



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

Solicitante:	MVOTMA
Dirección:	Galicia 1133 Piso 1
Descripción de la muestra:	1065081 - Informe anual de cabinas DINAMA 2016
Identificación de las unidades de la muestra:	No corresponde.
Procedencia de la muestra:	Por: técnicos del LATU.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

RED DE ESTACIONES DE CALIDAD DEL AIRE DE DINAMA

INFORME DE ASESORAMIENTO 2016



Preparado para:

M.V.O.T.M.A.

Galicia 1133, CP 11200

Montevideo, Uruguay

Realizado por:

LATU

Departamento de Medio Ambiente

Av. Italia 6201, CP 11500

Montevideo, Uruguay

Agosto 2017



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
PRÓLOGO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	5
ASPECTOS OPERACIONALES.....	6
Estación de Calidad del Aire de Las Cañas.....	6
Estación de Calidad del Aire de Aceguá.....	9
Estación de Calidad del Aire de Melo.....	12
ANÁLISIS DE DATOS.....	14
Estación de Calidad del Aire de Las Cañas.....	15
Estación de Calidad del Aire de Aceguá.....	26
Estación de Calidad del Aire de Melo.....	36
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	42
Anexo I: Propuesta de estándares para Calidad de Aire.....	42
Anexo II: Las Cañas - Promedios horarios de temperatura.....	43
Anexo III: Las Cañas - Promedios horarios de presión atmosférica.....	44
Anexo IV: Las Cañas - Promedios horarios de humedad relativa.....	45
Anexo V: Las Cañas – Promedios horarios de radiación.....	46
Anexo VI: Las Cañas – Rosa de vientos, promedios horarios.....	47
Anexo VII: Las Cañas – Acumulado diarios de precipitaciones.....	48
Anexo VIII: Aceguá – Promedios horarios de temperatura.....	49
Anexo IX: Aceguá – Promedios horarios de presión atmosférica.....	50
Anexo X: Aceguá – Promedios horarios de humedad relativa.....	51
Anexo XI: Aceguá – Promedios horarios de radiación.....	52



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

Anexo XII: Aceguá – Rosa de vientos, promedios horarios.	53
Anexo XIII: Aceguá – Promedios horarios de hoja húmeda.....	54
Anexo XIV: Aceguá – Acumulado diarios de precipitaciones.....	55
Anexo XV: Melo – Promedios horarios de temperatura.....	56
Anexo XVI: Melo – Promedios horarios de presión atmosférica.	57
Anexo XVII: Melo – Promedio Horario de hoja húmeda.....	58
Anexo XVIII: Melo – Acumulado diario de precipitación.	59

PRÓLOGO

El presente documento corresponde al Informe de Asesoramiento de la red de estaciones meteorológicas y de calidad del aire de DINAMA (solicitud N°1633511) que gerencia el Departamento de Calidad de Aire y Emisiones del LATU.

En el mismo se exhiben los datos generados entre Enero y Diciembre de 2016, los aspectos operacionales sustanciales que ocurrieron en el período de tiempo señalado y el estado de la red al 31 de diciembre de 2016.

INTRODUCCIÓN

La red de estaciones meteorológicas y de calidad del aire de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), se instaló a inicios del año 1999, originalmente en el NE del país (Aceguá, Melo y Treinta y Tres), con el objetivo de realizar mediciones continuas de una serie de parámetros atmosféricos, que pudieran verse afectados a raíz de la explotación de las reservas de carbón en el Sur de la República Federativa de Brasil [Zunckel et al., 1997].

De acuerdo a estudios realizados por Zunckel et al., [2000 y 2003] y Zarauz et al., [2008], las mediciones de calidad del aire obtenidas en la zona de estudio, se encontraron siempre por debajo de los valores guías [DINAMA, 2005; WHO, 2005 y Anexo I]. En tal sentido, y atendiendo a requerimientos de DINAMA para extender el monitoreo a la ciudad de Fray Bentos, producto de la inminente instalación de una planta de producción de pulpa de celulosa, es que en el año 2007 se replantea la ubicación de las estaciones de la red y se decide trasladar la cabina de monitoreo con asiento en Treinta y Tres, al balneario Las Cañas, en el Departamento de Río Negro.

En la misma línea, se prevé, para el próximo año, el traslado de la estación ubicada en la ciudad de Melo, a la ciudad de Montevideo, de forma de monitorear la incidencia del tránsito vehicular en la calidad del aire metropolitano.

Los primeros 10 años de funcionamiento de la red fueron pormenorizadamente estudiados y evaluados por Saizar y Zarauz, [2008] y Zarauz et al., [2009].

En el presente informe, se analizan los datos obtenidos entre enero y diciembre de 2016 y se comparan los mismos con los valores guías establecidos por DINAMA, GESTA [2015].

ASPECTOS OPERACIONALES

La red de estaciones meteorológicas y de calidad del aire de DINAMA que el LATU gestiona, está compuesta por una cabina de monitoreo ubicada en el Departamento de Río Negro (Las Cañas) y dos en el Departamento de Cerro Largo (Aceguá y Melo).

En el transcurso del año 2016, las estaciones situadas en Melo y Las Cañas operaron en forma continua la mayor parte del año, mientras que la cabina de Aceguá operó hasta el mes de junio. A continuación se resume las situaciones más relevantes que ocurrieron en el transcurso del año informado.

Estación de Calidad del Aire de Las Cañas

En enero se retiró el analizador de O_3 para realizar trabajos de mantenimiento. En esa oportunidad se le cambiaron los detectores UV. El equipo no quedó operativo en ese momento, ya que aún mostraba datos fuera de rango y alarmas de funcionamiento. También se detectó que el analizador de TRS presentaba variaciones cíclicas en los registros de minuto. El equipo quedó en observación.

Durante el mes de abril, se trabajó sobre el analizador de Ozono: se levantaron las alarmas y ajustaron las señales MUX, (intensidad de corriente recibida por la lámpara UV, señal de medida UV recibida por el foto detector y señal UV de referencia). El equipo fue calibrado en Zero y Span.

Por otro lado, se encontró que el aire acondicionado no llega a la temperatura a la cual se configura y durante los días con temperatura ambiente elevada, la temperatura en el interior de la cabina no es la adecuada, afectando las mediciones de ácido sulfhídrico. Se realizó mantenimiento a la unidad de refrigeración.

Durante el mes de mayo se instalaron los analizadores de O_3 y SO_2 , los cuales quedaron operativos.

En los meses de agosto, setiembre y octubre se reiteraron los problemas en el aire acondicionado, registrando valores elevados de temperatura interna de la cabina. En tal sentido se invalidarían los datos cuando la temperatura interna superaba los $23^{\circ}C$. Además el equipo AF22 (SO_2) queda fuera de servicio por datos fuera de rango. El equipo se traslada a Montevideo para tareas de mantenimiento correctivo.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

En noviembre se retiró el termohigrómetro, anemómetro, radiómetro y barómetro para ser calibrados. A su vez, se realizó mantenimiento en LATU-Montevideo de los siguientes equipos: AF22, CTRS y O342M.

- el AF22 y CTRS quedaron operativos.
- al O342M: se le cambió la lámpara y el cristal; se ajustó ganancia en los detectores; el analizador quedó operativo.

Los equipos quedan en observación en laboratorio para chequear su funcionamiento.

En diciembre se detecta nuevamente problemas en el aire acondicionado, afectando las lecturas de TRS.

El analizador de SO₂ debe ser reparado en fábrica, por lo que se instala provisoriamente el equipo de Aceguá en Las Cañas. También fueron instalados y quedaron operativos los analizadores de Ozono y TRS.

Facultad de Ingeniería informa que el goniómetro enviado a calibrar no funciona correctamente. El anemómetro queda fuera de servicio.

A mediados del mes de diciembre, se detecta que el servidor local había cambiado la fecha, producto que se agotó la batería. Este produjo que las mediciones se almacenaran con otro índice en la base de datos de la estación y los datos no se pudieran recuperar. Este período de lecturas fue invalidado. El día 12 de diciembre el servidor queda nuevamente operativo.

El equipamiento instalado en la cabina de Las Cañas, así como el estado de los mismos al 31 de diciembre de 2016, se detalla en la siguiente tabla:

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2016
CALIDAD DEL AIRE			
SO ₂	Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement AF22M	Fuera de servicio, enviado a Francia para su reparación.
TRS	TRS expresado como SO ₂ . Oxidación Térmica y posterior Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement CTRS/AF21M	Operativo
Mat. Particulado <10 µm	Atenuación de radiación Beta, muestreo continuo	Environnement MP101M	Operativo
O ₃	Absorción de luz ultravioleta	Environnement O342	Operativo
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetros opto eléctricos, veleta y cazoletas, a 10 m	Lastem C500S and C500D	Fuera de servicio
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Retirado para calibración
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Retirado para calibración
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Retirado para calibración
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Retirado para calibración
Detección de hoja húmeda	Detección por cambio en conductividad eléctrica	Lastem C401A	Fuera de Servicio
Pluviometría	Pluviómetro eléctrico, báscula de doble cámara	Lastem C100A/1	Operativo

Tabla 1: Detalles técnicos de la estación de monitoreo meteorológico y de calidad del aire de Las Cañas al 31 de diciembre de 2016.

Estación de Calidad del Aire de Aceguá

A comienzos del mes de enero, el AC32M de la estación de Melo se instala en Aceguá y el de allí fue retirado para realizar mantenimiento en Montevideo:

- Limpieza de electrodo generador de Ozono.
- Cambio de O-Rings del generador de Ozono.
- Calibración multipunto y ajuste de cero y span.
- Eficiencia del convertidor NO/NO₂.

En marzo se realizaron tareas de mantenimiento en los analizadores MP101 (limpieza de cabezal de muestreo, test de contaminación, verificación de señales MUX, chequeo de caudales y test de ajuste) y en el analizador AC32 (reemplazo de filtros, chequeo de parámetros de fluidos y factores de Span y se sustituyó el cartucho de carbón activado).

Durante el mes de mayo se realizaron tareas de mantenimiento preventivo en los analizadores AF22, MP101 y AC32. El día 11 de mayo se produjo un corte de energía de UTE el cual dejó la estación fuera de servicio. La energía se reestableció el día 16; los equipos quedan todos operativos menos el analizador de NO_x que presentaba errores en las lecturas.

Desde el inicio del mes de junio se continuó registrando picos de tensión en la estación. A partir de la segunda semana del mes se produjo nuevamente un corte de energía eléctrica, el cual originó una serie de daños:

- Servidor de datos,
- Router 3G,
- UPS con aislación galvánica,
- Analizador Environnement AC32M de NO_x
- Analizador Environnement AF22M de SO₂

Se concurrió a la estación para chequear la tierra, colocar una segunda jabalina e instalar un téster y PC que permitan monitorear y registrar en forma continua la diferencia de potencial entregada por la empresa UTE.

Paralelamente, se realizaron las siguientes tareas:

- chequeo de los analizadores de forma de evaluar daños;

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

- compra de un nuevo router 3G con ANTEL para la transmisión de datos,
- compra de un nuevo servidor para la recolección de las lecturas en campo;
- compra de nueva UPS con aislación galvánica;
- compra de protectores contra sobretensiones transitorias y permanentes;

En el mes de agosto se retiró de la estación el barómetro, termohigrómetro, radiómetro y anemómetro para su calibración. Además, el analizador MP101 se deja apagado.

Desde el mes de setiembre hasta diciembre la estación continuó fuera de servicio debido a sobretensiones en el suministro de energía eléctrica, a pesar de las medidas de protección oportunamente instaladas.

En diciembre, Facultad de Ingeniería informa que el anemómetro enviado para calibrar posee el goniómetro averiado.

A continuación se presenta el equipamiento instalado en Aceguá y estado del mismo al 31 de diciembre de 2016:

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2016
CALIDAD DEL AIRE			
NOx	Quimioluminiscencia, muestro continuo	Environnement AC32M	Fuera de Servicio
SO2	Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement AF21M	Fuera de Servicio
Mat. Particulado <10 µm	Atenuación de radiación Beta, muestreo continuo	Environnement MP101M	Apagado
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetros opto eléctricos, veleta y cazoletas, a 10 m	Lastem C500S and C500D	Fuera de servicio.
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Retirado para calibración
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Retirado para calibración
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Retirado para calibración
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Retirado para calibración
Detección de hoja húmeda	Detección por cambio en conductividad eléctrica	Lastem C401A	Apagado
Pluviometría	Pluviómetro eléctrico, báscula de doble cámara	Lastem C100A/1	Apagado

Tabla 2: Detalles técnicos de la estación de monitoreo meteorológico y de calidad del aire de Aceguá al 31 de diciembre de 2016.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

Estación de Calidad del Aire de Melo

En el mes de enero se realiza mantenimiento correctivo en el analizador AC32M de la estación:

- cambio del módulo fotomultiplicador (Kit PM Block F06-K-0016-G), junta del cabezal y diafragma de la bomba, filtros interiores y carbón activados de cilindro filtrante;
- se realiza chequeo de fuga (equipo con alarma), localizando fugas en conectores sobre cámara de medición. Se reemplazan 4 juntas de conectores, se sella el conector acodado y limpian inyectores.
- se realiza calibración multipunto y eficiencia del horno de conversión de O₃; el analizador quedó operativo.

El analizador AC32M fue trasladado a la estación de Aceguá.

En el mes de marzo se instaló el equipo AC32M. Al mismo se le realizó el siguiente mantenimiento en Montevideo: remplazo de filtros en la entrada de muestra y de protección de los ventiladores, chequeo de parámetros de fluidos y factores de Span, limpieza de electrodos del generador de ozono, chequeo de caudal, test de ajuste, sustitución de cartucho de carbón activado en bombas KNF y BECKER, chequeo del conjunto de bombeo. Finalmente se realizó calibración multipunto.

Durante agosto se retiró el termohigrómetro (con DAT12), barómetro y anemómetro para su calibración. Se cambió el monitor por uno nuevo ya que el anterior estaba fuera de servicio.

Desde el 1º de agosto, el servicio telefónico de la estación fue cancelado por DINAMA ya que la misma va a ser trasladada al área metropolitana.

En la siguiente tabla se detallan los equipos instalados en la estación de calidad del aire de Melo, así como el estado de los mismos al 31 de diciembre de 2016:

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2015
CALIDAD DEL AIRE			
NOx	Quimioluminiscencia, muestro continuo	Environnement AC32M	Operativo
SO2	Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement AF21M	Fuera de Servicio
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetros opto eléctricos, veleta y cazoletas, a 10 m	Lastem C500S and C500D	Veleta fuera de servicio
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Retirado para Calibración
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Retirado para Calibración
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Fuera de Servicio
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Retirado para Calibración
Detección de hoja húmeda	Detección por cambio en conductividad eléctrica	Lastem C401A	Operativo
Pluviometría	Pluviómetro eléctrico, báscula de doble cámara	Lastem C100A/1	Operativo

Tabla 3: Detalles técnicos de la estación de monitoreo meteorológico y de calidad del aire de Melo al 31 de diciembre de 2016.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1633511

ANÁLISIS DE DATOS

Las series de datos meteorológicos de las tres estaciones, para el período enero - diciembre 2016, se presentan en los Anexos II al VII para Las Cañas, Anexos VIII al XIV para Aceguá y Anexos XV al XVIII para Melo. Cabe señalar que no se confeccionan las rosas de vientos para la estación de Melo, debido a que el anemómetro en esta estación se encuentra fuera de servicio. Por su parte, los datos de calidad del aire, con su correspondiente discusión, se despliegan en las siguientes secciones del presente capítulo.

A continuación se muestra el porcentaje de datos válidos obtenidos por los instrumentos meteorológicos y analizadores de calidad del aire durante el año 2016:

Analizador	Aceguá	Melo	Las Cañas
SO ₂ (diario)	39,6%	-	43,2%
SO ₂ (horario)	41,4%	-	40,1%
TRS	N/C	N/C	57,4%
O ₃	N/C	N/C	59,1%
PM ₁₀	44,0%	N/C	37,7%
NO _x	31,6%	64,0%	N/C
Temperatura	46,0%	60,8%	84,7%
Hum. Rel.	45,2%	55,1%	83,1%
Pres. Atmos.	45,1%	60,8%	84,8%
Dir. del Viento	45,1%	-	84,7%
Int. del Viento	45,9%	79,7	59,0%
Lluvia	31,7%	91,3%	91,8%
Radiación	45,9%	-	84,7%
Higrómetro	44,7%	93,7%	-

Tabla 4: Porcentaje de recuperación de datos meteorológicos y de calidad del aire (período enero – diciembre 2016), en la red de estaciones de DINAMA.

Estación de Calidad del Aire de Las Cañas

La Figura 1 exhibe los promedios diarios de SO₂ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. A su vez, compara estas mediciones con los estándares propuestos por GESTA, [2015]: 125 µg/Nm³ en 24 horas y 300 µg/Nm³ en promedio horario. Durante el periodo informado, el valor de concentración promedio diario más elevada se registró el día 20 de agosto de 2016, con 5,6 µg/Nm³, mientras que el valor promedio horario más elevado fue de 13,0 µg/m³ y se registró el día 22 de agosto a las 23:00 horas. El valor medio de las lecturas del periodo informado resultó de 0,3 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Las Cañas,
Promedio diario de SO₂ [µg/Nm³]
1 enero - 31 diciembre, 2016

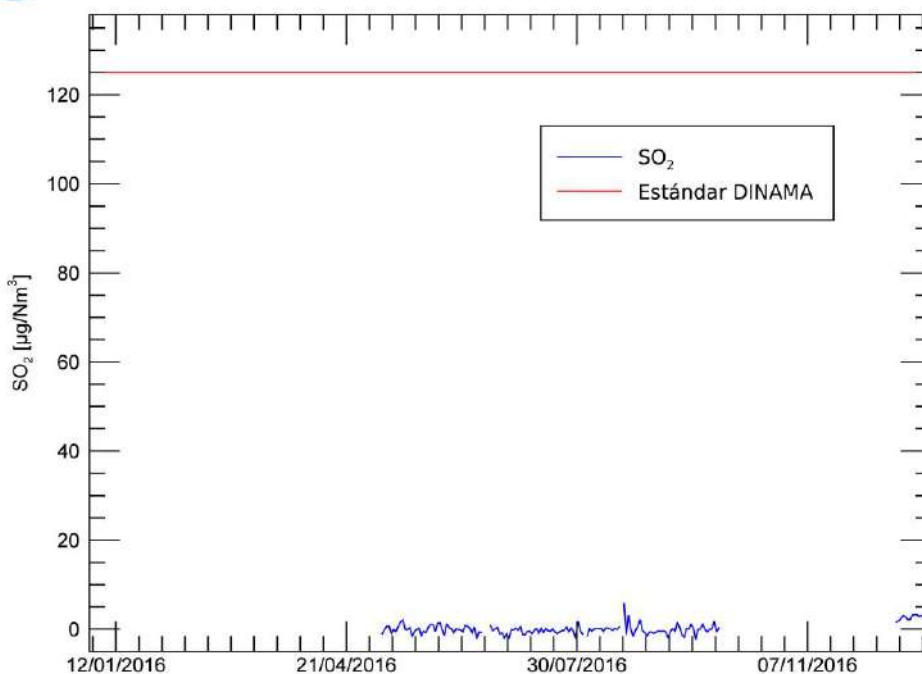


Figura 1: Promedios diarios de SO₂ en la estación de Las Cañas para el año 2016.

Los datos agrupados mensualmente (Figura 2), presentan una variabilidad mayor en el mes de agosto; de todos modos, las mediciones en el período de tiempo en que el analizador estuvo operativo, se mantuvieron muy alejadas del estándar establecido en el GESTA-Aire.

La rosa de contaminación muestra que las concentraciones más altas de SO₂ están asociadas a vientos provenientes del ESE, aunque la dirección predominante del viento es del O (Figura 3).



DINAMA, Las Cañas 2016: Calidad de Aire – [SO₂] diario

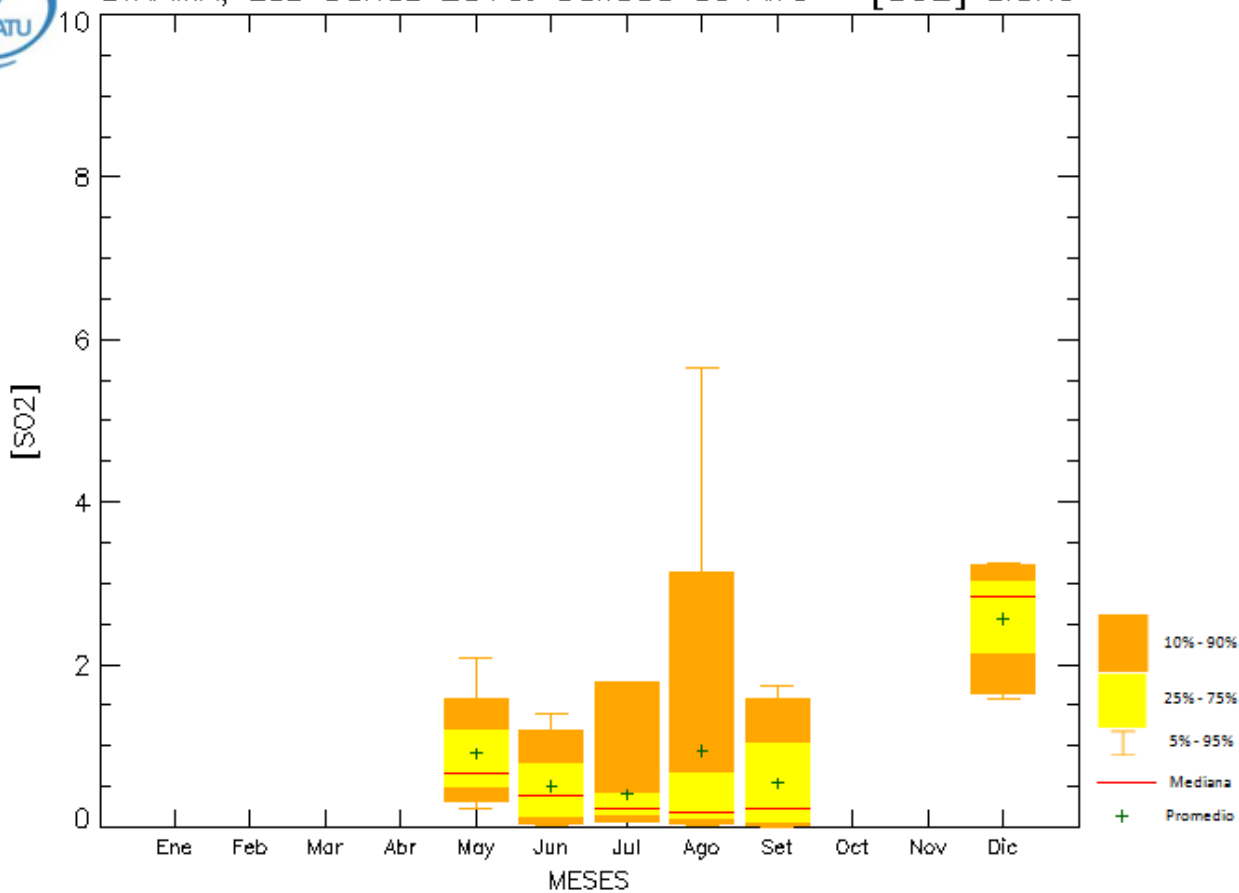


Figura 2: Tendencia de las mediciones de SO₂ en la estación de Las Cañas para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

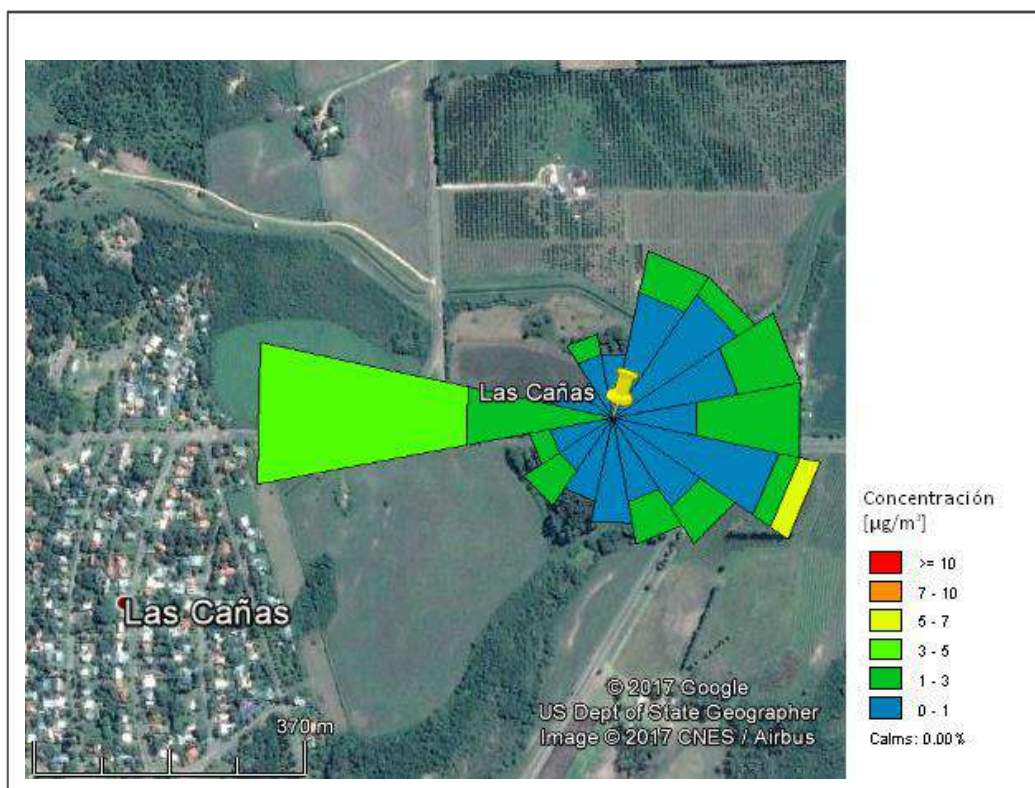


Figura 3: Rosa de contaminación de SO₂ de la estación de Las Cañas, para el año 2016

La Figura 4 despliega los promedios diarios de PM₁₀ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. A su vez compara estas mediciones con los estándares propuestos por GESTA, [2015], 100 µg/Nm³ diario y 50 µg/Nm³ anual. Durante este tiempo, la concentración de PM₁₀ más elevada se registró el día 2 de diciembre de 2016 con 25,1 µg/Nm³ y el promedio anual diario de las lecturas fue de 10,2 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio diario de PM₁₀ [µg/Nm³]
1 enero - 31 diciembre, 2016

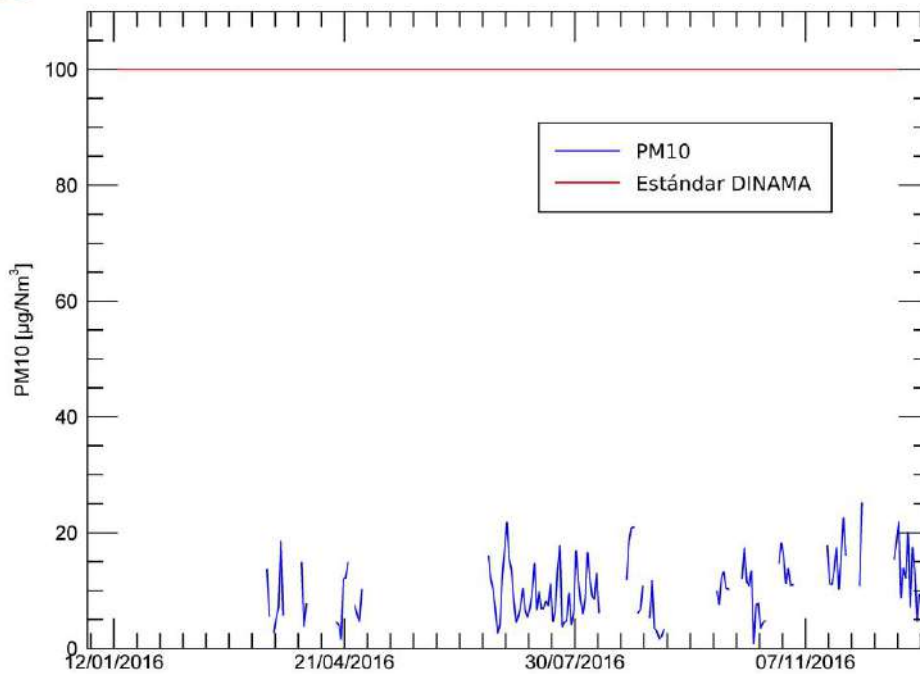


Figura 4: Promedios diarios de PM₁₀ en la estación Las Cañas para el año 2016.

Durante el período informado, el valor medio y la dispersión de los datos se mantuvieron estables (Figura 5).

En la Figura 6 se muestra la rosa de contaminación para este parámetro. Se puede observar que para el periodo informado, la dirección predominante del viento es del E mientras que las concentraciones más altas están asociadas al viento proveniente de los sectores O, N, NO y SSE.

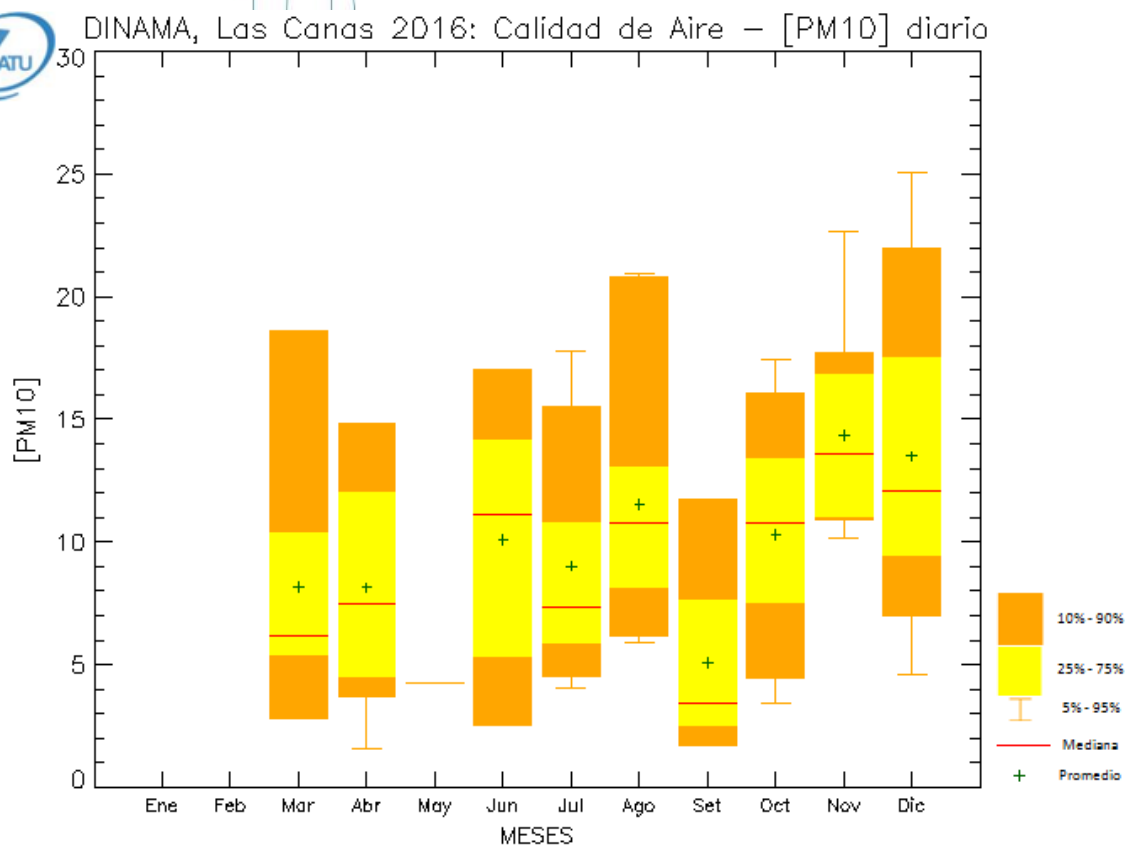


Figura 5: Tendencia de las mediciones de PM₁₀ en la estación de Las Cañas para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

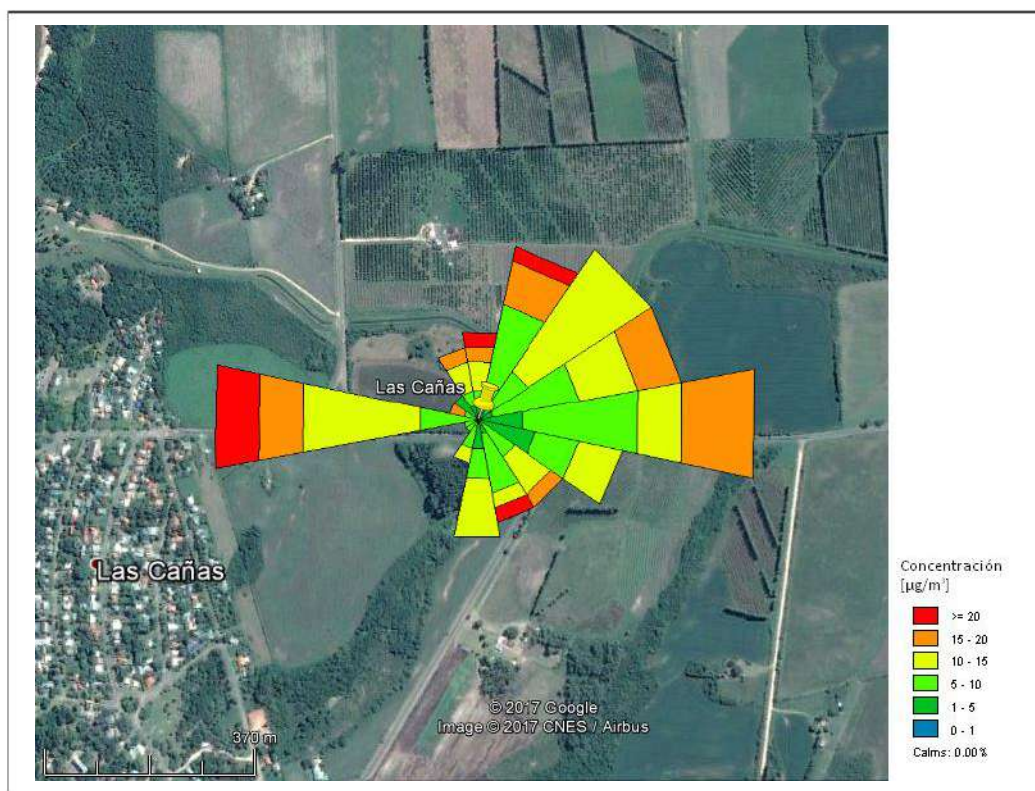


Figura 6: Rosa de contaminación de datos diarios de PM₁₀ en la estación Las Cañas, para el año 2016.

La Figura 7 despliega los promedios móviles de 8 horas de O₃ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. A su vez compara estos datos con el estándar DINAMA sugerido por GESTA, [2015] y que corresponde a 100 µg/Nm³ de O₃ en no más de 25 días en promedios de 3 años. Durante el período de tiempo en que el analizador estuvo operativo, el promedio de 8 horas móviles no superó el límite DINAMA. La lectura máxima se produjo el día 25 de agosto de 2016 entre las 16:00 y 20:00 horas con 86,9 µg/Nm³. El valor medio de O₃ en la estación de calidad del aire de Las Cañas fue de 34,6 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Las Cañas
 Promedio 8 horas móviles de O₃ [µg/Nm³]
 1 enero - 31 diciembre, 2016

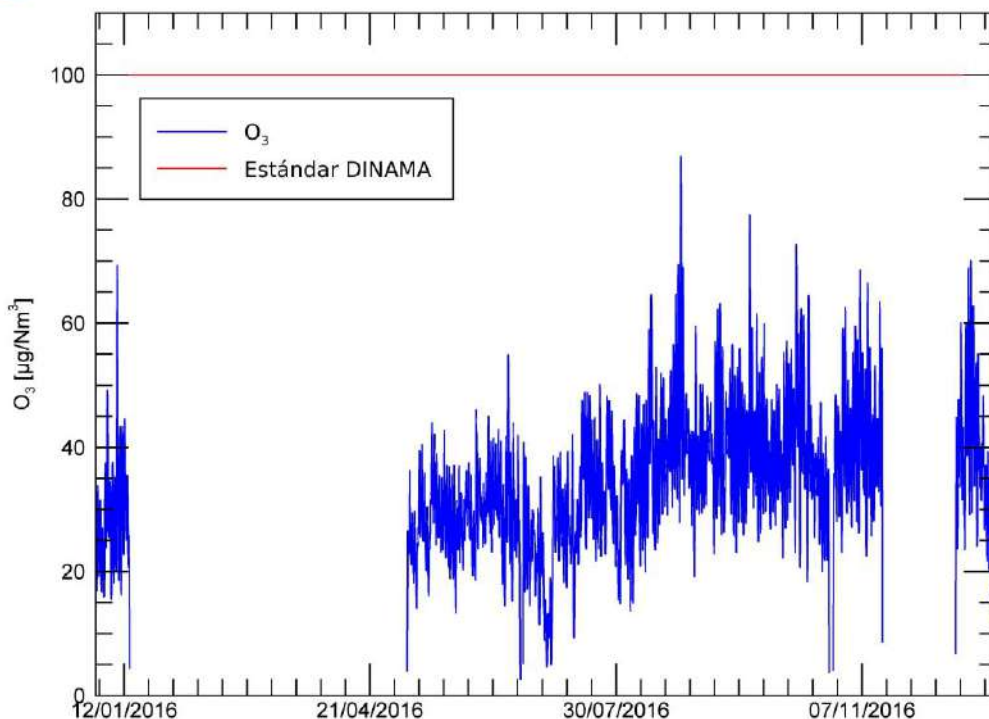


Figura 7: Promedios de 8 horas móviles de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2016.

La Figura 8 muestra los promedios móviles de 8 horarios de ozono, agrupados en intervalos de clase mensuales. No se cuenta con lecturas en los primeros 4 meses del año, y las mediciones se incrementan levemente hacia la primavera y verano. Además, la dispersión de los datos mes a mes es muy variable.

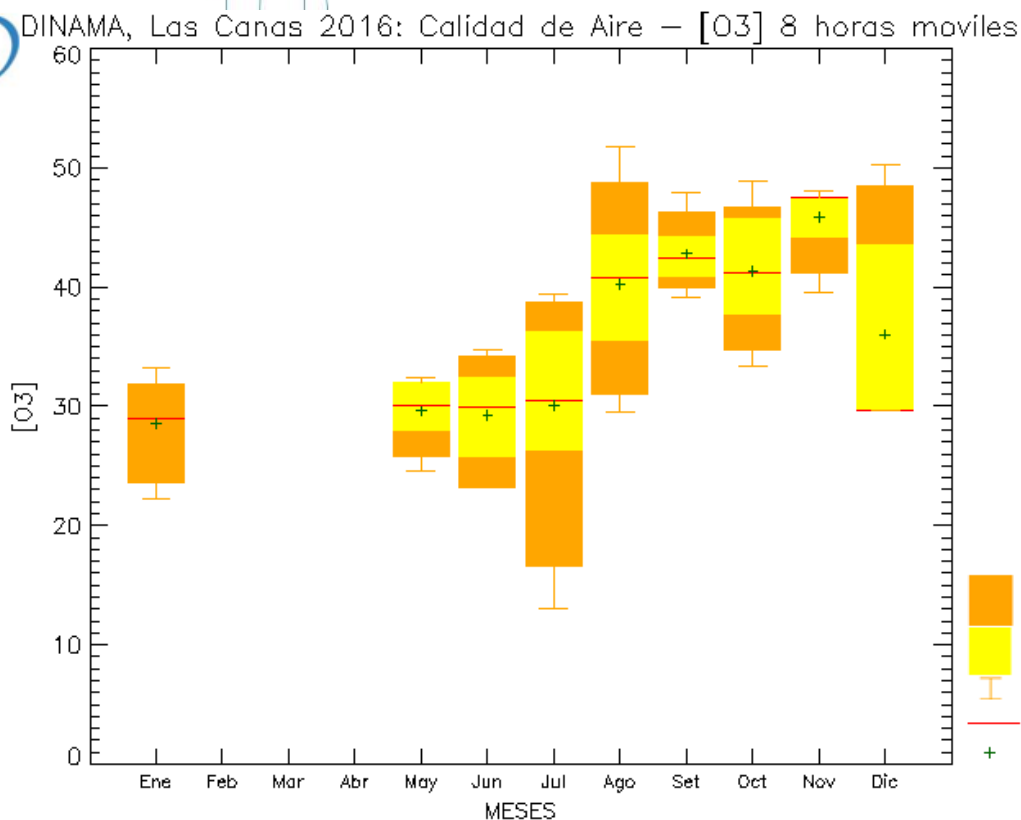


Figura 8: Tendencia de las mediciones de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios de ocho horas móviles.

En la rosa de contaminación que se presenta en la Figura 9, se puede observar que la dirección del viento predominante es NE y E y las concentraciones de O₃ más elevadas no están asociadas a una dirección preferencial.



Figura 9: Rosa de contaminación de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2015.

En la figura 10 se presenta el promedio horario para la medición de compuestos reducidos de azufre (TRS).

Comparadas estas lecturas con el estándar DINAMA sugerido por GESTA, [2015], los valores de TRS no pueden superar los 15 µg/Nm³ en una hora. Durante el año 2016, la concentración horaria máxima de [TRS] en Las Cañas fue 33,8 µg/Nm³ el día 15 de diciembre de 2016 a la hora 21:00 y el promedio durante el año de 2,1 µg/m³.

La Figura 11 despliega los promedios horarios de [TRS] agrupados en intervalos de clase mensuales. En ella se puede apreciar una menor dispersión de los datos en los meses de febrero, marzo y julio.



DINAMA - Estación Las Cañas
 Promedio horario de TRS [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 1 enero - 31 diciembre, 2016

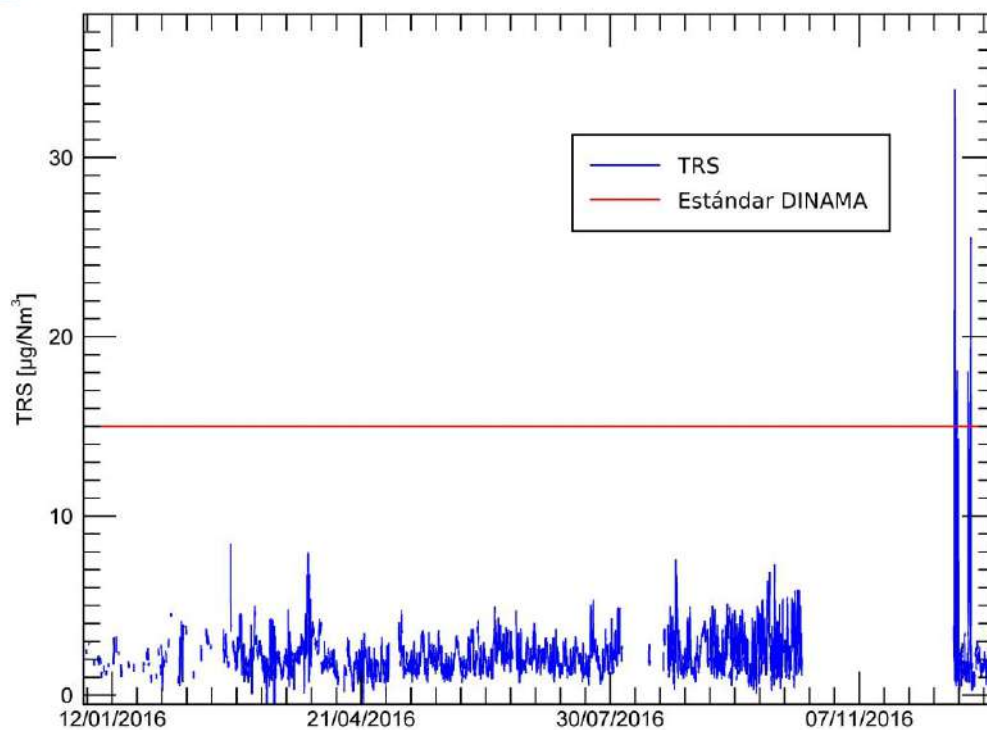


Figura 10: Promedios horarios de TRS en la estación de Las Cañas para el año 2016.

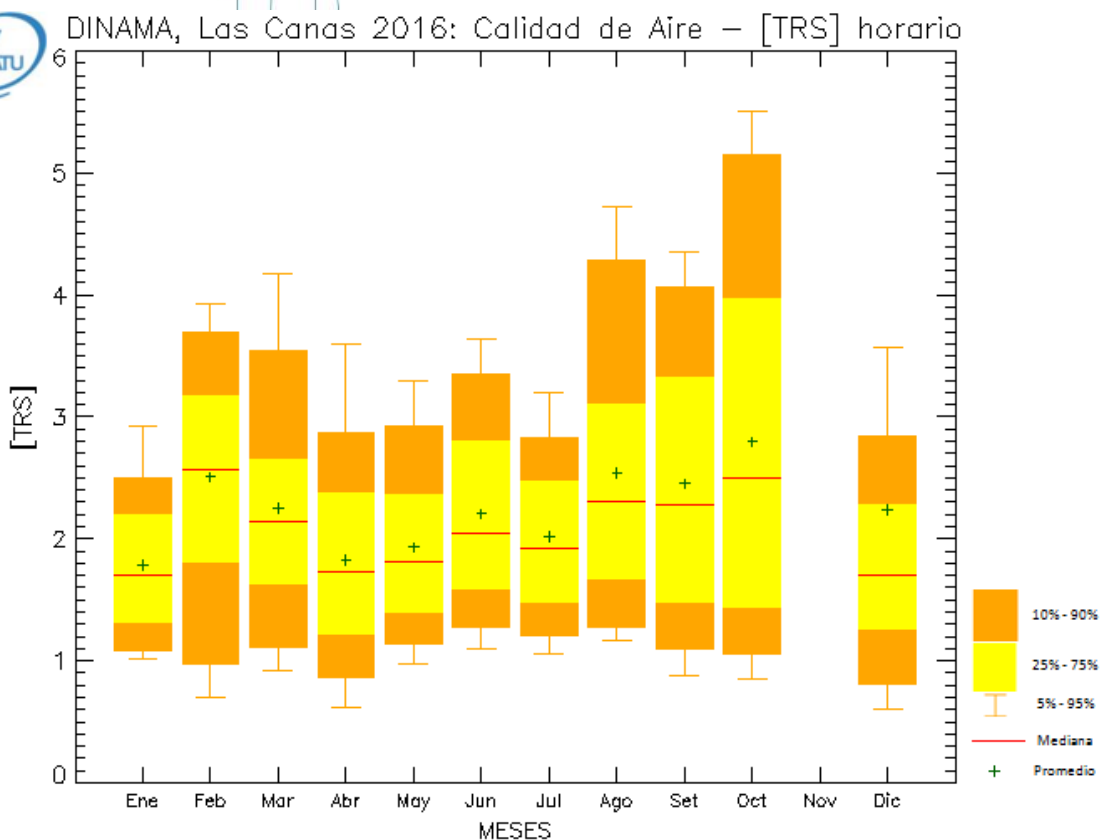


Figura 11: Tendencia de las mediciones de TRS en la estación de Las Cañas para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios.

La rosa de contaminación para este parámetro muestra que los valores más elevados de concentración están asociados viento proveniente del NE y E (ver Figura 12).

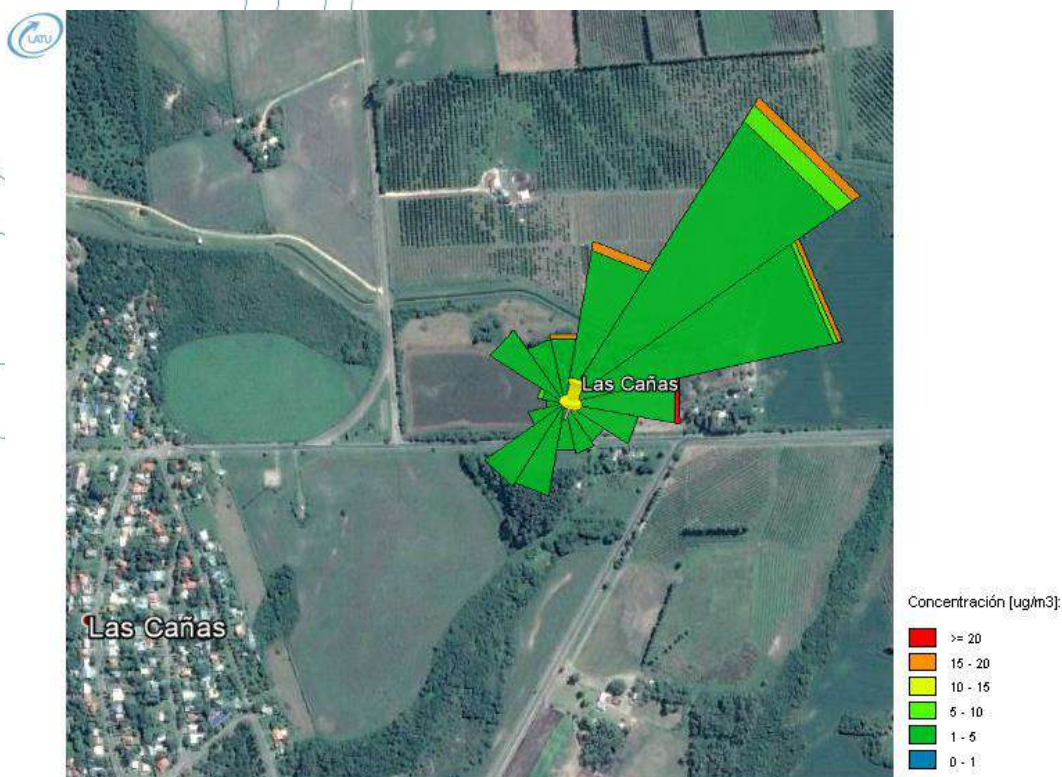


Figura 12: Rosa de contaminación de TRS (promedio horario) en la estación de Las Cañas año 2016.

Estación de Calidad del Aire de Aceguá

La Figura 13 despliega los promedios diarios de SO₂ de la estación ubicada en Aceguá, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. Las mismas, a su vez, se comparan con los estándares Gesta, [2015]: 125 µg/Nm³ en 24 horas y 300 µg/Nm³ en promedio horario. Las concentraciones diarias de éste gas se mantuvieron muy por debajo de los límites de DINAMA. El valor máximo de promedio diario se registró el día 1 de abril de 2016, con 11,6 µg/Nm³ mientras que el valor máximo de promedio horario fue de 56,4 µg/Nm³ el día 24 de junio a las 13 horas. El valor promedio de todos los registros del periodo informado fue de 3,1 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Aceguá
 Promedio diario de SO₂ [µg/Nm³]
 1 enero - 31 diciembre, 2016

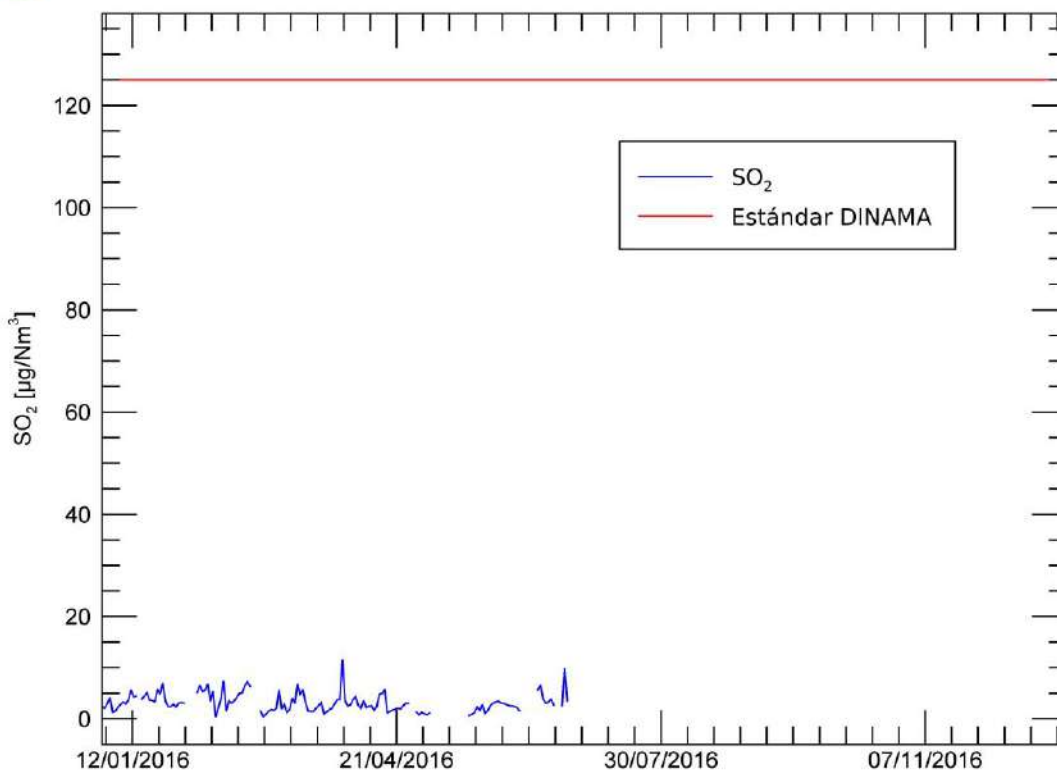


Figura 13: Promedios diarios de SO₂ en la estación Aceguá para el año 2016.

La Figura 14 presenta los valores diarios agrupados mensualmente. En la misma se puede apreciar que las mediciones fueron relativamente bajas con relación al estándar DINAMA, con valores medios mensuales similares y una dispersión que no varía significativamente mes a mes.



DINAMA, Acegúa 2016: Calidad de Aire – [SO₂] diario

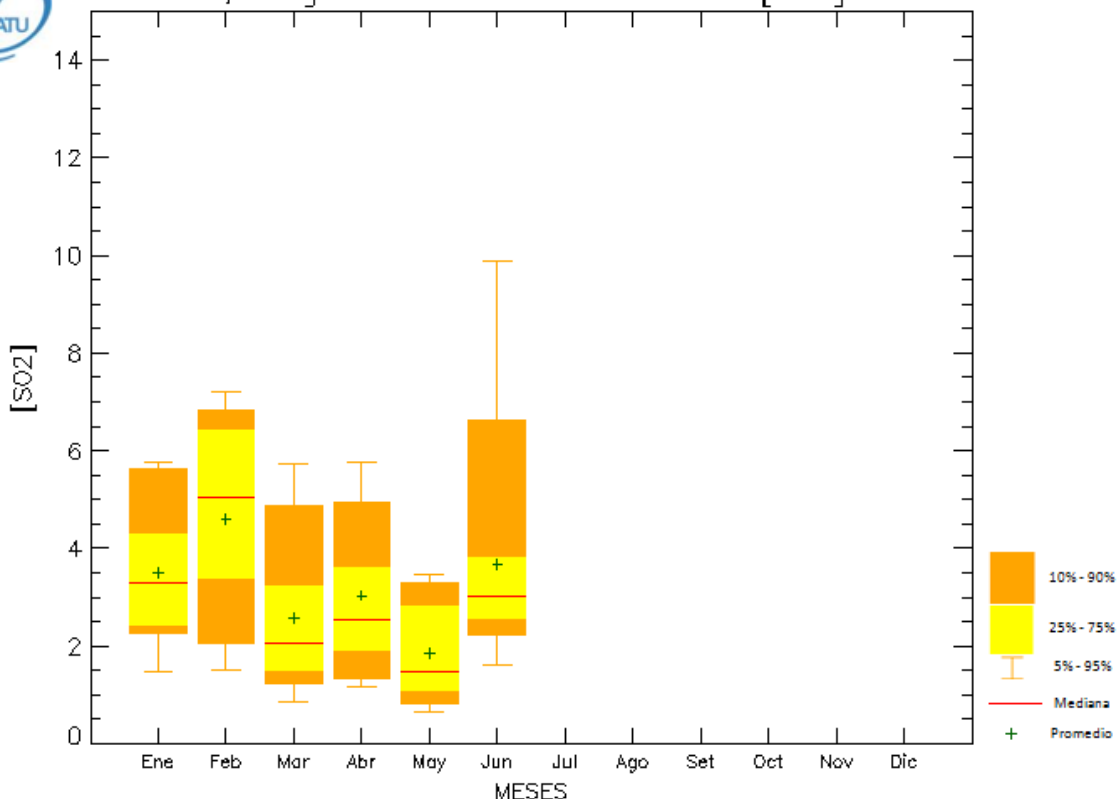


Figura 14: Tendencia de las mediciones de SO₂ en la estación de Acegúa para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La figura 15 muestra la rosa de contaminación de SO₂. En la misma se observa que las concentraciones más elevadas de los promedios diarios están asociadas a dirección de viento proveniente del ENE y E.

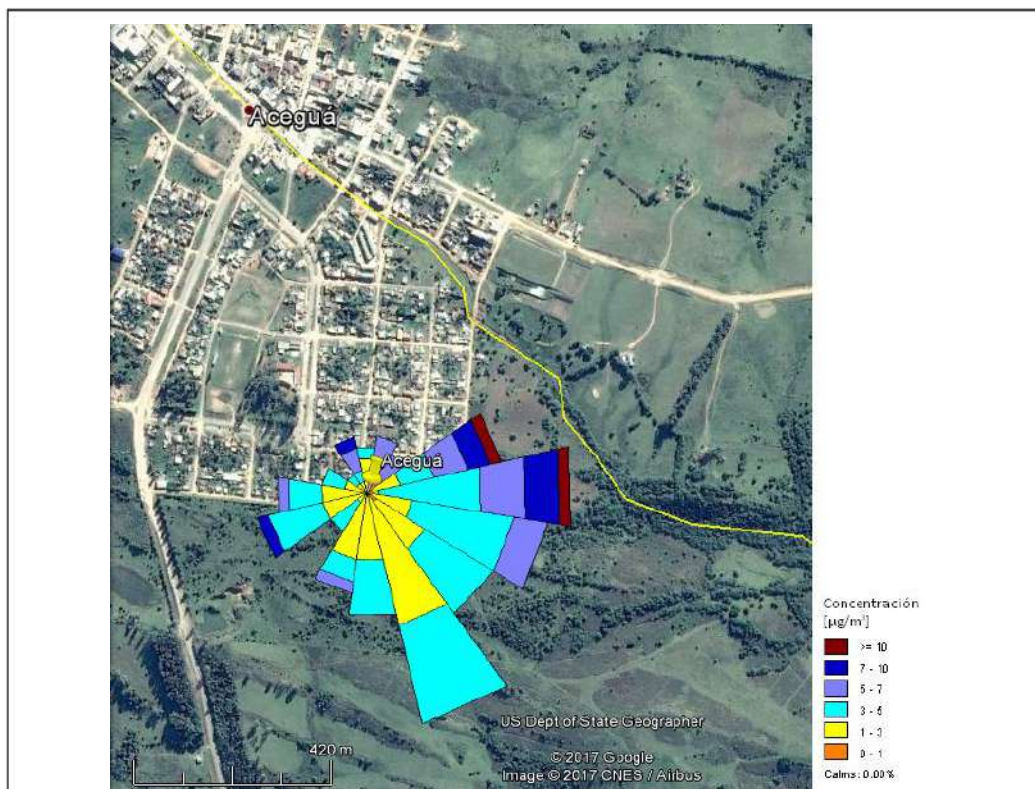


Figura 15: Rosa de contaminación de SO₂ en la estación Acegua para el 2016.

La Figura 16 despliega los promedios diarios de PM₁₀ en la estación localizada en Acegua entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. Las mismas se comparan con los estándares Gesta [2015]: 100 µg/Nm³ diario y 50 µg/Nm³ anual. El valor máximo se registró el día 18 de marzo con 30,5 µg/Nm³, y la media fue de 12,1 µg/Nm³.

La Figura 17 muestra la rosa de contaminación de PM₁₀ presenta que las concentraciones más elevadas de partículas menores a 10 µm no provienen de una dirección preferencial. Por otro lado, la Figura 18 exhibe los datos diarios agrupados mensualmente. Allí se puede observar que durante el año 2016, la dispersión de los datos se mantiene estable y sensiblemente menor al estándar establecido en GESTA-Aire.



DINAMA - Estación Aceguá
 Promedio diario de PM10 [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 1 enero - 31 diciembre, 2016

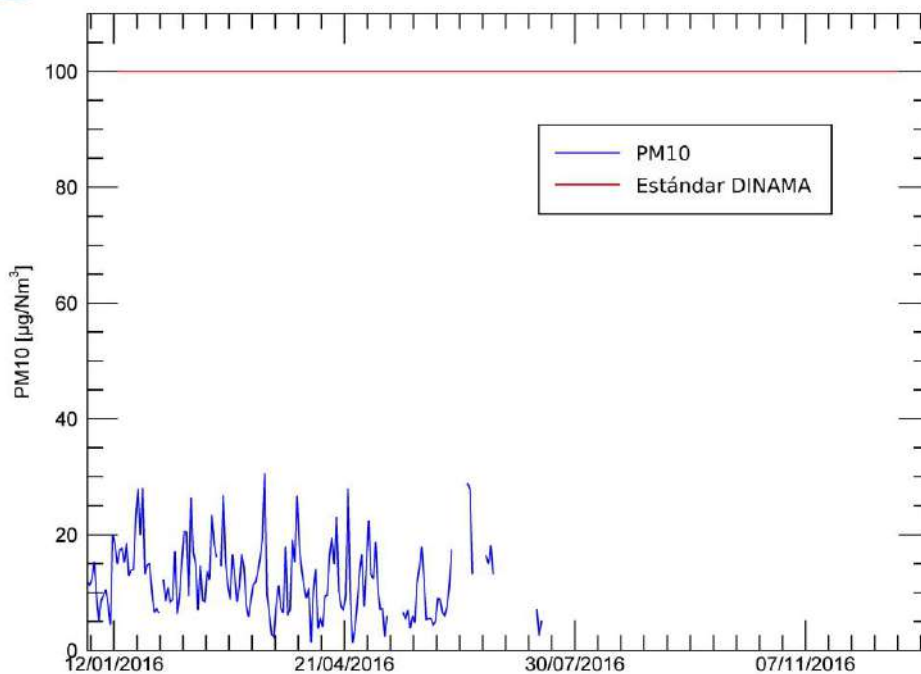


Figura 16: Promedios diarios de material particulado PM₁₀ en la estación Aceguá para el 2016.

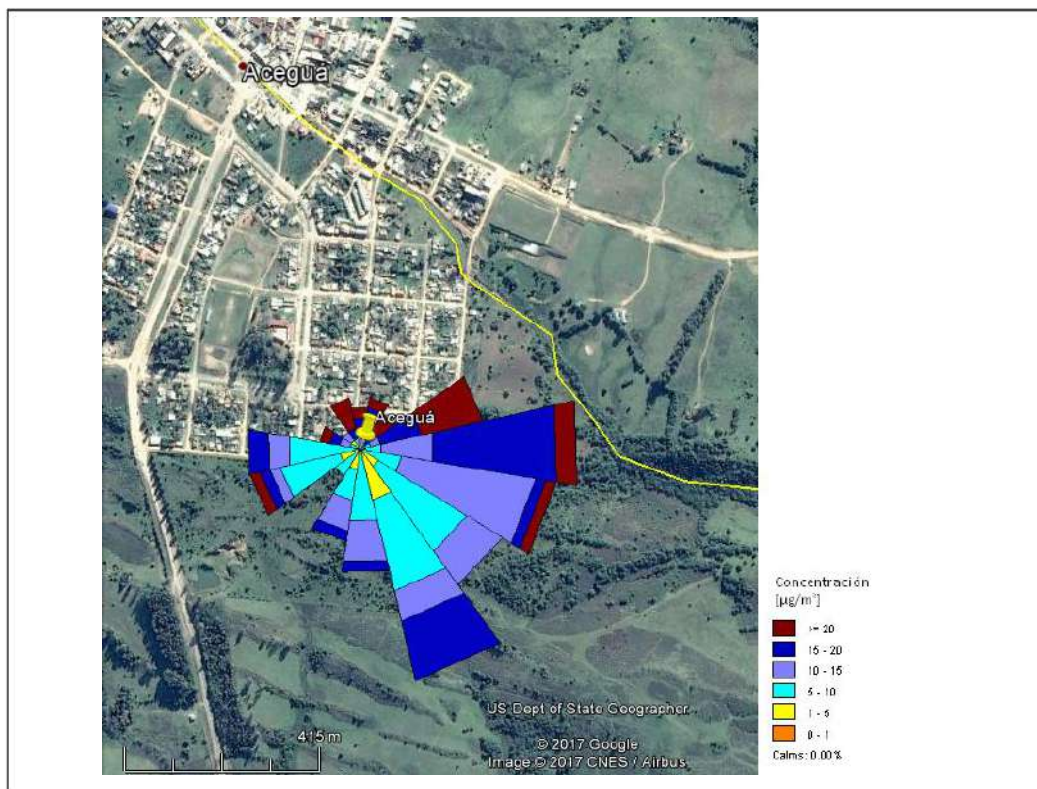


Figura 17: Rosa de contaminación dePM₁₀ en la estación Acegua para el 2016.

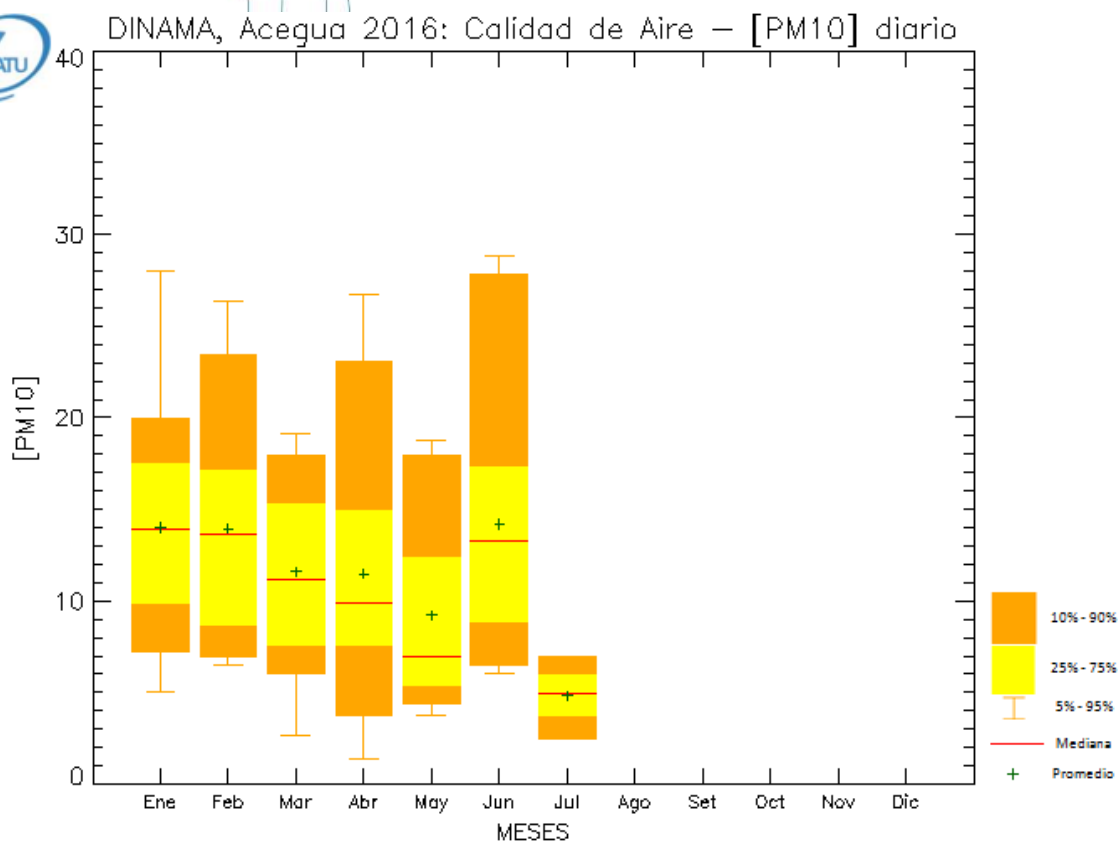


Figura 18: Tendencia de las mediciones de PM₁₀ en la estación de Acegúa para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La Figura 19 muestra los promedios horarios de NO y NO₂ en la estación ubicada en Acegúa, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. Las mismas se comparan con los estándares Gesta, [2015]: 200 µg/Nm³ en promedio horario y 40 µg/Nm³ anual.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de NO₂ y NO [µg/Nm³]
1 enero - 31 diciembre, 2016

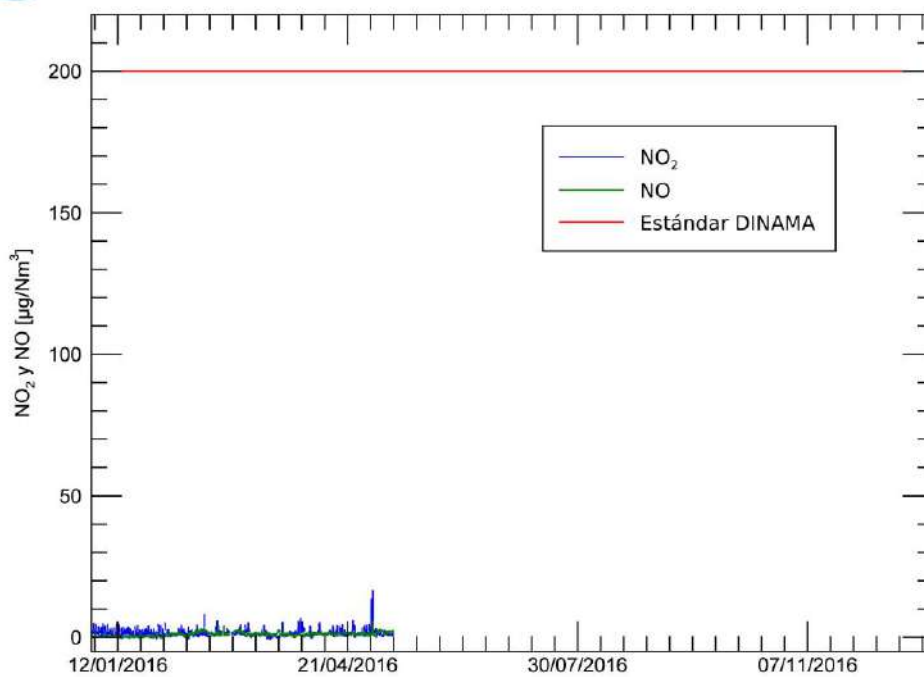


Figura 19: Promedios horarios de NO y NO₂ en la estación de Aceguá para el 2016.

La Figura 20 despliega los promedios horarios de NO_x expresados como NO₂, en la estación ubicada en Aceguá entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016. Las mediciones a su vez se comparan con los estándares Gesta, [2015]: 200 µg/Nm³ en promedio horario y 40 µg/Nm³ anual. El valor máximo se registró el día 2 de mayo a las 8 horas con 36,7 µg/Nm³, y la media fue de 4,0 µg/Nm³.

La Figura 21 presenta los datos horarios de NO_x, expresados como NO₂ y agrupados mensualmente. Los mismos presentan variabilidad similar mes a mes y parecen mostrar una tendencia positiva en el transcurso del año.



DINAMA - Estación Aceguá
 Promedio horario de NOx [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$] expresado como NO₂
 1 enero - 31 diciembre, 2016

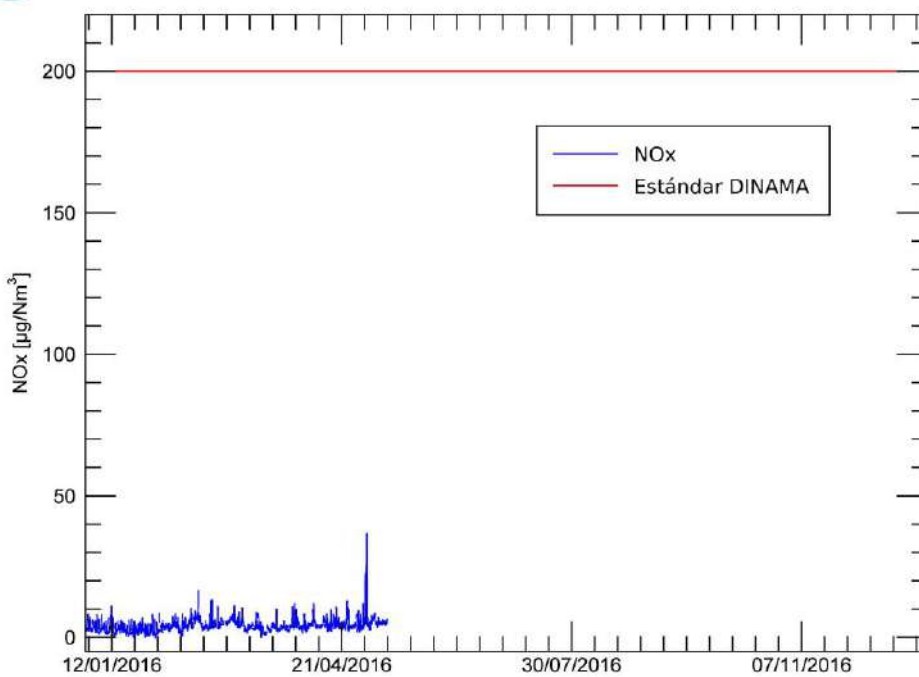


Figura 20: Tendencia de las mediciones de NOx en la estación de Aceguá para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios y se expresan en $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.



DINAMA, Acegua 2016: Calidad de Aire – [NOx] horario

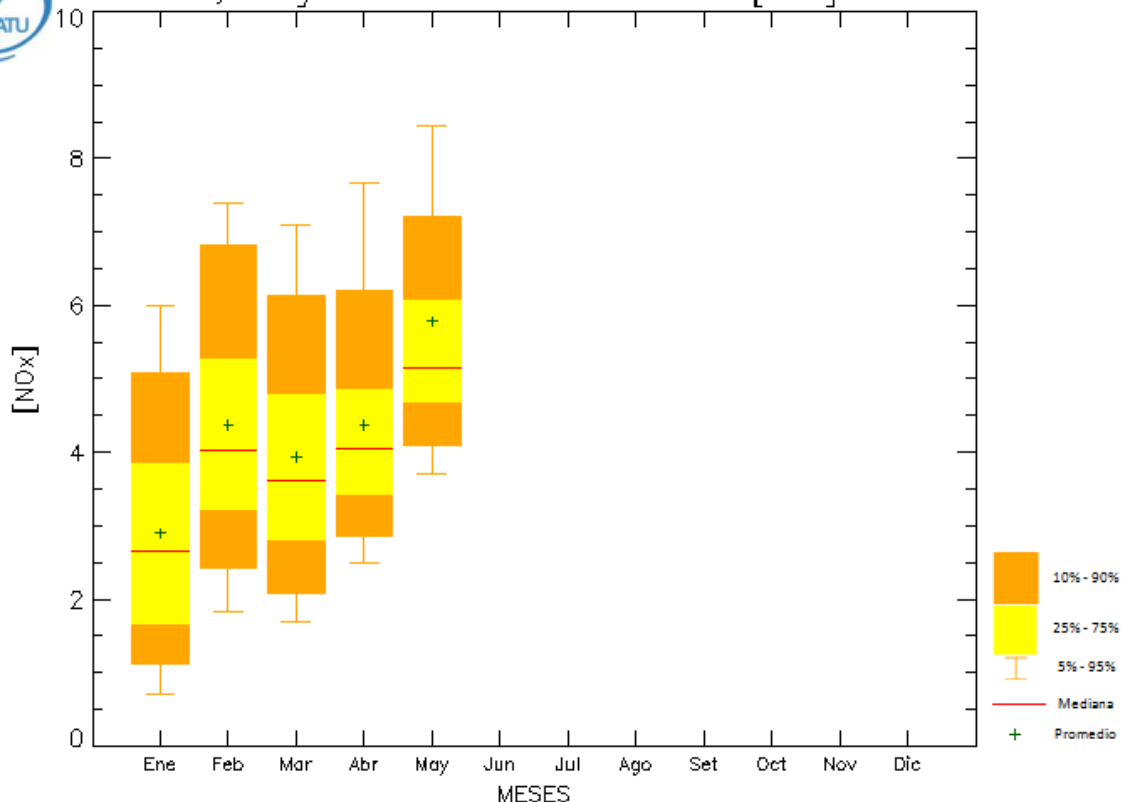


Figura 21: Tendencia de las mediciones de NOx en la estación de Aceguá para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

La Figura 22 presenta la rosa de contaminación del NOx en promedio horario para el año 2016. En la misma se muestra que si bien la dirección predominante del viento es desde el SE, las concentraciones más elevadas están asociadas viento proveniente del NE.

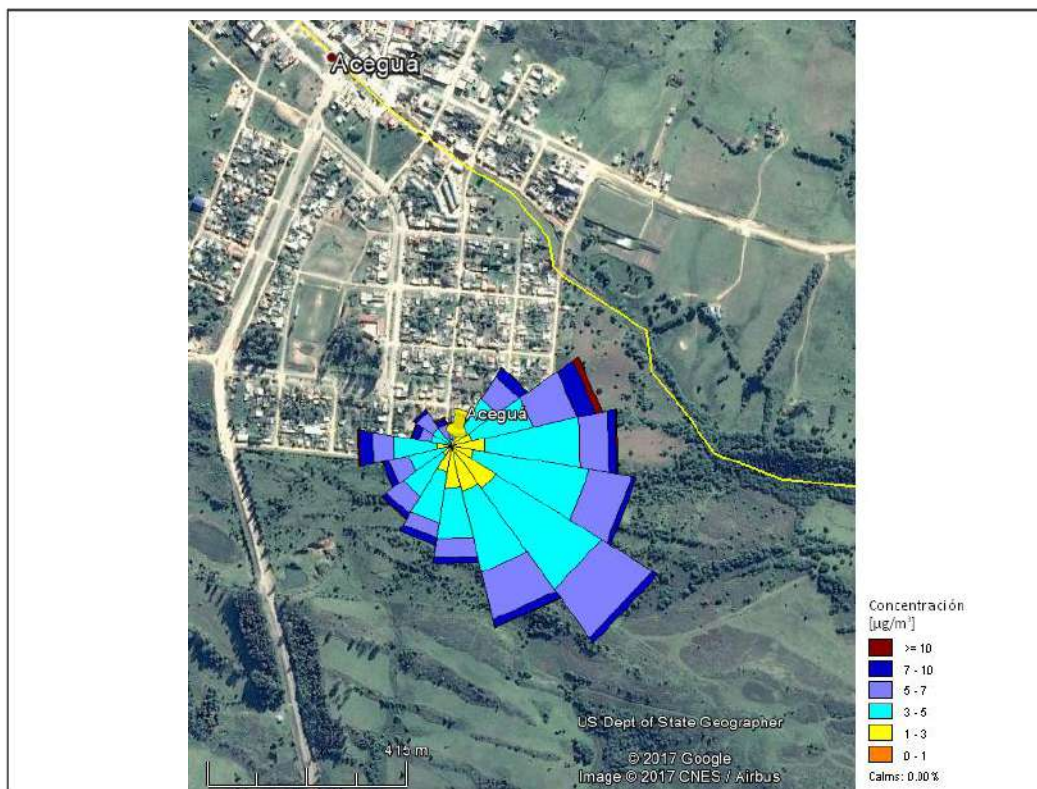


Figura 22: Rosa de contaminación de NO_x en la estación Acegua para el 2016.

Estación de Calidad del Aire de Melo

La Figura 23 ilustra los promedios horarios de NO y NO₂ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2016, en la estación de calidad del aire de la Melo. La Figura también compara las lecturas obtenidas con los estándares Gesta, [2015]: 200 µg/Nm³ en promedio horario y 40 µg/Nm³ anual. Como puede apreciarse, las concentraciones de NO y NO₂ se mantuvieron muy por debajo de los límites DINAMA.

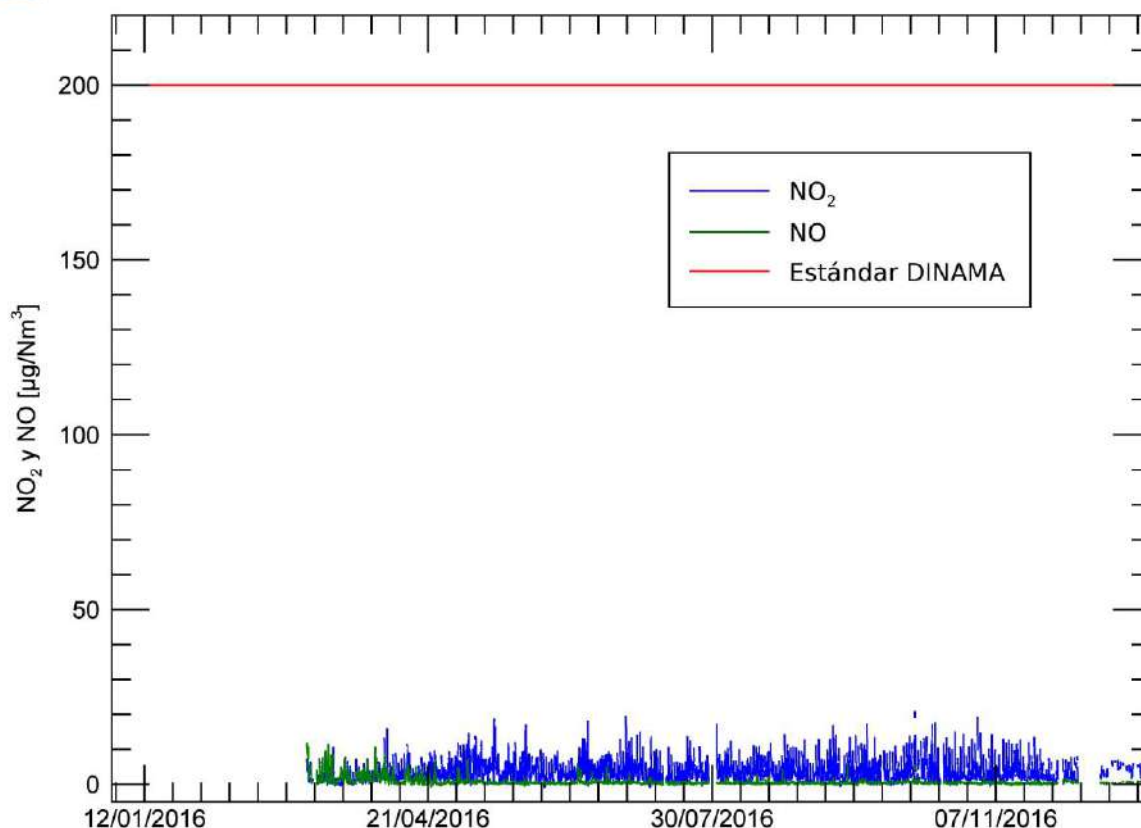


Figura 23: Promedios horarios de NO y NO₂ en la estación de Melo para el 2016.

La Figura 24 despliega los promedios horarios de NO_x expresados como NO₂, en la estación ubicada en Melo entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016, comparando las mismas con los estándares Gesta, [2015]: 200 µg/Nm³ en promedio horario y 40 µg/Nm³ anual. El valor máximo se registró el día 9 de octubre con 39,6 µg/Nm³ a la hora 23:00 y la media fue de 6,4 µg/Nm³.

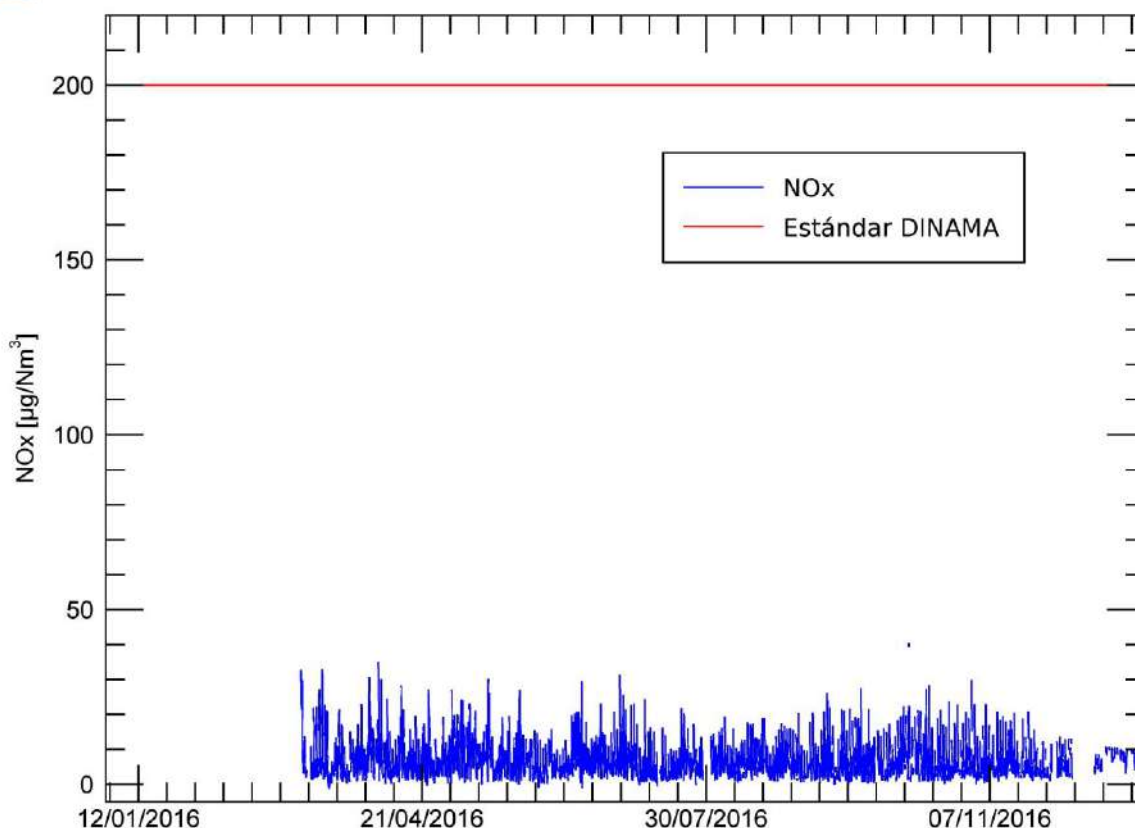


Figura 24: Promedios horarios de NO_x expresados como NO₂ en la estación de Melo para el 2016.

La Figura 25 presenta los datos horarios de NO_x, expresados como NO₂ y agrupados mensualmente. Los mismos muestran valores promedios mensuales similares en el transcurso del año y la dispersión mensual de los mismos parece disminuir hacia el final del año.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY
Informe de Ensayo N°1633511

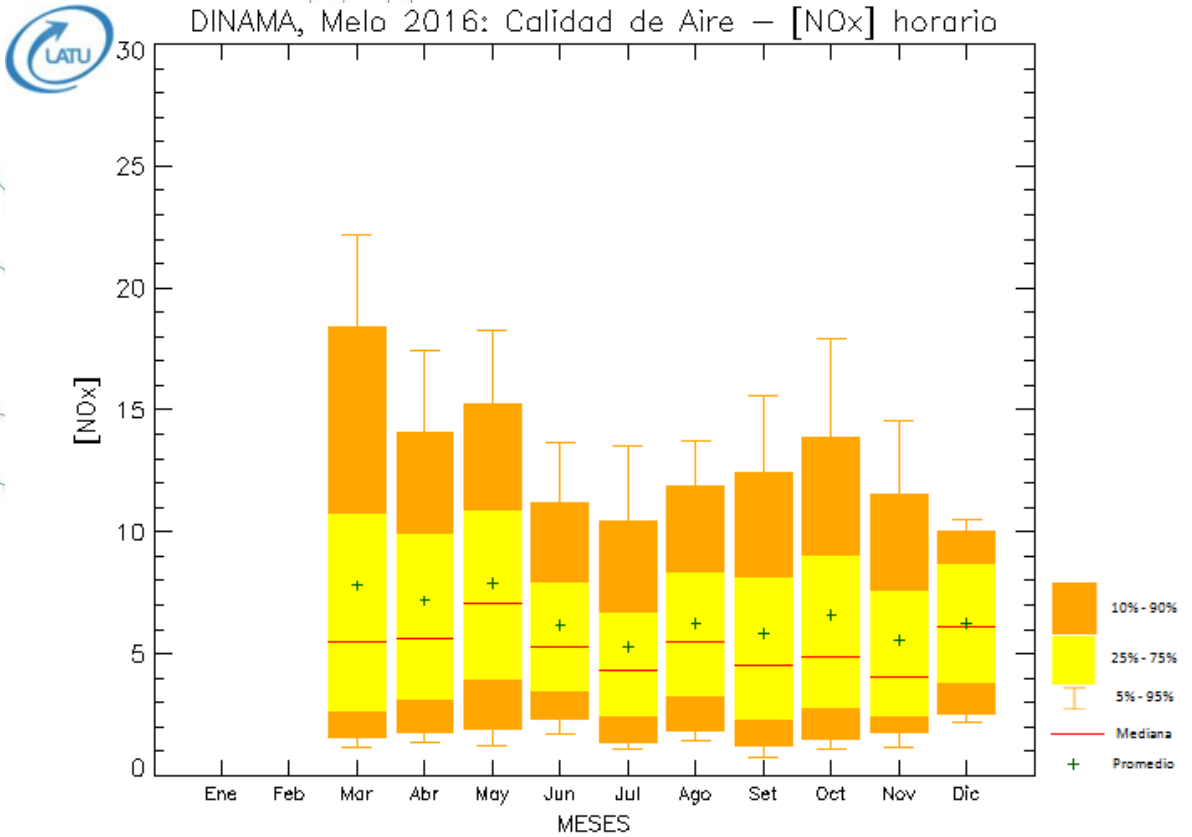


Figura 25: Tendencia de las mediciones de NO_x en la estación de Melo para el año 2016. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios.

CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad de aire PM10, SO₂ y O₃ evaluados en la estación de Las Cañas mostraron durante el transcurso del año valores sensiblemente menores a los estándares establecidos en el Gesta-Aire. En cambio, en el parámetro de TRS se encontraron valores que superaron el límite establecido en el documento GESTA-Aire, el 0,16% de los valores válidos recopilados durante el año 2016, los cuales fueron detectados en el mes de diciembre.

En la estación de Aceguá, tampoco se detectaron valores de calidad de aire que superaran los estándares establecidos en el GESTA-Aire. También hay que tener en cuenta que el porcentaje de datos recopilados en el año informado fue del 50 % y abarcó básicamente la primera mitad del año. Este resultado se debió principalmente a los problemas en el suministro de energía eléctrica que históricamente ha tenido la estación y que continúan afectando el normal funcionamiento de los equipos y de los instrumentos meteorológicos.

Por último, en la estación de Melo, con respecto a los parámetros de calidad de aire, solo se registraron datos de NO_x. Los mismos se mostraron menores al estándar establecido en el GESTA-Aire, y el porcentaje de valores recopilados durante el año informado alcanzó un 64,0%. De todas formas, se prevé que esta estación sea trasladada a Montevideo en el año 2017 y por lo tanto el servicio de internet de la misma fue retirado a mitad de año, lo que dificultó la comunicación con la misma desde el servidor de LATU en Montevideo.

Este Informe sólo podrá ser reproducido parcial o totalmente con la autorización previa escrita del LATU.

El presente informe sólo será válido en su versión electrónica firmada digitalmente.

Se expide el presente Informe de Ensayo en Montevideo, a los veintitrés días del mes de agosto de dos mil diecisiete.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Elina Ordoqui', is positioned above the printed name of the signatory.

Lic. Elina Ordoqui, MBA
Directora de Medio Ambiente y Unidad Fray Bentos
LATU

REFERENCIAS

- DINAMA, 2005. Autorización Ambiental Previa otorgada por DINAMA a la Empresa Botnia S.A., Resolución Ministerial N°63/2005, pp15.
- DINAMA, 2012. Propuesta de estándares de calidad del aire, Grupo GESTA AIRE, pp.9, Febrero 2012,
- Saizar, C., Zarauz, J.V., 2008. Red Uruguaya de Calidad del Aire, Informe de Asesoramiento 2008, LATU, pp.107, Setiembre 2008.
- WHO. 2005. WHO air quality guidelines global update 2005, pp25.
- Zarauz, J.V., Saizar, C., Raghunandan, A., Zunckel, M., Scott, G., Oosthuizen, M.A., Pillay, S., 2009. Air Quality Impact Assessment Study for Northeastern Uruguay, CSIR/NRE/PW/ER/ 2006/0137/C, pp.80, Diciembre 2008.
- Zunckel, M, Turner, C.R. and Acevedo, H., 1997. Uruguay Ambient Air Quality Network: Phase1 – Design of the basic Monitoring Network, CSIR Environmentek Report, ENV/P/C 97087, Pretoria, South Africa, pp71.
- Zunckel, M., Saizar, C., Zarauz, J. and Huertas, R. 2000. Uruguay Ambient Air Quality Network: Annual Report 1999, CSIR Division of Water Environment and Forestry Technology, CSIR, Durban, Report Number ENV-D 2000-014.
- Zunckel, M., Saizar, C., Zarauz, J.V., 2003. Rainwater composition in northeast Uruguay, *Atmospheric Environment*, **37**, 1601-1611.

ANEXOS
Anexo I: Propuesta de estándares para Calidad de Aire

Grupo GESTA AIRE, 2015.

Contaminante	Período	Concentración	Monitoreo	Metodología	Frecuencia
SO ₂	24h	125 µg/Nm ³ (*)	Continuo y Semicontinuo	Fluorescencia UV	3
	1h	300 µg/Nm ³ (*)	Continuo y Semicontinuo	Fluorescencia UV	24
NO ₂	1h	200 µg/Nm ³	Continuo	Quimiolumi-niscencia	
	Anual	40 µg/Nm ³ (*)	Continuo	Quimiolumi-niscencia	
CO	1h	30 mg/Nm ³	Continuo	Absorción IR	
	8h	10 mg/Nm ³ (*)	Continuo	Absorción IR	
PM _{2,5}	24h	50 µg/Nm ³ (*)		Gravimétrico	
	Anual	35 µg/Nm ³ (*)		Gravimétrico	
TRS	1h	15(*)	Continuo y Semicontinuo	Fluorescencia UV	
PM ₁₀	24h	100 µg/Nm ³ (*)	Continuo	Atenuación radiación β	de 5
	Anual	50 µg/Nm ³ (*)	Continuo	Atenuación radiación β	de

(*) Se refiere a medias aritméticas.

Anexo II: Las Cañas - Promedios horarios de temperatura.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Temperatura [°C]
1 enero - 31 diciembre, 2016

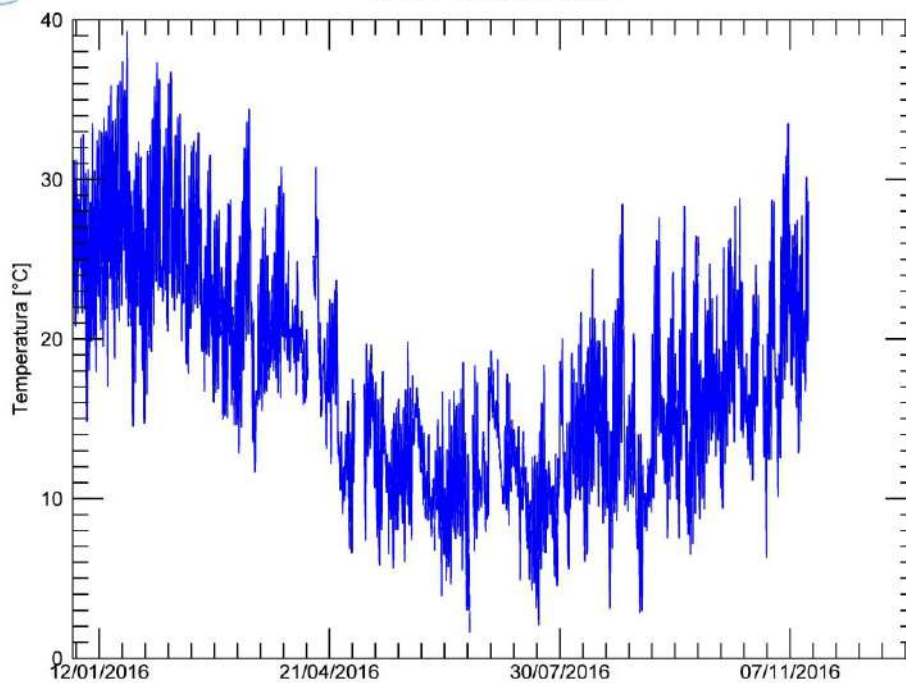


Figura 26: Promedios horarios de temperatura en la estación Las Cañas en el año 2016.

Anexo III: Las Cañas - Promedios horarios de presión atmosférica.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
1 enero - 31 diciembre, 2016

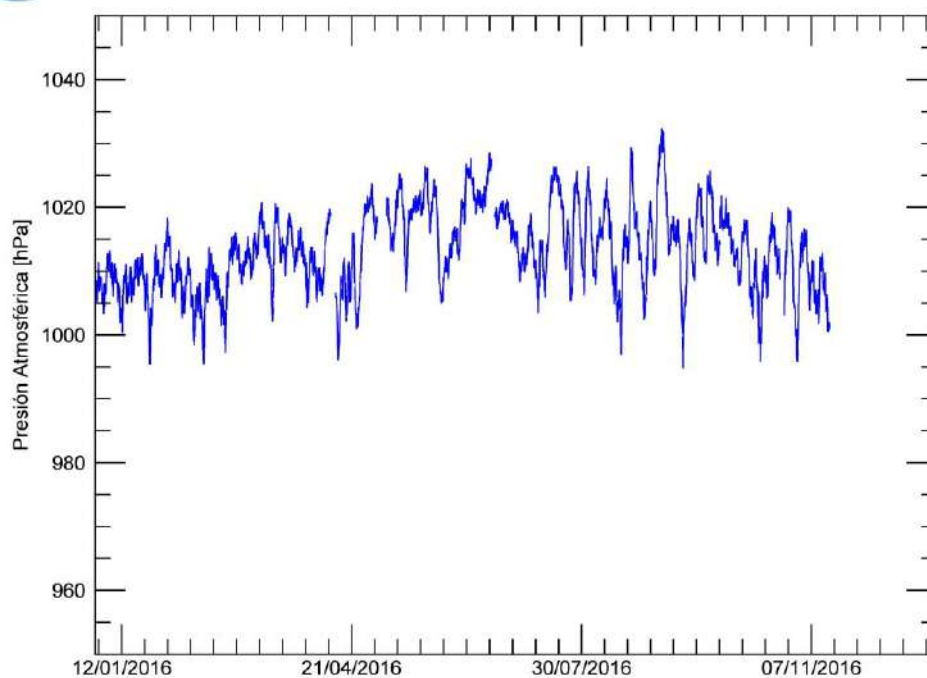


Figura 27: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Las Cañas en el año 2016.

Anexo IV: Las Cañas - Promedios horarios de humedad relativa.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Humedad Relativa [%]
1 enero - 31 diciembre, 2016

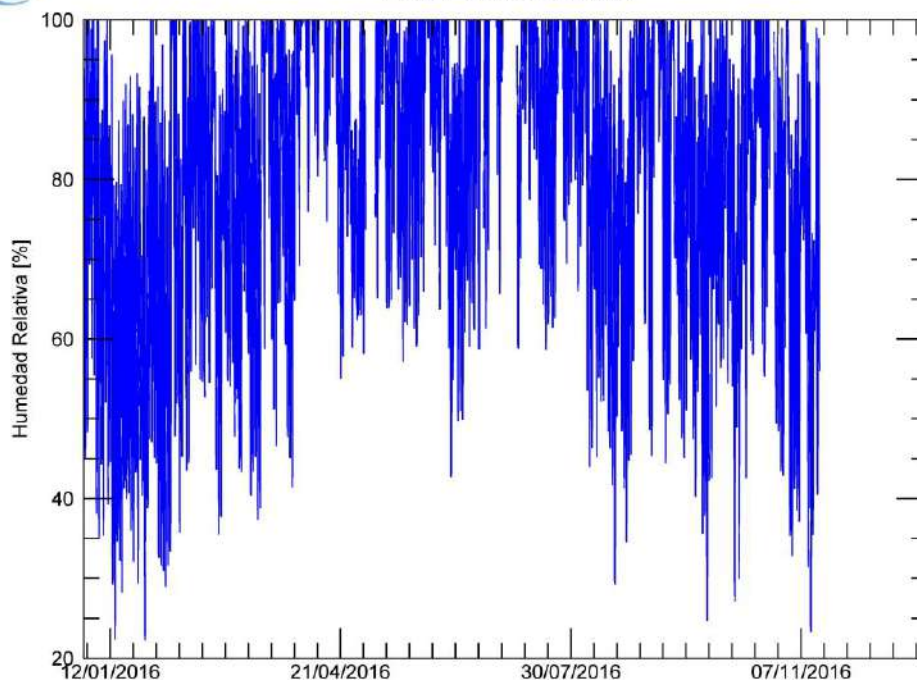


Figura 28: Promedios horarios de humedad relativa en la estación de Las Cañas en el año 2016.

Anexo V: Las Cañas – Promedios horarios de radiación.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Radiación [W/m^2]
1 enero - 31 diciembre, 2016

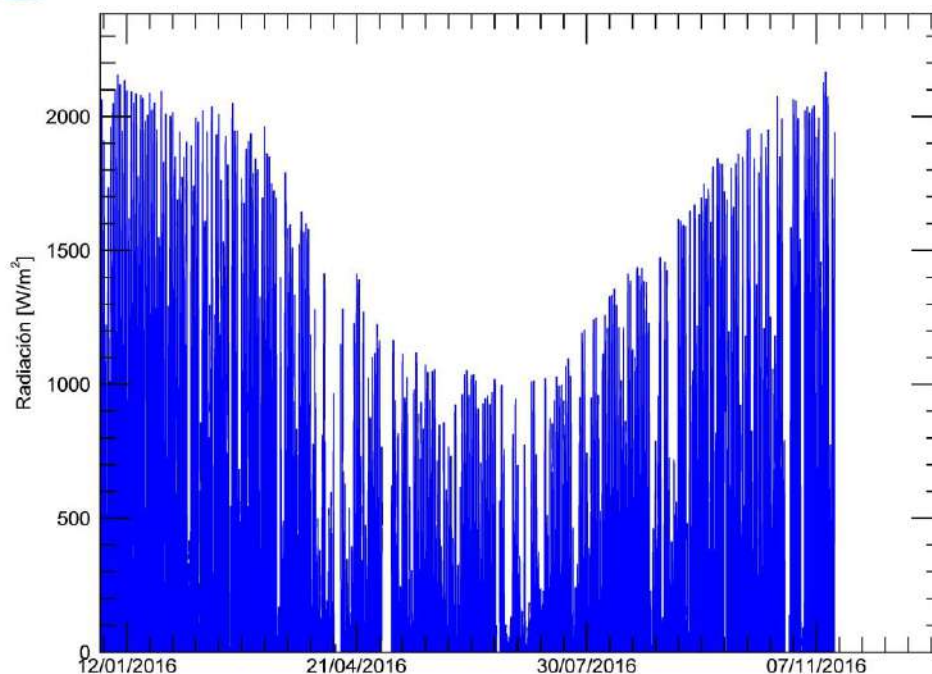


Figura 29: Promedios horarios de radiación en la estación de Las Cañas en el año 2016.

.Anexo VI: Las Cañas – Rosa de vientos, promedios horarios.



DINAMA - Estación Las Cañas
Rosa de Vientos
1 de enero - 14 de Noviembre, 2016

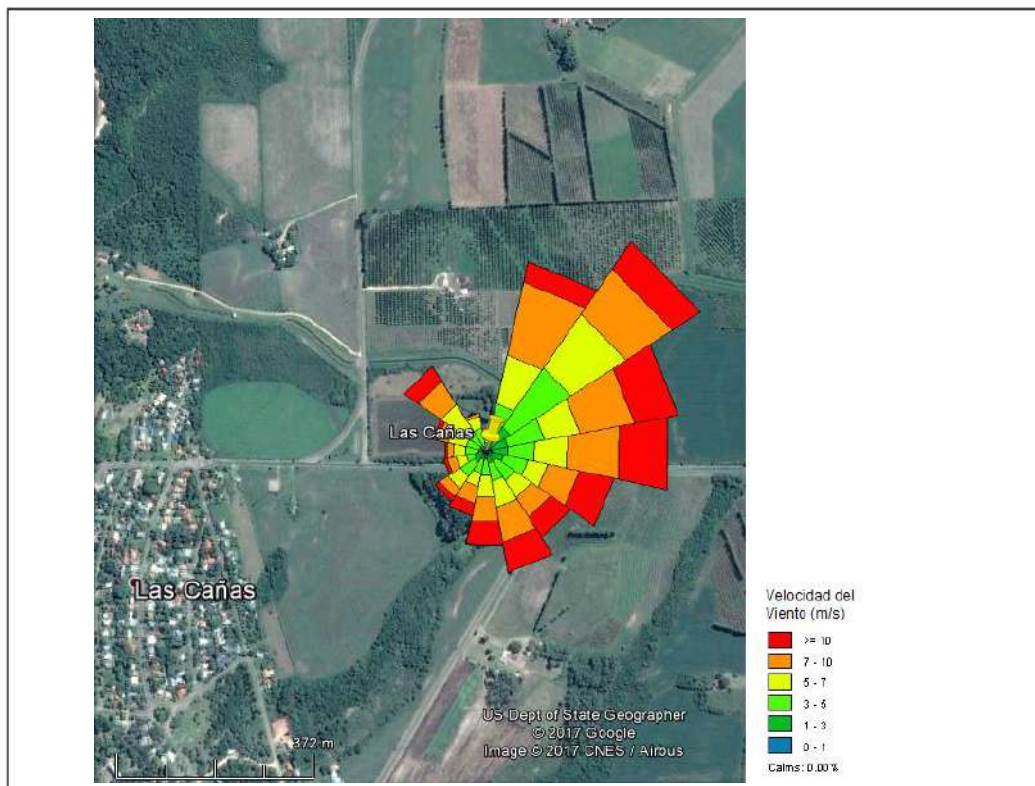


Figura 30: Promedios horarios de velocidad y dirección de viento en la estación de Las Cañas para el año 2016.

Anexo VII: Las Cañas – Acumulado diarios de precipitaciones.



DINAMA - Estación Las Cañas
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 enero - 31 diciembre, 2016

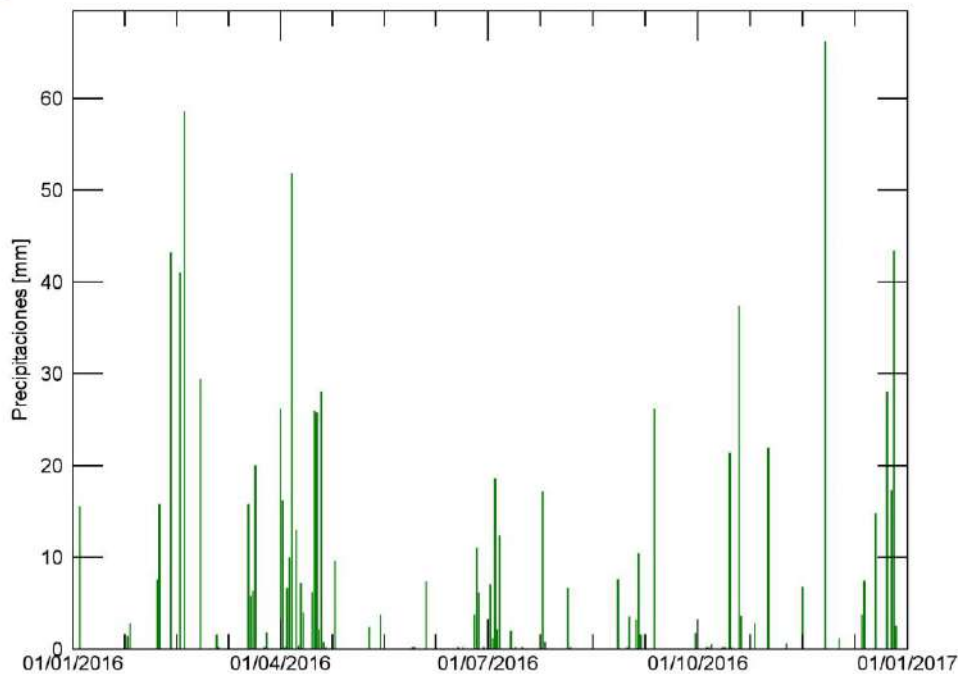


Figura 31: Acumulado diario de precipitación en la estación de Las Cañas en el año 2016.

Anexo VIII: Aceguá – Promedios horarios de temperatura.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Temperatura [°C]
1 enero - 31 diciembre, 2016

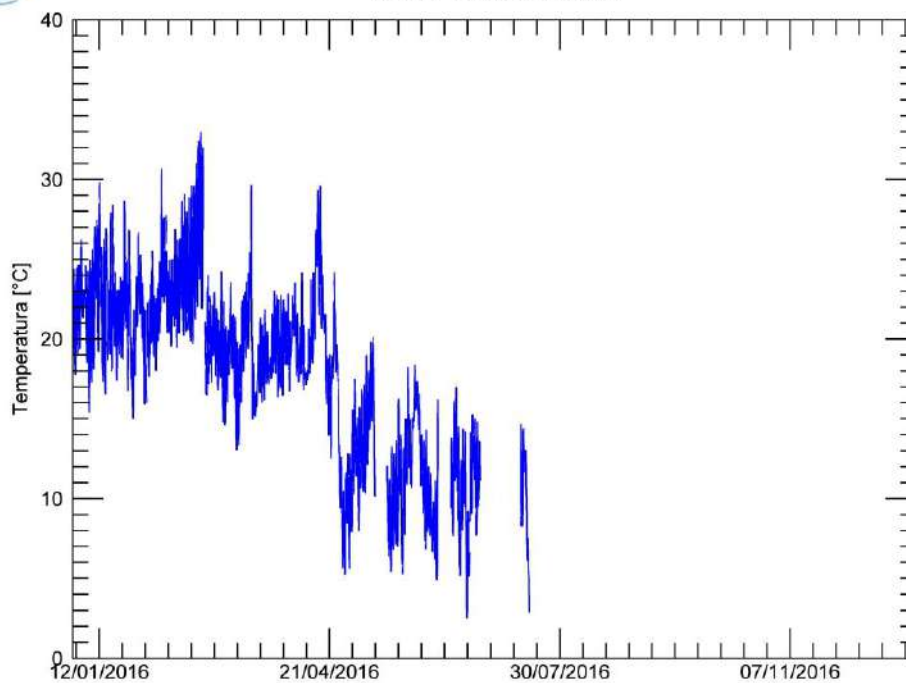


Figura 32: Promedios horarios de temperatura en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo IX: Aceguá – Promedios horarios de presión atmosférica.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
1 enero - 31 diciembre, 2016

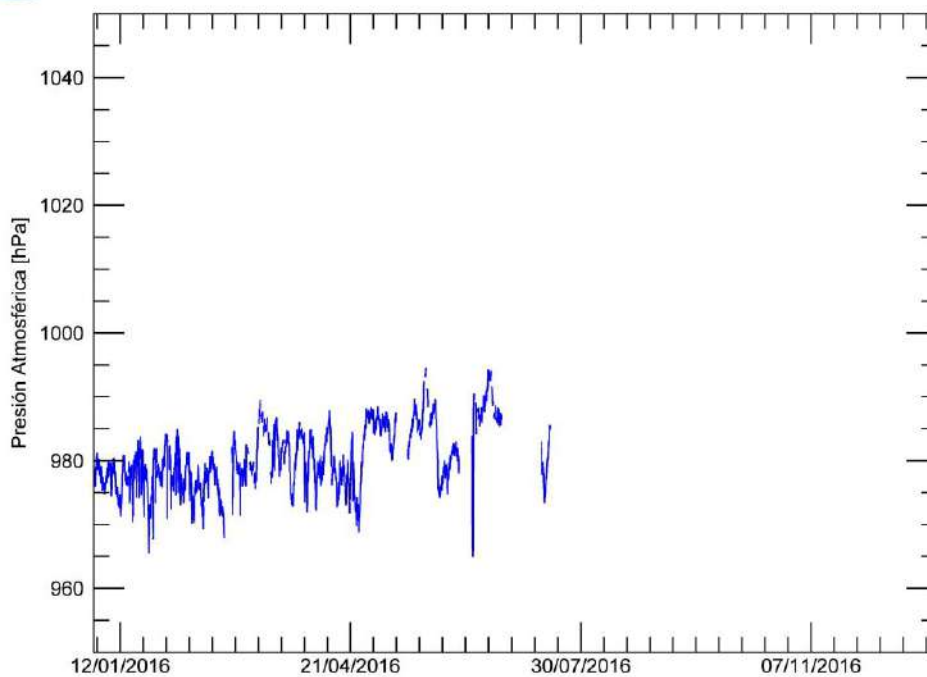


Figura 33: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo X: Aceguá – Promedios horarios de humedad relativa.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Humedad Relativa [%]
1 enero - 31 diciembre, 2016

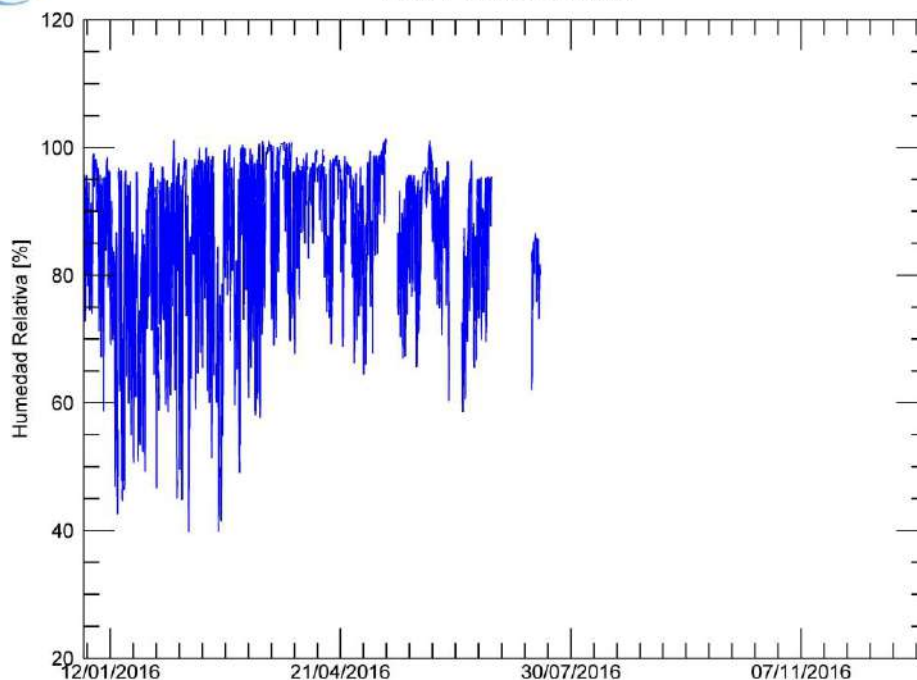


Figura 34: Promedios horarios de humedad relativa en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo XI: Aceguá – Promedios horarios de radiación.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Radiación [W/m^2]
1 enero - 31 diciembre, 2016

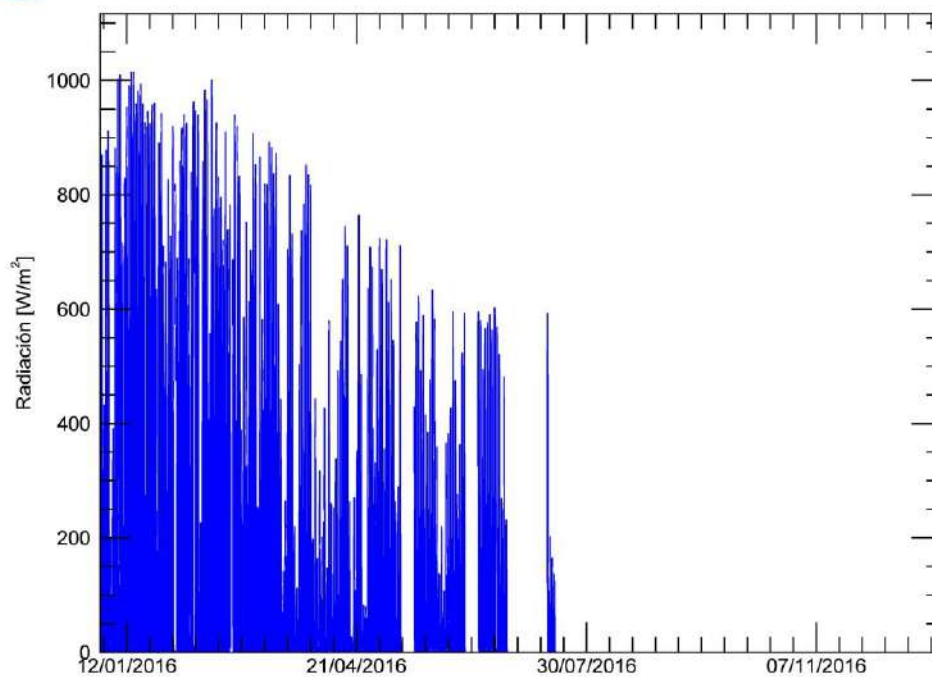


Figura 35: Promedios horarios de radiación en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo XII: Aceguá – Rosa de vientos, promedios horarios.



DINAMA - Estación Aceguá
Rosa de Vientos
1 de enero - 17 de julio, 2016

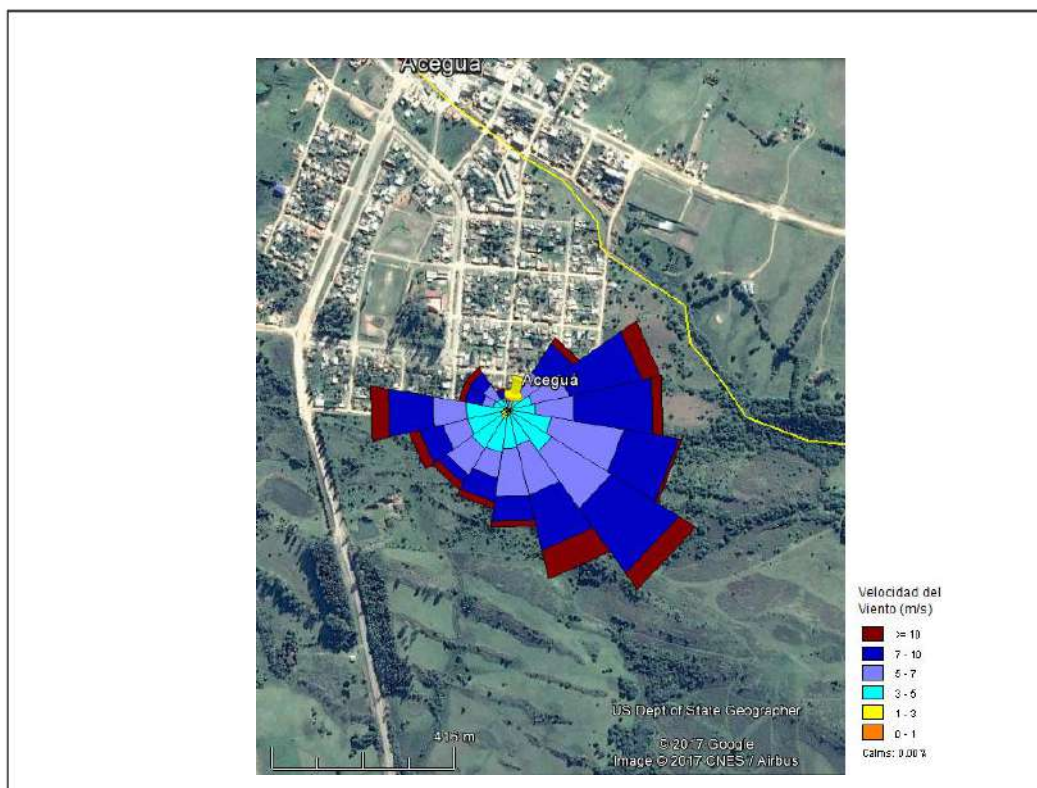


Figura 36: Promedios horarios de velocidad y dirección de viento en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo XIII: Aceguá – Promedios horarios de hoja húmeda



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio minuto de Higrómetro [Si/No]
1 enero - 31 diciembre, 2016

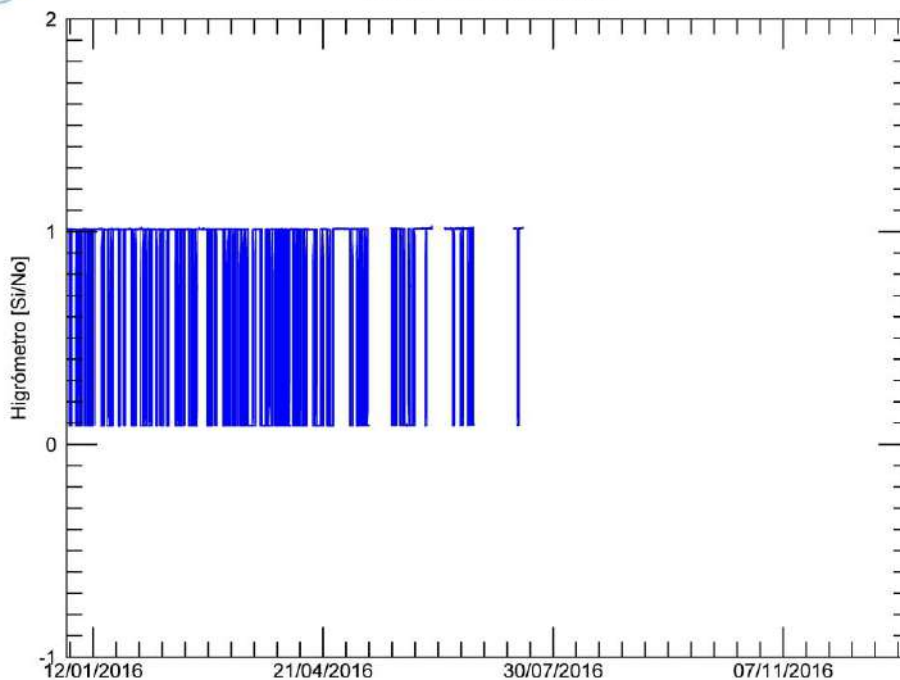


Figura 37: Promedios horarios de hoja húmeda en la estación de Aceguá en el año 2016.

Anexo XIV: Aceguá – Acumulado diarios de precipitaciones.



DINAMA - Estación Aceguá
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 enero - 31 diciembre, 2016

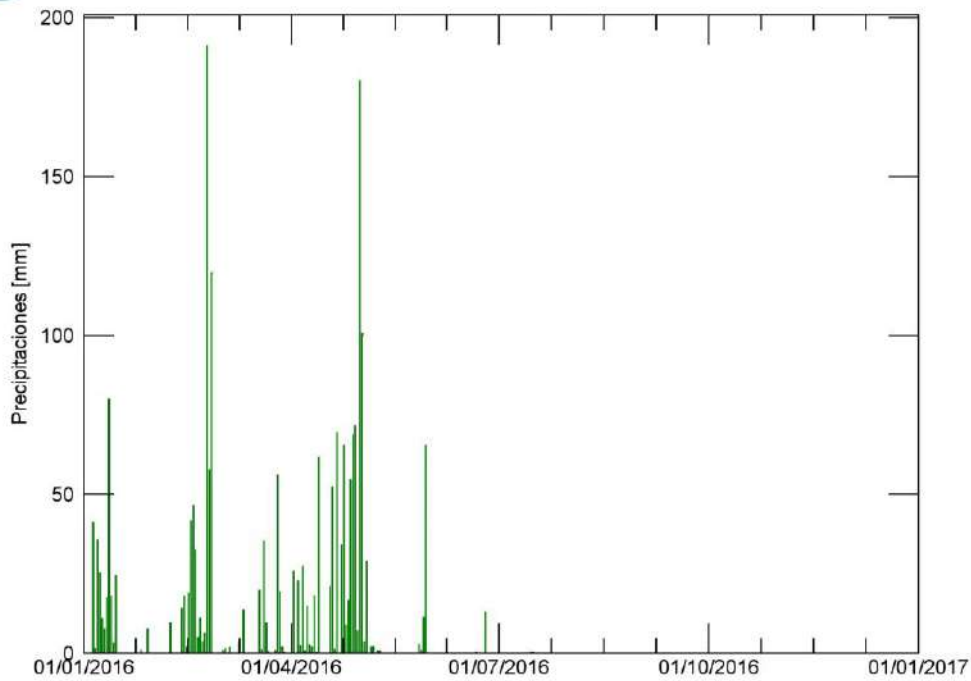


Figura 38: Acumulado diario de precipitación en la estación Aceguá en el año 2016.

Anexo XV: Melo – Promedios horarios de temperatura.

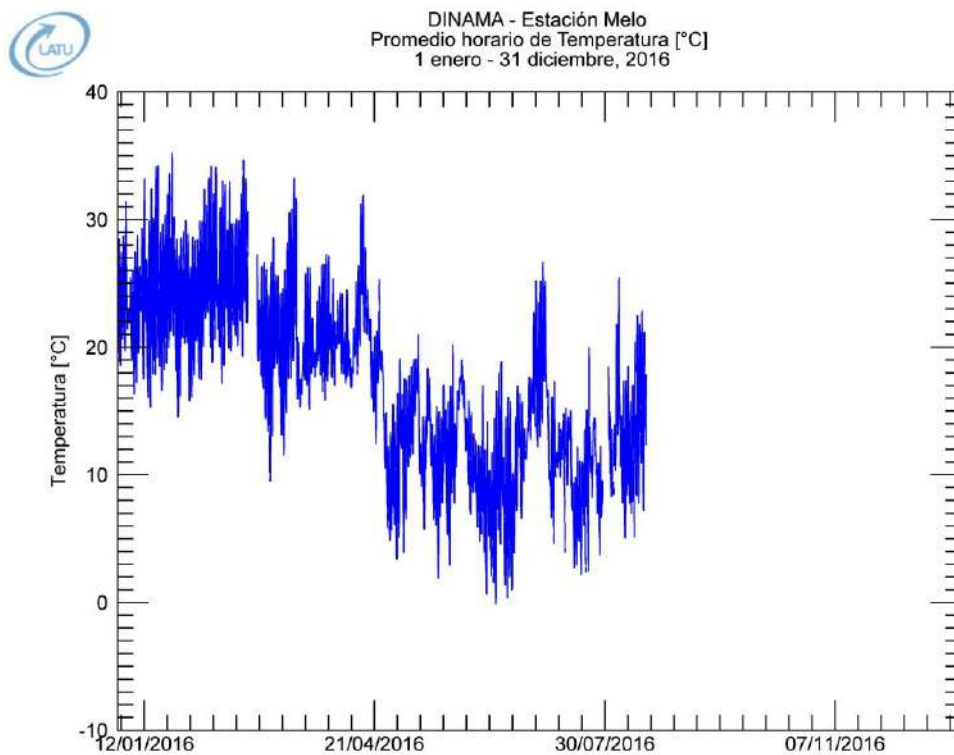


Figura 39: Promedios horarios de temperatura en la estación de Melo para el año 2016.

Anexo XVI: Melo – Promedios horarios de presión atmosférica.



DINAMA - Estación Melo
 Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
 1 enero - 31 diciembre, 2016

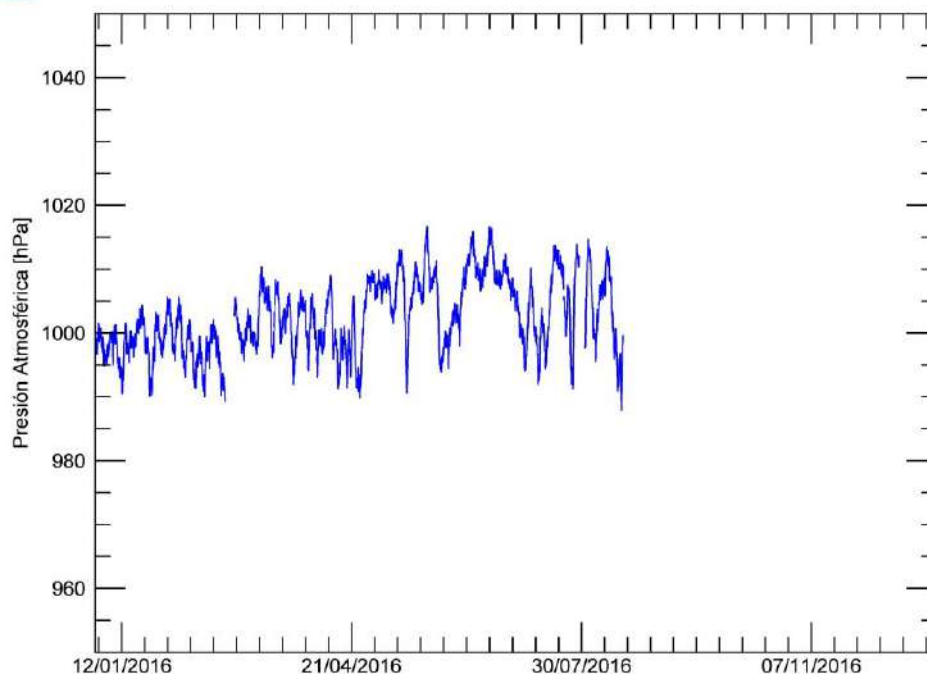


Figura 40: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Melo en el año 2016.

Anexo XVII: Melo – Promedio Horario de hoja húmeda

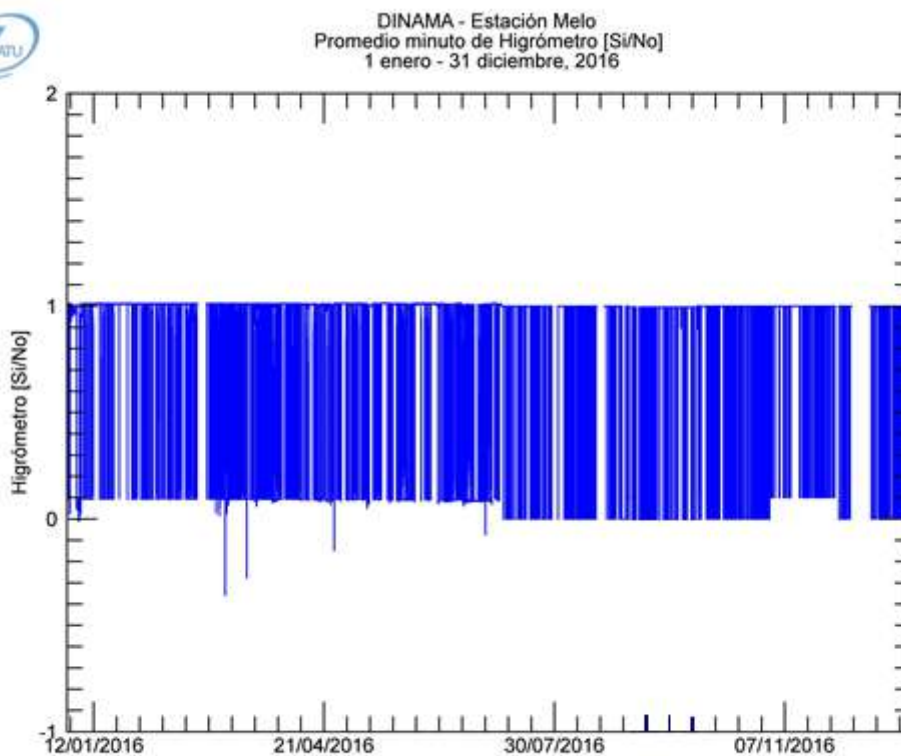


Figura 41: Promedios horarios de hoja húmeda en la estación de Melo en el año 2016.

Anexo XVIII: Melo – Acumulado diario de precipitación.



DINAMA - Estación Melo
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 enero - 31 diciembre, 2016

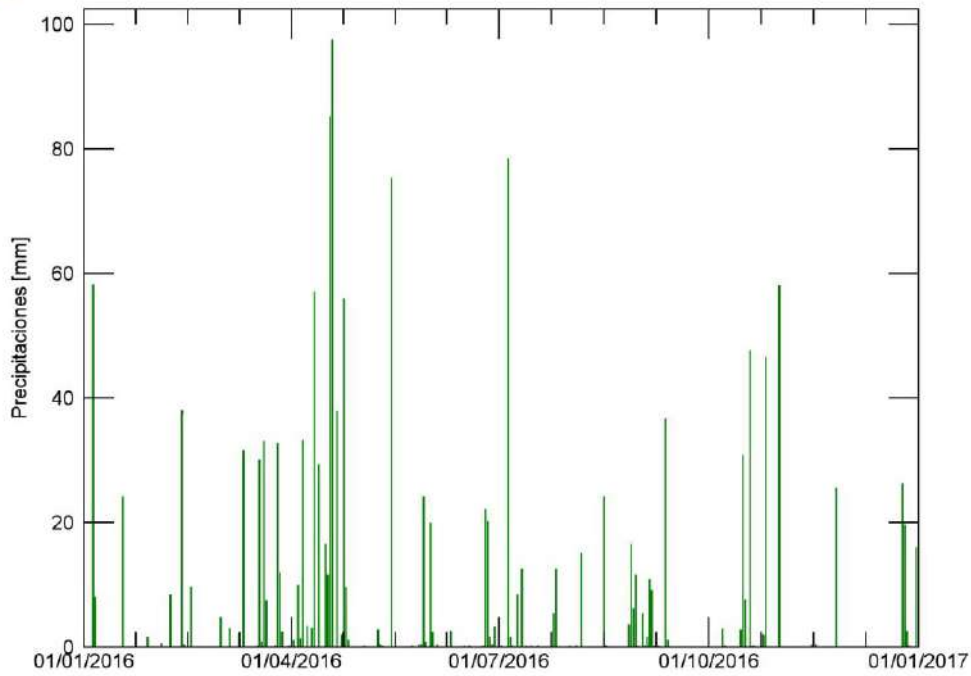


Figura 42: Acumulado diario de precipitación para la estación de Melo en el año 2016.