.0030	24	<0.0030
31/01/06	34	<0.0030	24	<0.0030
<b>Promedio Enero</b>	<b>41</b>	<b>&lt;0.0030</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0.0030</b>
03/02/06	30	<0.0030	20	<0.0030
06/02/06	39	<0.0030	20	<0.0030
09/02/06	39	<0.0030	28	<0.0030
12/02/06	38	<0.0030	21	<0.0030
15/02/06	40	<0.0030	20	<0.0030
18/02/06	32	<0.0030	17	<0.0030
21/02/06	44	<0.0030	19	<0.0030
24/02/06	48	<0.0030	22	<0.0030
27/02/06	43	<0.0030	23	<0.0030
<b>Promedio Febrero</b>	<b>39</b>	<b>&lt;0.0030</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0.0030</b>
02-03-06	42	0,0058	26	<0.0030
05-03-06	37	<0,0030	21	<0.0030
08-03-06	47	<0,0030	27	<0.0030
11-03-06	46	0,0040	32	<0.0030
14-03-06	41	<0,0030	33	<0.0030
17-03-06	67	0,0052	27	<0.0030
20-03-06	42	0,0035	43	<0.0030
23-03-06	39	<0,0030	41	<0.0030
26-03-06	68	<0,0030	32	<0.0030
29-03-06	59	<0,0030	27	<0.0030
<b>Promedio Marzo</b>	<b>49</b>	<b>&lt;0,0030</b>	<b>31</b>	<b>&lt;0.0030</b>

- Dato eliminado de la estadística por falla en el horómetro



## ANEXO II

## ANÁLISIS METEOROLÓGICO ESTACIÓN RENDIC

### 1. ANTECEDENTES

Minera Meridian Ltda solicitó a SERPRAM efectuar mediciones de velocidad y dirección del viento en un sector poblado, ubicado al norte de la ciudad de Antofagasta, II Región.

El programa de monitoreo consiste en realizar mediciones de parámetros meteorológicos durante doce meses en forma continua.

El monitoreo comenzó el 1 de julio de 2005.

El presente documento contiene un análisis de la información recolectada entre el 1 de julio de 2005 al 30 de junio de 2006 y la metodología usada.

Los datos horarios y su procesamiento mensual fueron entregados en forma magnética, mes a mes, a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Segunda Región.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Metodología para asegurar la calidad de los datos.

Para asegurar la calidad de los datos obtenidos, se estableció un programa que contempló los siguientes aspectos:

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

#### 2.1.1 Objetivos Especificos

Los objetivos específicos del programa de control de calidad de las mediciones fueron los siguientes:

##### Representatividad de las Mediciones:

Se refiere al grado en que los datos recolectados reflejan el fenómeno real que se muestrea. Considera dos aspectos:

- Selección del lugar de muestreo
- Exposición de los instrumentos

La selección del lugar específico de muestreo está definida por criterios generales de emplazamiento de instrumentos de meteorológicos y por criterios específicos para mediciones de viento.

Los sensores meteorológicos se instalan en torres de estructura abierta o en mástiles. Hay que hacer mínima la interferencia con la propia estructura, usando brazos para alejarse de ella.

##### Comparabilidad de Datos:

Se refiere a la similaridad de datos representativos de un mismo fenómeno, recolectados por instrumentos diferentes. Para asegurar la comparabilidad, se usó una metodología estandarizada en la ubicación y exposición de instrumentos, en la calibración y operación, y en los procedimientos de manipulación y procesamiento de datos.

Precisión y Exactitud:

Son medidas cuantitativas que caracterizan la variabilidad y el sesgo existentes en los datos.

La precisión se refiere al nivel de concordancia entre mediciones repetidas del mismo parámetro. La exactitud es la diferencia (sistemática) entre la estimación de un parámetro basada en los datos recolectados y el valor verdadero de ese parámetro.

La precisión y la exactitud para las mediciones de los parámetros meteorológicos se indican en la Tabla 2.1, siendo el objetivo general tener valores iguales o menores a los enunciados.

**TABLA 2.1****OBJETIVOS DE PRECISIÓN Y EXACTITUD PARA LAS MEDICIONES**

PARÁMETRO	EXACTITUD	PRECISIÓN
Velocidad del viento	0,5 m/s	0,5 m/s
Dirección del viento	5 °	5 °

Recuperación de datos:

Se define como la cantidad de datos recolectados exitosamente, referida a la cantidad total que se intenta recolectar. La cantidad total de datos y su distribución temporal debe asegurar una representación adecuada de los parámetros que se desea estimar.

Los objetivos de recuperación de datos son los indicados en la Tabla 2.2.

**TABLA 2.2****OBJETIVOS PARA LA RECUPERACIÓN DE DATOS**

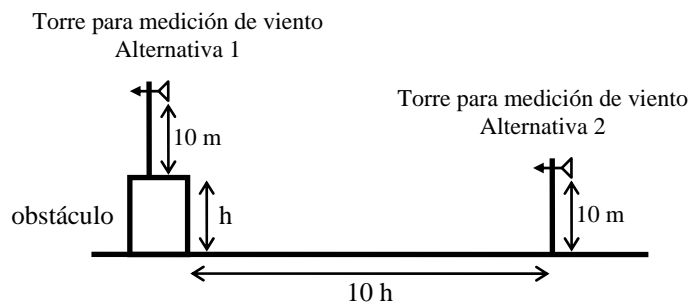
INTERVALO DE TIEMPO	NUMERO MÍNIMO DE OBSERVACIONES
1 hora	30 minutos
24 horas	18 promedios horarios
1 mes	23 promedios diarios
3 meses	75 % de los promedios diarios
1 año	9 meses (*)

(\*) *En el caso de un año de mediciones, la pérdida de información no debe ser de 3 meses seguidos. Se acepta, a lo más, la pérdida de un mes cada cuatro meses de mediciones, con el fin de tener representatividad de todas las estaciones del año.*

### 2.1.2 Criterios de Selección de los Lugares de Mediciones

El criterio de selección del lugar de muestreo se efectúa de acuerdo a las normas de EPA<sup>1</sup> para los parámetros meteorológicos, considerando los siguientes aspectos:

- El lugar elegido debe suministrar energía y soportar el consumo de los equipos de muestreo.
- Las personas que hagan un monitoreo (operadores) deben efectuar el muestreo y mantenimiento de equipos sin tener que afrontar riesgos indebidos o molestias.
- A los equipos deben tener acceso solamente las personas designadas. Se debe evitar el acceso de intrusos, los actos vandálicos y los robos.
- En las estaciones en que se lleven a cabo mediciones de velocidad y dirección del viento es prioritario que no exista interferencia con obstáculos. Por esto, se debe efectuar la medición en una torre con la suficiente altura; ante la existencia de obstáculos, para que el monitoreo no resulte afectado, existen dos posibilidades de ubicación de la torre: sobrepasando al obstáculo por 10 m, o en una torre de 10 m, a una distancia mayor a 10 veces la altura del obstáculo. Esto se esquematiza en la siguiente figura:



### 2.1.3 Procedimientos de Calibración

Los procedimientos de calibración utilizados durante el programa de mediciones seguirán las recomendaciones entregadas por los fabricantes de cada equipo. Se utilizará la metodología adecuada para cada parámetro que estuviese disponible durante el programa de mediciones.

<sup>1</sup> "Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modeling Application", EPA 454/R-99-005, Febrero 2000.

## Parámetros Meteorológicos

Para los instrumentos meteorológicos, se realiza una calibración o verificación inicial, antes de su instalación y se realizará una verificación final, al suspender las mediciones y retirar los instrumentos.

Los procedimientos para cada tipo de instrumento se describen a continuación y comprenden al instrumento completo, es decir, sensores, sistemas de amplificación o adaptación de señal y dispositivo de grabación de datos (en general, dataloggers).

Velocidad del viento:

- Verificación y ajuste de cero del instrumento.
- Verificación y ajuste de salida del instrumento, al imprimir una rotación conocida a las copelas, 3 puntos de calibración, usando la curva R.P.M. - velocidad del viento entregada por el fabricante.
- Umbral de partida: se verifica con un medidor de torque. Se realiza limpieza, lubricación y cambio de rodamientos del sensor antes de la calibración inicial. Se supone que no habrá un deterioro importante del umbral de partida durante doce meses de mediciones.

Dirección del viento:

- Verificación y ajuste de señal de salida, al rotar la veleta. Se fija una dirección conocida, relativa al brazo que soporta el sensor (usualmente N-S o E-W). Se verifican las cuatro direcciones principales.
- Umbral de partida: similar al sensor de velocidad.

### 2.1.4 Programa de Operación, Control y Mantenición

El programa contempla el monitoreo continuo de parámetros meteorológicos durante dos meses. Las mediciones meteorológicas comenzaron el 20 de Marzo de 2006. En general, se basan en los criterios de calidad predefinidos y señalados en los puntos 2.1.1 a 2.1.3.

- Equipos Meteorológicos
  - \* Verificación de funcionamiento de estación meteorológica, cada siete días.
  - \* Programa de mantención preventiva: cambio de rodamientos de sensores cada 12 meses y comprobación de voltajes internos cada 3 meses.

### 2.1.5 Procedimientos para el procesamiento de datos

Los procedimientos empleados en la lectura de datos del datalogger se basan en el siguiente esquema:

Identificación de cada registro:

Anotar en cada registro: Lugar  
Parámetro  
Fecha y hora de inicio  
Fecha y hora de término

Inspección del registro:

Anotar cualquier anomalía observada en el registro  
Llenar formulario de inspección del registro

### Procedimiento Básico de Datos en Computador

El criterio utilizado para el procesamiento de datos en el computador se basa en la siguiente lógica:

Creación de un archivo mensual por parámetro, de datos extraídos de los registros del datalogger.

Registros: Uno por día, conteniendo:  
Identificación de la estación  
Identificación del parámetro  
Fecha (año, mes, día)  
24 valores horarios

Despliegue por pantalla y listado de datos, para revisión de identificadores y cantidad de registros creados.

Conversión de datos leídos a valores en unidades físicas. En este proceso, se incorporarán las calibraciones del instrumento (corrimiento de cero, escalas, etc.). Creación de un archivo mensual por estación y parámetro.

Listado de archivos mensuales para inspección de datos.

### Procesamiento estadístico y listados

Promedios y valores extremos diarios  
Promedios y valores extremos para horas dadas, en el mes  
Número de datos por mes (% de recuperación)

### Despliegue gráfico de resultados:

Para cada parámetro, por mes:

Serie de valores horarios, en función de las horas  
Promedios horarios (para el mes) y valores extremos horarios, en función de la hora del día

Revisión de resultados, análisis de comportamientos anómalos, identificación de causas y corrección de errores o eliminación de datos.

Reprocesamiento, si fuera necesario

## **2.2 Estación 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 en el sector norte de la ciudad de Antofagasta, II Región.

### **ESTACIÓN RENDIC**

**Lugar: Avenida Antonio Rendic N1° 6071, Antofagasta**

**Mediciones meteorológicas:** Velocidad del viento y dirección del viento.

Esta estación está ubicada en la sotea del consultorio. En general el lugar está libre de obstáculos que impidan la buena circulación del flujo de aire.

Las coordenadas geográficas (UTM) son según Datum 1956:

73 88 023 N

3 59 124 E

En el siguiente cuadro se describen los equipos instalados.

PARÁMETRO	EQUIPO	PRINCIPIO OPERACIÓN
Monitoreo de vientos	R.M. Young	Generación de pulso/ potenciómetro
Sistema de Adquisición de Datos	Campbell	Datalogger

En Figura 2.1 se muestra una vista general de la estación con un detalle de los equipos que se utilizaron en el monitoreo.





**FIGURA 2.1 ESTACIÓN DE MONITOREO RENDIC**

### **3. RESULTADOS**

En Tablas 3.1 A, B y C se presenta un resumen de los datos disponibles con el porcentaje de recuperación del período de muestreo, para las estaciones de monitoreo de parámetros meteorológicos.

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

TABLA 3.1 A

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS HORARIOS EN MONITOREO  
DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

**ESTACIÓN RENDIC**

**PERÍODO 1 DE JULIO AL 31 DE OCTUBRE DE 2005**

PARÁMETRO	N° DE DATOS HORARIOS VÁLIDOS				PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN			
	JUL	AGO	SEP	OCT	JUL	AGO	SEP	OCT
VV	694	744	720	744	93.3	100	100	100
DD	694	744	720	744	93.3	100	100	100
ST	694	744	720	744	93.3	100	100	100

TABLA 3.1 B

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS HORARIOS EN MONITOREO  
DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

**ESTACIÓN RENDIC**

**PERÍODO 1 DE NOVIEMBRE DE 2005 AL 28 DE FEBRERO DE 2006**

PARÁMETRO	N° DE DATOS HORARIOS VÁLIDOS				PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN			
	NOV	DIC	ENE	FEB	NOV	DIC	ENE	FEB
VV	720	744	744	672	100	100	100	100
DD	720	744	744	672	100	100	100	100
ST	720	744	744	672	100	100	100	100

TABLA 3.1 A

**PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE DATOS HORARIOS EN MONITOREO  
DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

**ESTACIÓN RENDIC**

**PERÍODO 1 DE MARZO AL 30 DE JUNIO DE 2006**

PARÁMETRO	Nº DE DATOS HORARIOS VÁLIDOS				PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN			
	MAR	ABR	MAY	JUN	MAR	ABR	MAY	JUN
VV	744	720	744	720	100	100	100	100
DD	744	720	744	720	100	100	100	100
ST	744	720	744	720	100	100	100	100

### 3.1 Meteorología

Las mediciones meteorológicas continuas comenzaron el 1 de julio de 2005 en estación Rendic. Las variables registradas fueron 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 Tablas 3.2 A, B y C 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.

**TABLA 3.2 A**

**VALORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS  
ESTACIÓN RENDIC  
PERÍODO: 1 DE JULIO AL 31 DE OCTUBRE DE 2005**

VARIABLE	VALOR			
	JUL	AGO	SEP	OCT
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>				
Promedio período	1.8	1.9	2.1	2.3
Valor máximo	5.4	6.1	7.5	4.8
Valor mínimo	0.0	0.1	0.0	0.3
Porcentaje de calmas	11.0	4.0	1.9	1.1
<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>				
Dirección predominante DIURNO	SW, WSW, W, WNW, NW	SW, WSW, W, WNW	SW, WSW, W, WNW	SW, WSW, W
Dirección predominante NOCTURNO	E, ESE, SE	ESE, SE	E, ESE, SE NNW, N, NNE, NE	ESE, SE SW, WSW, W WNW, NNW
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DIRECCIÓN (°)</b>				
Promedio período	19	21	21	21
Valor máximo	65	64	59	43
Valor mínimo	1	5	0	0

**TABLA 3.2 B**

**VALORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS  
ESTACIÓN RENDIC  
PERÍODO: 1 DE NOVIEMBRE DE 2005 AL 28 DE FEBRERO DE 2006**

VARIABLE	VALOR			
	NOV	DIC	ENE	FEB
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>				
Promedio período	2.2	2.1	1.9	2.0
Valor máximo	5.1	4.8	5.1	5.2
Valor mínimo	0.3	0.1	0.0	0.0
Porcentaje de calmas	2.9	5.5	7.4	6.0
<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>				
Dirección predominante DIURNO	SW, WSW, W	WSW, W	WSW, W	WSW, W
Dirección predominante NOCTURNO	SW, WSW, W, WNW, NW	ESE, SE WSW, W, WNW, NW	ESE, SE WSW, W, WNW, NW, N, NNE, NE	ESE W, WNW, NW, NNW, N, NNE
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DIRECCIÓN (°)</b>				
Promedio período	21	21	21	21
Valor máximo	51	59	62	52
Valor mínimo	7	2	1	2

**TABLA 3.2 C****VALORES DE VARIABLES METEOROLÓGICAS  
ESTACIÓN RENDIC****PERÍODO: 1 DE MARZO AL 30 DE JUNIO DE 2006**

VARIABLE	VALOR			
	MAR	ABR	MAY	JUN
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>				
Promedio período	1.7	1.6	1.7	1.6
Valor máximo	4.2	3.8	4.2	5.1
Valor mínimo	0.0	0.0	0.1	0.2
Porcentaje de calmas	10.2	10.1	7.8	5.7
<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>				
Dirección predominante DIURNO	SW, WSW, W, WNW	WSW, W, WNW	WSW, W, WNW	SW, WSW, W, WNW
Dirección predominante NOCTURNO	ESE NW, NNW, N. NNE	WNW, NW, NNW, N. NNE, NE, E, ESE	E, ESE, SE	E, ESE, SE
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DIRECCIÓN (°)</b>				
Promedio período	20	20	20	22
Valor máximo	63	62	53	60
Valor mínimo	0	1	5	3

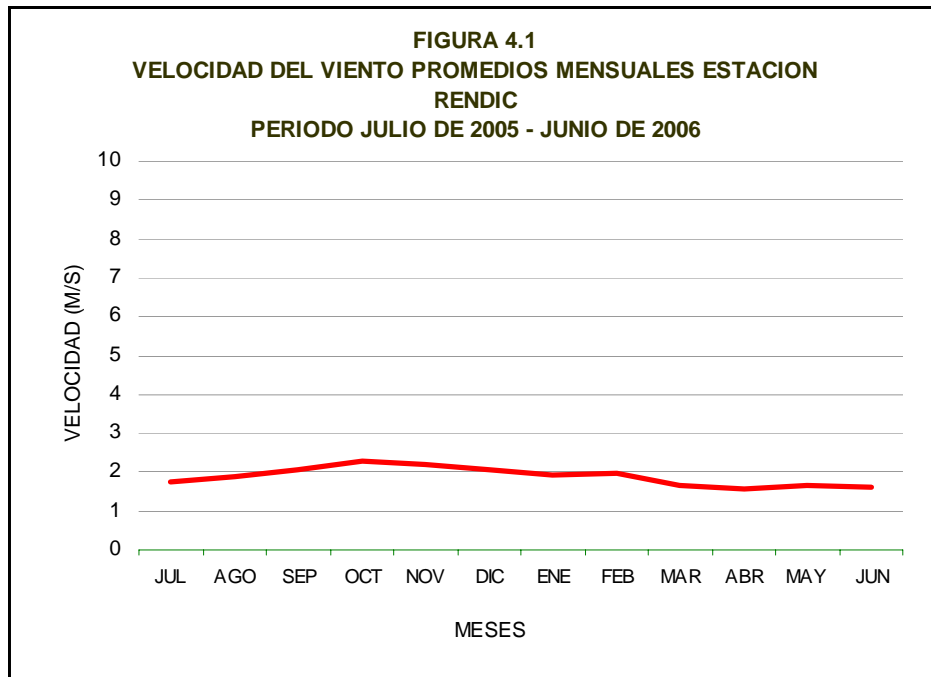
#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Antes de entrar a realizar el análisis de la información es conveniente aclarar que diferencia hay entre valor medio horario y valor horario. Valor medio horario es el promedio de todos los valores horarios de una misma hora para un mes de registro de datos, por ejemplo, el valor medio horario de la hora 1 es el promedio de todas las horas 1 del mes desde el día 1 al 30. En cambio el valor horario corresponde al valor promedio de los valores tomados directamente por el datalogger de cualquier hora del mes. El datalogger toma valores puntuales cada 1 segundo y los almacena como promedios de 15 minutos.

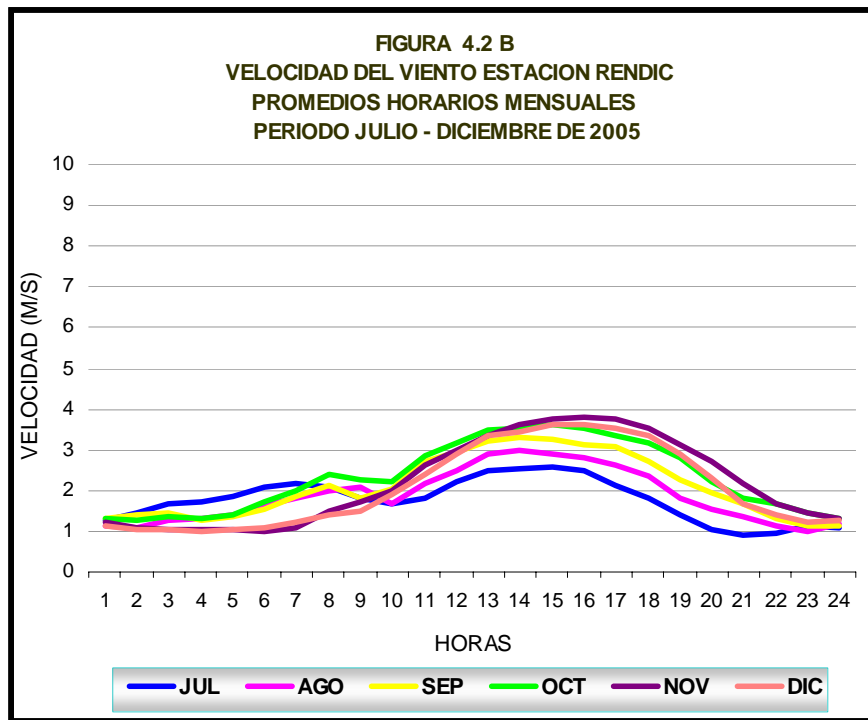
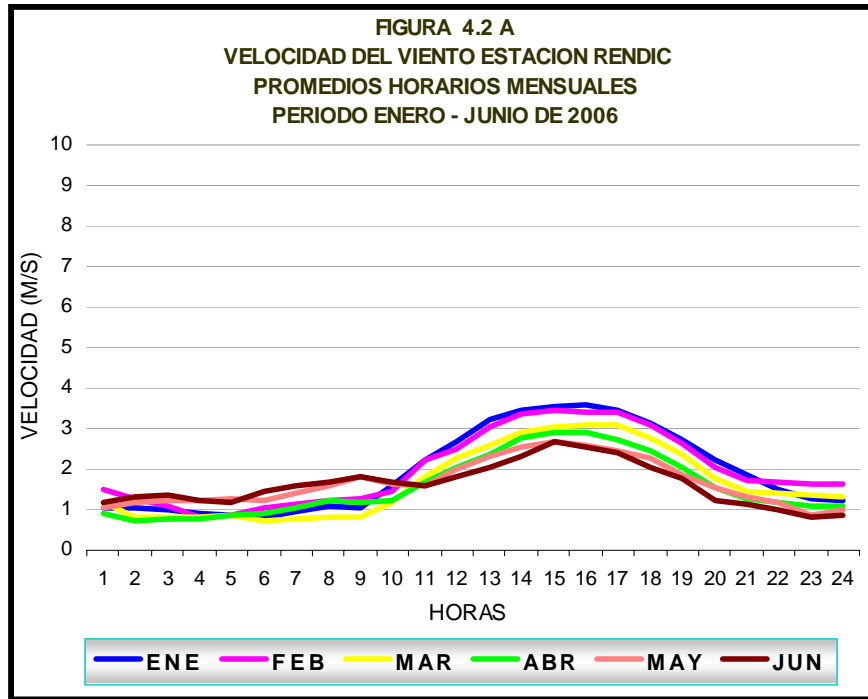
También, es importante definir lo que significa régimen de vientos diurno y nocturno. Los regímenes de viento a escala local se generan debido al calentamiento y enfriamiento de la tierra y a escala regional a causa del paso de sistemas frontales. El régimen diurno aparece con el calentamiento paulatino 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 a las 01-02 h y en invierno entre las 18 y 20 h.

##### 4.1 Análisis global

Al observar figura 4.1, las velocidades medias mensuales muestran una variación anual, con valores algo más altos en los meses de primavera - verano y levemente inferiores en los meses de invierno. Los valores medios mensuales están comprendidos entre 1.6 m/s en abril y junio y 2.3 m/s en octubre.



Las velocidades del viento presentan un ciclo diario típico, con valores máximos en la tarde y mínimos en la madrugada y primeras horas de la mañana. Las Figuras 4.2 A y B muestran los ciclos diarios medios para cada mes.



El ciclo diario de velocidades, es simétrico, muestra un mínimo entre las 22 y 09 h del día siguiente, luego aumenta rápidamente la intensidad entre las 11 h y 13 h y alcanza un máximo entre las 14 h a 17 h en los meses fríos y entre las 13 y 18 h en los meses cálidos. Los valores horarios medios mensuales más altos están comprendidos entre 2 y 4 m/s. Los valores mínimos que se observan en las primeras horas del día presentan valores medios entre 1 y 2 m/s.

El ciclo diario del viento es parecido a otras localidades costeras, con viento más intenso en la tarde, que va rotando desde el W al SW y finalmente a dirección S al final de la tarde y anochecer. Más tarde en la noche y en la mañana, cuando el flujo es más débil, las direcciones son variables y aparecen algunas componentes que muestran brisas desde tierra hacia el océano.

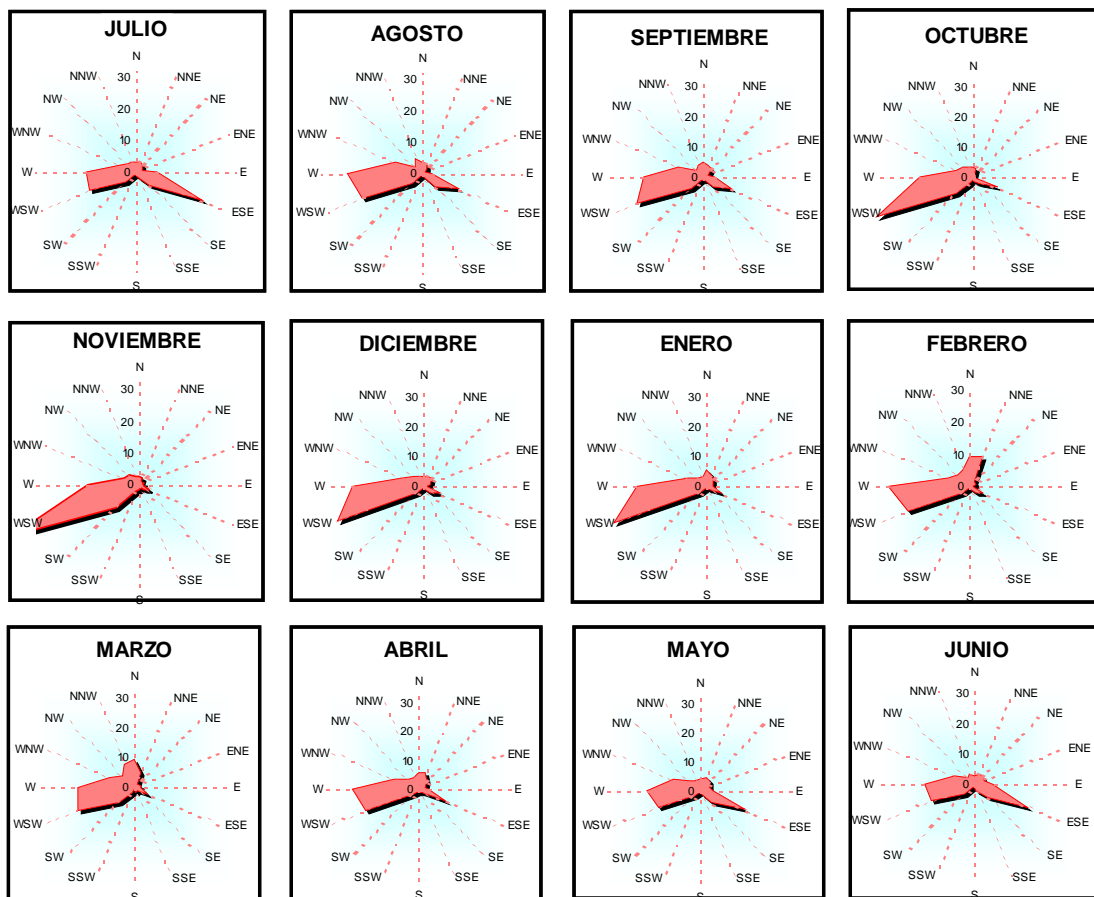
Las direcciones en estación Rendic, también, muestran un ciclo diario. En los meses más cálidos, cuando el flujo está aumentando de intensidad cerca de mediodía, la dirección

predominante es W y WSW. En la tarde, las direcciones predominantes son también del W, WSW y SW, girando hacia el WNW, NW y NNW al anochecer. La dirección predominante del NNW, N y NNE se mantiene en las primeras horas de la noche y después, al disminuir la velocidad, el flujo se hace menos definido. Entre las 06 h y 09 h aparecen direcciones del ESE y SE.

En los meses de invierno, ocurre una transición durante la mañana, desde el régimen de viento nocturno a la brisa de la tarde. En la tarde, las direcciones van rotando desde el NW, WNW, W, WSW y SW y luego al comienzo de la noche la dirección predominante es ESE y SE. Durante la noche, el flujo muestra el efecto de la brisa nocturna desde el continente, con direcciones más variables, donde predominan ESE y SE.

La Figura 4.3 muestra las rosas de frecuencias de direcciones de viento medidas en estación Rendic para cada mes del año.

**FIGURA 4.3**  
**DIRECCION DEL VIENTO**  
**ROSAS ACUMULADAS MENSUALES**  
**PERIODO: JULIO 2005- JUNIO 2006**  
**ESTACION RENDIC**



**4.2 Análisis mensual de la velocidad y dirección del viento**

**VELOCIDAD DEL VIENTO**

En las Tablas 3.2 A, B y C se presentó un resumen de los valores medios mensuales registrados en la estación.

En el período 1 al 31 de julio de 2005, la velocidad media del viento fue de 1.8 m/s. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h del día siguiente las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.9 y 2.1 m/s. En cambio durante el período diurno,



comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 0.9 y 2.6 m/s. El valor horario máximo fue de 5.4 m/s y se produjo a las 07 h el día 21. Los valores medios horarios están en el rango de 0.0 a 5.4 m/s. Se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 12 y 17 h; y otro nocturno entre la 06 y 08 h. El 11.0 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno entre las 19 y 11 h del día siguiente.

En el período 1 al 31 de agosto de 2005, la velocidad media del viento fue de 1.9 m/s, levemente superior a la del período anterior, lo que es típico a medida que se va acercando a los meses cálidos. Durante el período nocturno, comprendido entre las 23 y 09 h del día siguiente las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 1.0 y 2.1 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 22 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.2 y 3.0 m/s. El valor horario máximo fue de 6.1 m/s y se produjo a las 07 h el día 31. Los valores medios horarios están en el rango de 0.1 a 6.1 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 12 y 18 h; y otro nocturno, más corto que el del mes de julio, entre la 08 y 09 h. El 4.0 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno entre las 22 y 08 h del día siguiente.

En el período 1 al 30 de septiembre de 2005, la velocidad media del viento fue de 2.1 m/s, superior en 0.2 m/s a la del período anterior, típico del acercamiento a los meses cálidos. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 09 h del día siguiente las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 1.1 y 2.1 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.7 y 3.3 m/s. El valor horario máximo fue de 7.5 m/s y se produjo a las 08 h el día 25. Los valores medios horarios están en el rango de 0.0 a 7.5 m/s. Al igual que los meses de julio y agosto, se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 12 y 18 h; y otro nocturno con un máximo a las 08 h. El 1.9 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno.

En el período 1 al 31 de octubre de 2005, la velocidad media del viento fue de 2.3 m/s, superior en 0.2 m/s a la del período anterior, típico de los meses de primavera verano. Durante el período nocturno, comprendido entre las 23 y 09 h del día siguiente las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 1.3 y 2.4 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 22 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.7 y 3.6 m/s. El valor horario máximo fue de 4.8 m/s y se produjo a las 14 h el día 7. Los valores medios horarios están en el rango de 0.3 a 4.8 m/s. Al igual que los meses de anteriores, se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 11 y 19 h; y otro nocturno entre las 08 las 09 h. El 1.1 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno.

En el período 1 al 30 de noviembre de 2005, la velocidad media del viento fue de 2.2 m/s, levemente inferior a la del período anterior. Durante el período nocturno, comprendido entre las 02 y 09 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 1.1 y 1.7 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 01 h del día siguiente, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.2 y 3.8 m/s. El valor horario máximo fue de 5.1 m/s y se produjo a las 15 h el día 30. Los valores medios horarios están en el rango de 0.3 a 5.1 m/s. A diferencia de los meses anteriores, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 11 y 20 h. El 2.9 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno.

En el período 1 al 31 de diciembre de 2005, la velocidad media del viento fue de 2.1 m/s, inferior en 0.1 m/s a la del mes anterior. Durante el período nocturno, comprendido entre las 23 y 09 h del día siguiente, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 1.0 y 1.5 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 22 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.4 y 3.6 m/s. El valor horario máximo fue de 4.8 m/s y se produjo a las 08 h el día 19. Los valores medios horarios están en el rango de 0.1 a 4.8 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 11 y 20 h. El 5.5 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 24 y 08 h del día siguiente.

En el período 1 al 31 de enero de 2006, la velocidad media del viento fue de 1.9 m/s, inferior en 0.2 m/s a la del mes anterior. Durante el período nocturno, comprendido entre las 01 y 09 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.8 y 1.1 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 24 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.3 y 3.6 m/s. El valor horario máximo fue de 5.1 m/s y se produjo a las 15 h el día 12. Los valores medios horarios están en el rango de 0.1 a 5.1 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 12 y 19 h. El 7.4 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 23 y 09 h del día siguiente.

En el período 1 al 28 de febrero de 2006, la velocidad media del viento fue de 2.0 m/s, superior en 0.1 m/s a la del mes anterior. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.8 y 1.7 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.7 y 3.5 m/s. El valor horario máximo fue de 5.2 m/s y se produjo a las 15 h el día 22. Los valores medios horarios están en el rango de 0.0 a 5.2 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 12 y 19 h. El 6 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 24 y 09 h del día siguiente.

En el período 1 al 31 de marzo de 2006, la velocidad media del viento fue de 1.7 m/s, inferior en 0.3 m/s a la del mes anterior, típico del acercamiento a los meses fríos. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.7 y 1.4 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.5 y 3.1 m/s. El valor horario máximo fue de 4.2 m/s y se produjo a las 17 h el día 6. Los valores medios horarios están en el rango de 0.0 a 4.2 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 13 y 18 h. El 10.2 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 22 y 09 h del día siguiente.

En el período 1 al 30 de abril de 2006, la velocidad media del viento fue de 1.6 m/s, inferior en 0.1 m/s a la del mes anterior, típico de los meses de otoño invierno. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.7 y 1.2 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.3 y 2.9 m/s. El valor horario máximo fue de 3.8 m/s y se produjo a las 16 h el día 7. Los valores medios horarios están en el rango de 0.0 a 3.8 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observa sólo un ciclo diario con valores superiores de velocidades del viento, entre las 13 y 18 h. El 10.1 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 22 y 10 h del día siguiente.

En el período 1 al 31 de mayo de 2006, la velocidad media del viento fue de 1.7 m/s, superior en 0.1 m/s a la del mes anterior, típico de los meses de otoño invierno. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h, las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.9 y 1.8 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.3 y 2.7 m/s. El valor horario máximo fue de 4.2 m/s y se produjo a las 09 h el día 28. Los valores medios horarios están en el rango de 0.1 a 4.2 m/s. A diferencia de los meses cálidos, se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 13 y 18 h; y otro nocturno con un máximo a las 09 h. El 7.8 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno, entre las 20 y 10 h del día siguiente.

En el período 1 al 3 de junio de 2006, la velocidad media del viento fue de 1.6 m/s, levemente inferior a la del período anterior, lo que es típico en los meses fríos. Durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h del día siguiente las velocidades medias estuvieron comprendidas entre 0.8 y 1.8 m/s. En cambio durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, los valores medios son superiores a los del período nocturno y estuvieron comprendidos entre 1.1 y 2.7 m/s. El valor horario máximo fue de 5.1 m/s y se produjo a las 09 h el día 22. Los valores medios horarios están en el rango de 0.2 a 5.1 m/s. Al igual que en el mes anterior, se observan dos ciclos diarios con valores superiores de velocidades del viento, uno diurno entre las 13 y 18 h; y otro nocturno, entre la 08 y 10 h. El 5.7 % de los valores medios horarios es inferior a 0.5 m/s, o sea pertenecen a un período de calma y se produjeron generalmente durante el período nocturno entre las 21 y 11 h del día siguiente.

## **DIRECCIÓN DEL VIENTO**

En el período 1 al 31 de julio de 2005, la dirección del viento durante el período diurno, comprendido entre las 12 y 21 h, fue del SW, WSW, W y WNW. En el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h del día siguiente, las direcciones son más variables, predominando las del E, ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 10-11 h; y la del período diurno al nocturno a las 21-22 h.

En el período 1 al 31 de agosto de 2005, la dirección del viento es muy similar al período anterior, típica de los meses fríos. Durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 23 h, las direcciones predominantes fueron del WNW, W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 24 y 09 h. del día siguiente, las direcciones son variables, predominando las del E, ESE y SE. Se observa algunos días en que durante el período nocturno el viento predominante tiene direcciones del NNW, N y NNE. La transición del período nocturno al diurno ocurre a las 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 20-24 h.

En el período 1 al 30 de septiembre de 2005, la dirección del viento es algo diferente a la del período anterior, el período diurno se alarga, típica de los meses de primavera verano. Durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 19 h, las direcciones predominantes fueron del WNW, W y WSW; luego entre las 20 y 24 h vira a direcciones del WNW, NW, NNW y N. En el período nocturno, comprendido entre las 24 y 09 h. del día siguiente, las direcciones son variables, predominando las del E, ESE y SE. Se observa algunos días en que durante el período nocturno el viento predominante tiene direcciones del NNE y NE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 09 y 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 23-24 h.

En el período 1 al 31 de octubre de 2005, la dirección del viento algo diferente a la del período anterior, el período diurno se alarga, la componente nocturna de ESE y SE comienza a desaparecer, típico de los meses de primavera verano. Durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 02 h del día siguiente, las direcciones predominantes fueron del WNW, W, WSW y SW. En el período nocturno, comprendido entre las 03 y 09 h, las direcciones son variables, predominando entre las 04 y 09 h direcciones del ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 09 y 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 23 h.

En el período 1 al 30 de noviembre de 2005, la dirección del viento algo diferente a la del período anterior, el período diurno se alarga, la componente nocturna de ESE y SE se hace mínima, típico de los meses de primavera verano. Durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 01 h del día siguiente, las direcciones predominantes fueron del W, WSW y SW. En el período nocturno, comprendido entre las 02 y 09 h, las direcciones son variables, predominando algunos días direcciones del W, WNW, NW, NNW y N. Existen algunas horas (07 a 09 h) en que todavía se observan direcciones del ESE y SE. Por último, se observa varios días en que durante el período nocturno el viento no se alcanza a revertir, predominando direcciones del SW, WSW y W. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 09 y 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 01-02 h.

En el período 1 al 31 de diciembre de 2005, la dirección del viento es similar a la del mes anterior. Durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 22 h, las direcciones predominantes fueron del W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 23 y 09 h del día siguiente, las direcciones son variables, predominando algunos días direcciones del WNW, NW, NNW, N, NNE y NE. Existen algunas horas (04 a 09 h) en que todavía se observan direcciones del ESE y SE. Por último, se observa algunos días en que durante el período nocturno el viento no se alcanza a revertir, predominando direcciones del WSW y W. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 09 y 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 22-23 h.

En el período 1 al 31 de enero de 2006, la dirección del viento es similar a la del mes anterior. Durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 01 h del día siguiente, las direcciones predominantes fueron del WNW, W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 02 y 09 h, las direcciones son variables, predominando algunos días direcciones del NW, NNW, N, NNE y NE. Existen algunas horas (06 a 08 h) en que todavía se observan direcciones del ESE y SE. Por último, se observa algunos días en que durante el período nocturno el viento no se alcanza a revertir, predominando direcciones del WSW, W y WNW. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 09 y 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 01-02 h.

En el período 1 al 28 de febrero de 2006, la dirección del viento es similar a la del mes anterior. Durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 22 h, las direcciones predominantes fueron del W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 23 y 10 h del día siguiente, las direcciones son variables, predominando algunos días direcciones del NNW, N, y NNE. Existen algunas horas (06 a 09 h) en que se observan direcciones del ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 10 y 11 h; y la del período diurno al nocturno a las 21-23 h.

En el período 1 al 31 de marzo de 2006, la dirección del viento es algo diferente a la del mes anterior, el ciclo diurno es más corto y el período nocturno está más definido, lo que está indicando el fin de los meses cálidos. Durante el período diurno, comprendido entre las 10 y 21 h, las direcciones predominantes van virando del WNW, W, WSW y SW. En el período nocturno, comprendido entre las 21 y 10 h del día siguiente, las direcciones predominantes son del NW, NNW, N, y NNE. Existen algunas horas (05 a 09 h) en que se observan direcciones del ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 10 y 11 h; y la del período diurno al nocturno a las 20-21 h.

En el período 1 al 30 de abril de 2006, la dirección del viento es diferente a la del mes anterior, típica de los meses fríos. Durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 22 h, las direcciones predominantes fueron del WNW, W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 03 y 10 h, las direcciones son variables, predominando las del E y ESE. Se observa algunos días en que durante el período nocturno, comprendido entre las 22 y 10 h del día siguiente, el viento predominante tiene direcciones del NW, NNW, N, NNE y NE. La transición del período nocturno al diurno ocurre a las 10 h; y la del período diurno al nocturno a las 21-22 h.

En el período 1 al 31 de mayo de 2006, la dirección del viento es similar a la del mes anterior, típica de los meses fríos. Durante el período diurno, comprendido entre las 11 y 21 h, las

direcciones predominantes van girando del WNW, W y WSW. En el período nocturno, comprendido entre las 01 y 10 h, las direcciones son variables, predominando las del E, ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre entre las 10 - 11 h; y la del período diurno al nocturno a las 22-24 h.

En el período 1 al 30 de junio de 2006, la dirección del viento es similar a la de los meses de invierno. Durante el período diurno, comprendido entre las 12 y 20 h, las direcciones predominantes son del WNW, W, WSW y SW. En el período nocturno, comprendido entre las 24 y 10 h del día siguiente, las direcciones son variables, predominando las del E, ESE y SE. La transición del período nocturno al diurno ocurre a las 11 h; y la del período diurno al nocturno a las 22-24 h.

## **DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO**

La desviación estándar del viento ( $\sigma$ -theta) es un parámetro que sirve para determinar la turbulencia atmosférica.

En el período 1 al 31 de julio de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 14 y 25 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 10 y 19 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno y al aumento paulatino de la intensidad del viento.

En el período 1 al 31 de agosto de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 18 y 32 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 11 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 30 de septiembre de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 18 y 27 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 10 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 31 de octubre de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 18 y 25 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 10 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 30 de noviembre de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 18 y 26 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 10 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 31 de diciembre de 2005, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 15 y 26 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 10 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno. También se observan valores superiores entre las 20 y 23 h, asociado a la transición del período diurno al nocturno.

En el período 1 al 31 de enero de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 16 y 27 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 10 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno. También se observan valores superiores entre las 18 y 22 h, asociado a la transición del período diurno al nocturno y al descenso paulatino de la velocidad del viento.

En el período 1 al 28 de febrero de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 16 y 28 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores a las 10 h, asociado a la transición del período nocturno al

diurno. También se observan valores superiores entre las 19 y 21 h, asociado a la transición del período diurno al nocturno y al descenso paulatino de la velocidad del viento.

En el período 1 al 31 de marzo de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 14 y 26 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 09 y 22 h del día siguiente, asociado a la transición del período nocturno al diurno y al aumento paulatino de la intensidad del viento.

En el período 1 al 30 de abril de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 16 y 25 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 10 y 11 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 31 de mayo de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 16 y 28 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 10 y 12 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.

En el período 1 al 30 de junio de 2006, los valores medios horarios, promedio mensual, estuvieron comprendidos entre 19 y 28 grados. Se observa un pequeño ciclo de la desviación estándar, con valores superiores entre las 10 y 14 h, asociado a la transición del período nocturno al diurno.