



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Solicitante:	MVOTMA
Dirección:	Galicia 1133 Piso 1
Descripción de la muestra:	1065081 - Informe anual de cabinas DINAMA 2017
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°1687320

RED DE ESTACIONES DE CALIDAD DEL AIRE DE DINAMA

INFORME DE ASESORAMIENTO 2017



Preparado para:

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

Galicia 1133, CP 11200

Montevideo, Uruguay

Realizado por:

LATU

Departamento de Calidad de Aire y Emisiones

Av. Italia 6201, CP 11500

Montevideo, Uruguay

Mayo, 2018



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

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	13
ANÁLISIS DE DATOS	13
Estación de Calidad del Aire de Las Cañas.....	15
Estación de Calidad del Aire de Aceguá	27
Estación de Calidad del Aire de Melo	34
Estación de Calidad del Aire de Barradas.....	36
CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	45
Anexo I: Propuesta de estándares para Calidad de Aire	45
Anexo II: Las Cañas - Promedios horarios de temperatura.	46
Anexo III: Las Cañas - Promedios horarios de presión atmosférica.....	47
Anexo IV: Las Cañas - Promedios horarios de humedad relativa.....	48
Anexo V: Las Cañas – Promedios horarios de radiación.	49
Anexo VI: Las Cañas – Acumulado diarios de precipitaciones.....	50
Anexo VII: Aceguá – Promedios horarios de temperatura.	51
Anexo VIII: Aceguá – Promedios horarios de presión atmosférica.....	52
Anexo IX: Aceguá – Promedios horarios de humedad relativa.....	53
Anexo X: Aceguá – Acumulado diarios de precipitaciones.	54



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Anexo XI: Barradas – Promedios horarios de temperatura.....	55
Anexo XII: Barradas – Promedios horarios de presión atmosférica.	56
Anexo XIII: Barradas – Acumulado diario de precipitación.....	57

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

PRÓLOGO

El presente documento corresponde al Informe de Asesoramiento de la red de estaciones de calidad del aire y meteorológicas de DINAMA (Solicitud N°1687320), que gestiona el Departamento de Calidad de Aire y Emisiones del LATU.

En el mismo se exhiben los datos generados entre Enero y Diciembre de 2017, los aspectos operacionales sustanciales que ocurrieron en el período de tiempo señalado y el estado de la red al 31 de diciembre de 2017.

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.

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 2017 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 actualmente compuesta por una cabina de monitoreo ubicada en el Departamento de Río Negro (estación Las Cañas), una en el Departamento de Cerro Largo (estación Aceguá) y otra ubicada en el Departamento de Montevideo (estación Barradas).

En el transcurso del año 2017, las estaciones de Las Cañas y Aceguá operaron en forma continua la mayor parte del año. La estación de Melo (Departamento de Cerro Largo), estuvo operativa hasta febrero del 2017 cuando fue trasladada a la ciudad de Montevideo (estación Barradas), quedando nuevamente operativa en octubre del 2017. A continuación se resumen las situaciones más relevantes que ocurrieron en el transcurso del año informado.

Estación de Calidad del Aire de Las Cañas

Enero

Se registraron problemas en el aire acondicionado, elevando la temperatura interna de la cabina, lo que provocó que se invalidaran los datos de TRS cuando la misma superaba los 23°C.

El muestreador de partículas experimentó fallas, con lecturas extremadamente altas. No se detectaron alarmas que indicaran la incorrecta operación del equipo y el caudal del instrumento se encontraba estable.

El anemómetro no pasó la calibración realizada por el Departamento de Metrología del LATU y requiere que se remplace por una unidad nueva.

Febrero

El equipo analizador de Ozono queda fuera de servicio por presentar datos fuera de rango.

El equipo de aire acondicionado presenta fallas de funcionamiento, por lo que la temperatura interna de la cabina fluctúa y alcanza valores elevados. Estas condiciones ambientales provocaron que el analizador de TRS mostrara datos fuera de rango cuando la temperatura superaba los 23°C, los cuales fueron invalidados.

El muestreador de partículas continuaba mostrando fallas, con lecturas extremadamente altas que surgen en forma aleatoria. Se realizaron consultas al fabricante sobre las acciones a tomar.

Marzo

Se encontró que el muestreador de partículas experimenta fallas aleatorias en el contador Geiger. Se inició el proceso de compra del mismo.

Abril

Se realizó la instalación de Termohigrómetro.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

El muestreador de partículas continuaba mostrando fallas aleatorias en el contador Geiger. Ya se inició el proceso de compras del repuesto.

La UPS queda fuera de servicio.

Mayo

El muestreador de partículas continuaba mostrando fallas aleatorias en el contador Geiger. El proceso de compras del repuesto se inició en febrero.

Junio

Se recibió en laboratorio el repuesto del contador Geiger Muller para el analizador MP101. Se pidió instrucciones al fabricante para reemplazar la pieza.

Julio

El contador Geiger del analizador MP101 fue reemplazado por uno nuevo pero el equipo aún muestra fallas de funcionamiento. Se requiere el reemplazo de otras piezas. Se inició el proceso de compras de las mismas.

Se recibió en el LATU el anemómetro de reemplazo.

Setiembre

Se instaló anemómetro ultrasónico y radiómetro en la estación.

El repuesto comprado para el MP101 llega a Uruguay. El equipo quedó operativo.

Octubre

El día 12 la pc de la estación dejó de enviar datos al LATU en forma automática.

Se encontró que el problema que presentó la pc era inherente al software de comunicaciones el día 14. Se configura el mismo correctamente y se reestablece la transferencia de datos en forma automática.

Noviembre

Se retiró el analizador de TRS para hacer mantenimiento y calibración en laboratorio de Montevideo.

El día 6 se apaga la estación debido a que la UPS dejó de funcionar, luego de un corte de suministro de energía eléctrica. El día 9 se instala provisoriamente una UPS de LATU y la estación queda operativa. La UPS de la estación es trasladada a la empresa RAYCOM (Montevideo) para su chequeo.

Se instala el analizador de TRS el cual queda operativo.

El analizador de O₃ queda fuera de servicio ya que la tarjeta de comunicaciones que conecta el equipo con la PC se averió.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Diciembre

La empresa Raycom informa que la UPS no puede ser reparada: se detectaron varios componentes de potencia en su etapa de rectificación altamente dañados. Los mismos no se pueden reponer porque no están disponibles en plaza. Además el costo de la reparación en mano de obra y componentes, en caso de ser posible sería próximo al cambio del equipo por uno nuevo de similares prestaciones.

En reunión de coordinación realizada el día 6 de diciembre en DINAMA, la Sra. Jefe del Departamento de Seguimiento de Componentes Ambientales, de la División Calidad Ambiental, resuelve cancelar con los registros de Hoja Húmeda de las tres estaciones.

Se invalidaron los datos del anemómetro debido a que la configuración electrónica del mismo presentaba errores en los rangos de medición.

El equipamiento instalado en la cabina de Las Cañas, así como el estado de los mismos al 31 de diciembre de 2017, se detalla en la siguiente tabla:

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
SO ₂	Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement AF22M	Operativo
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, muestreo continuo	Environnement O342	Fuera de servicio
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetro ultrasónico, a 10 m	Young 86000	Fuera de servicio
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Operativo
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Operativo
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Operativo

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Operativo
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 2017.

Estación de Calidad del Aire de Aceguá

Hasta el mes de marzo, la estación de calidad de aire de Aceguá, estaba fuera de servicio debido a sobretensiones en el suministro de energía eléctrica. Se realizó la compra de una serie de materiales para proteger la cabina del suministro inestable de energía que proviene de UTE.

Abril

El día 7 de abril queda operativa la estación con los siguientes instrumentos: analizador de PM₁₀, analizador de NO_x, Termohigrómetro, Barómetro, hoja húmeda y pluviómetro. El 19 de abril queda operativo el equipo AF22 y el día 28 el Radiómetro.

Mayo

Se registran cortes de energía eléctrica programados por UTE.

Julio

Se detectan errores de funcionamiento en el Termohigrómetro y sensor de Hoja Húmeda. Se instala un Anemómetro Ultrasónico nuevo.

Agosto

Quedan operativos los siguientes instrumentos: Termohigrómetro, Hoja Húmeda y Anemómetro.

El analizador AC32 presenta alarma de funcionamiento. Se deja fuera de servicio.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Setiembre

Se registraron cortes intermitentes de energía que ocasionaron los siguientes problemas:

- AF22 quedó desconfigurado;
- AC32 se prende y apaga en forma intermitente;
- MP101 recalienta la bomba.

Los equipos quedaron operativos el día 15 de setiembre, pero el MP101 continúa con alarmas. Se consulta a fábrica y diagnostican problemas en la placa de comunicación, deben remplazarse los siguientes componentes: RS4i Board without cable y ARM7 Module board AC32M.

Noviembre

El analizador de SO₂ fue retirado de la estación para calibrar en el laboratorio del LATU, Montevideo y se instala nuevamente el día 28 de noviembre.

Diciembre

En reunión de coordinación realizada el día 6 de diciembre en DINAMA, la Sra. Jefe del Departamento de Seguimiento de Componentes Ambientales, de la División Calidad Ambiental, resuelve cancelar con los registros de Hoja Húmeda de las tres estaciones y Precipitaciones de la estación de calidad de aire ubicada en Aceguá a partir del día de la fecha. Para la confección del informe anual se utilizará el acumulado diario de lluvias de la estación pluviométrica nacional más cercana a la localidad de Aceguá.

Se invalidaron los datos del anemómetro debido a problemas en la configuración del software de adquisición de datos.

A continuación se presenta el equipamiento instalado en Aceguá y el estado del mismo al 31 de diciembre de 2017:

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
NOx	Quimioluminiscencia, muestro continuo	Environnement AC32M	Fuera de Servicio
SO2	Fluorescencia UV, muestreo continuo	Environnement AF21M	Operativo
Mat. Particulado <10 µm	Atenuación de radiación Beta, muestreo continuo	Environnement MP101M	Operativo
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetro ultrasónico, a 10 m	Young 86000	Fuera de servicio

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Operativo
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Operativo
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Operativo
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Operativo
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	Fuera de servicio

Tabla 2: Detalles técnicos de la estación de monitoreo meteorológico y de calidad del aire de Aceguá al 31 de diciembre de 2017.

Estación de Calidad del Aire de Barradas

En el mes de febrero, la estación que se encontraba en Melo, se traslada a la ciudad de Montevideo.

La estación de Barradas cuenta con energía eléctrica a partir del mes de setiembre. A partir de esa fecha, se inicia la instalación de los instrumentos y configuración de los equipos en la base de datos.

El día 2 de octubre comenzó a operar la cabina de calidad de aire en el nuevo sitio, con los siguientes instrumentos: analizador de SO₂, PM_{2,5}, Presión Atmosférica, Dirección e Intensidad del Viento, Precipitaciones y Hoja Húmeda.

Los equipos fuera de servicio al momento del arranque eran:

- Termohigrómetro: en proceso de compra. La temperatura ambiental se obtiene del analizador de partículas PM_{2,5};
- analizador de NOx: placa madre comunicaciones (RS4i Board without cable y ARM7 Module board AC32M).

Octubre

El día 13 se detectó que la UPS tuvo un corto circuito. Esta se retiró de la estación para ser reparada en laboratorio, por lo que la estación quedó fuera de servicio hasta el día 19 de octubre.

Se instaló el Radiómetro el día 31.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Noviembre

El día 4 se completó la configuración de la base de datos de la estación, por lo que los datos se comenzaron a transmitir a LATU en forma automática.

El día 29 se instaló el analizador de NOx que estaba en la estación de Aceguá.

Diciembre

En reunión de coordinación realizada el día 6 de diciembre en DINAMA, la Sra. Jefe del Departamento de Seguimiento de Componentes Ambientales, de la División Calidad Ambiental, resuelve cancelar con los registros de Hoja Húmeda de las tres estaciones.

Se invalidaron los datos registrados en el analizador AC32 debido a que mostraban valores fuera de rango.

Se invalidaron los datos del anemómetro debido a que la configuración electrónica del mismo presentaba errores en los rangos de medición.

En la siguiente tabla se detallan los equipos instalados en la estación de calidad del aire de Barradas, así como el estado de los mismos al 31 de diciembre de 2017:

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
NOx	Quimioluminiscencia, muestro continuo	Environnement AC32M	Fuera de servicio
SO2	Fluorescencia UV, muestreo continuo	THERMO, 43i	Operativo
PM_{2.5}	Atenuación de radiación Beta, muestreo continuo	THERMO, 5028i	Operativo
METEOROLOGÍA			
Viento	Anemómetro ultrasónico, a 10 m	Yonug 86000	Fuera de servicio
Temperatura	Termistor (sensor de Pt 100)	Vaisala HMP45D	Fuera de servicio
Humedad	Termistor (sensor: film de polímero capacitivo)	Vaisala HMP45D	Fuera de servicio
Radiación Solar	Piranómetro (termopila)	Lastem C511R	Operativo
Presión atmosférica	Barómetro aneroide (piezométrico)	Lastem CX110P	Operativo
Detección de hoja	Detección por cambio en	Lastem C401A	Fuera de servicio

PARÁMETERO	NOTA TÉCNICA	FABRICANTE / MODELO	Estado al 31Dic2017
CALIDAD DEL AIRE			
húmeda	conductividad eléctrica		
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 Barradas al 31 de diciembre de 2017.

Estación de Calidad del Aire de Melo

En el mes de enero DINAMA cancela el servicio de telefonía.

Los sensores meteorológicos se encontraban en calibración en el Departamento de Metrología del LATU.

El anemómetro no pasó la calibración realizada en FING, por lo que requiere ser reemplazado.

En febrero la estación fue trasladada a Montevideo (Av. Italia esquina Barradas).

ANÁLISIS DE DATOS

Las series de datos meteorológicos de las tres estaciones en funcionamiento al 31 de diciembre de 2017, para el período enero - diciembre 2017, se presentan en los Anexos II al VII para Las Cañas, Anexos VIII al XIV para Aceguá y Anexos XV al XVIII para Barradas. 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 informado, para las estaciones de Aceguá, Barradas y Las Cañas:

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

Analizador	Aceguá	Barradas(*)	Las Cañas
SO ₂ (diario)	54,0%	83,5%	52,3%
SO ₂ (horario)	55,4%	86,6%	51,8%
TRS	N/C	N/C	78,1%
O ₃	N/C	N/C	62,7%
PM ₁₀ / PM _{2.5}	55,6%	68,1%	18,1%
NO _x	37,2%	-	8,2%
Temperatura	58,1%	-	64,9%
Hum. Rel.	58,1%	N/C	64,9%
Pres. Atmos.	67,8%	86,2%	57,3%
Dir. del Viento	-	-	-
Int. del Viento	-	-	-
Lluvia	-	-	-
Radiación	51,7%	-	22,1%
Higrómetro	23,8%	-	-

Tabla 4: Porcentaje de recuperación de datos meteorológicos y de calidad del aire (período enero – diciembre 2017), en la red de estaciones de DINAMA.

(*) El porcentaje de datos recuperados se calculó desde octubre a diciembre del 2017

Estación de Calidad del Aire de Las Cañas

Para la construcción de las rosas de contaminación se utilizan los datos de dirección de viento de la estación de UPM, ya que el anemómetro de Las Cañas estuvo fuera de servicio a lo largo del 2017.

La Figura 1 presenta los promedios diarios de SO₂ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2017. A su vez, se comparan estas mediciones con los estándares propuestos por GESTA, [2015]: 125 µg/Nm³ en 24 hrs y 300 µg/Nm³ en promedio horario. Durante el periodo informado, el valor de concentración en promedio diario más elevada se registró el día 30 de enero de 2017, con 5,6 µg/Nm³, mientras que el valor promedio horario más elevado fue de 34,1 µg/m³ y se registró el día 1 de enero a las 22:00 hrs. El valor medio de las lecturas del periodo informado resultó de 0,5 µg/Nm³.

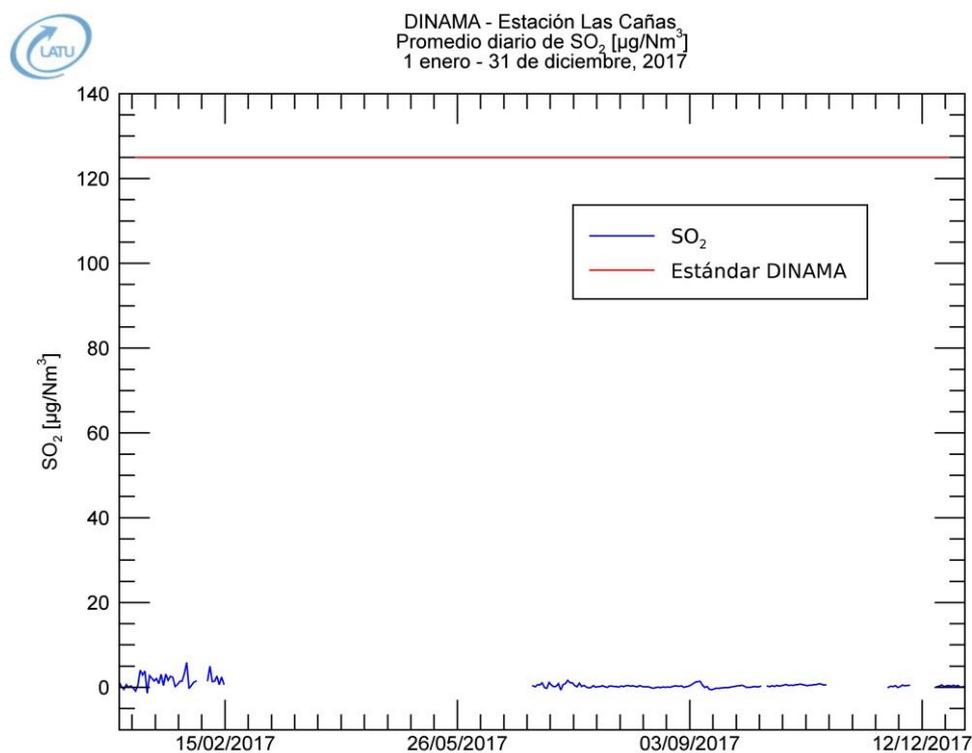


Figura 1: Promedios diarios de SO₂ en la estación de Las Cañas para el año 2017.

Los datos agrupados mensualmente (Figura 2), exhiben una variabilidad mayor en el mes de enero y febrero; 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.

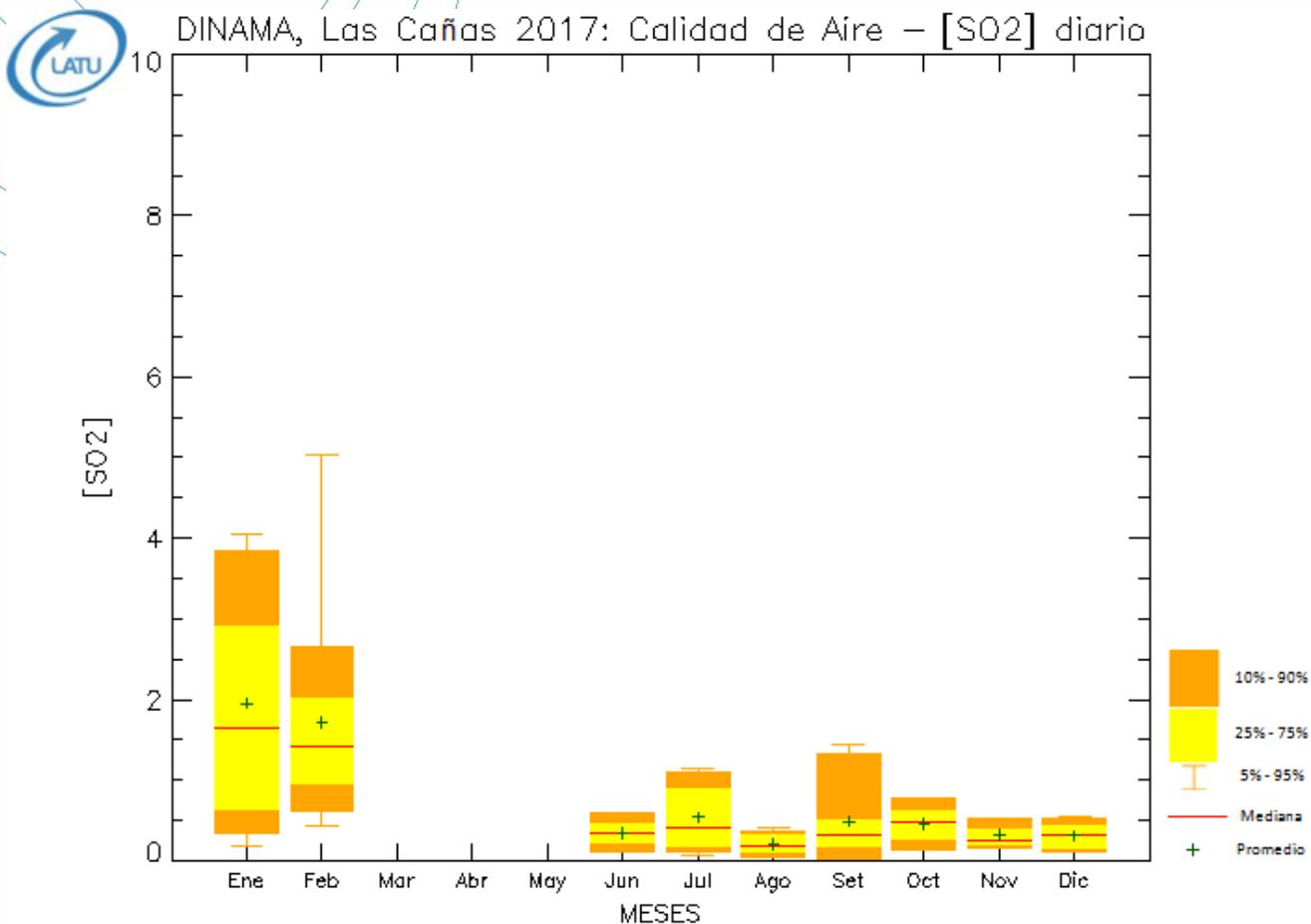


Figura 2: Tendencia de las mediciones de SO₂ en la estación de Las Cañas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

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

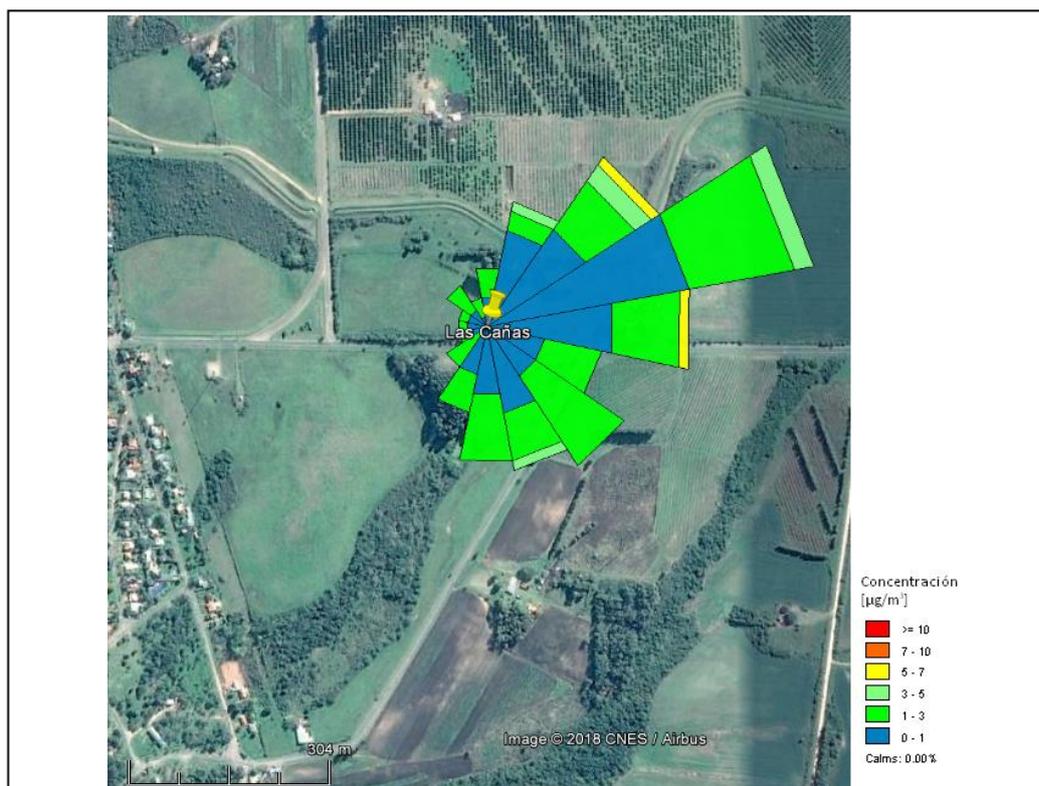


Figura 3: Rosa de contaminación de SO₂ de la estación de Las Cañas, para el año 2017

La Figura 4 despliega los promedios diarios de PM₁₀ entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2017. 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 10 de noviembre de 2017 con 6,9 µg/Nm³ y el promedio anual diario de las lecturas fue de 2,1 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio diario de PM10 [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]

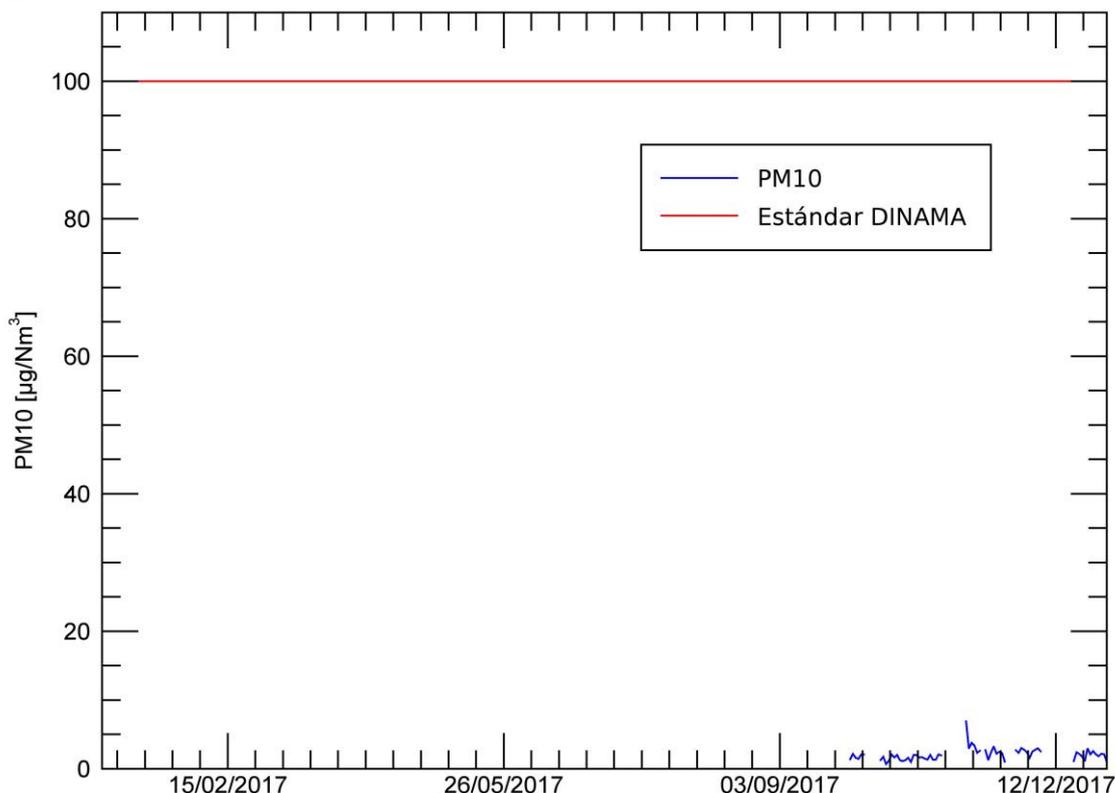


Figura 4: Promedios diarios de PM₁₀ en la estación Las Cañas para el año 2017.

En la figura 5 se puede observar que noviembre fue el mes con mayor variabilidad en los datos registrados. De todas formas, los valores medios mensuales durante los meses con el equipo operativo no fueron muy diferentes entre sí y variaron en el entorno de los 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Nuevamente es importante resaltar que los datos registrados en el mes de setiembre abarcaron los días 29 y 30 de ese mes, cuando se puso operativo el equipo nuevamente.

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 NE mientras que las concentraciones más altas (de 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) están asociadas a viento proveniente del O.

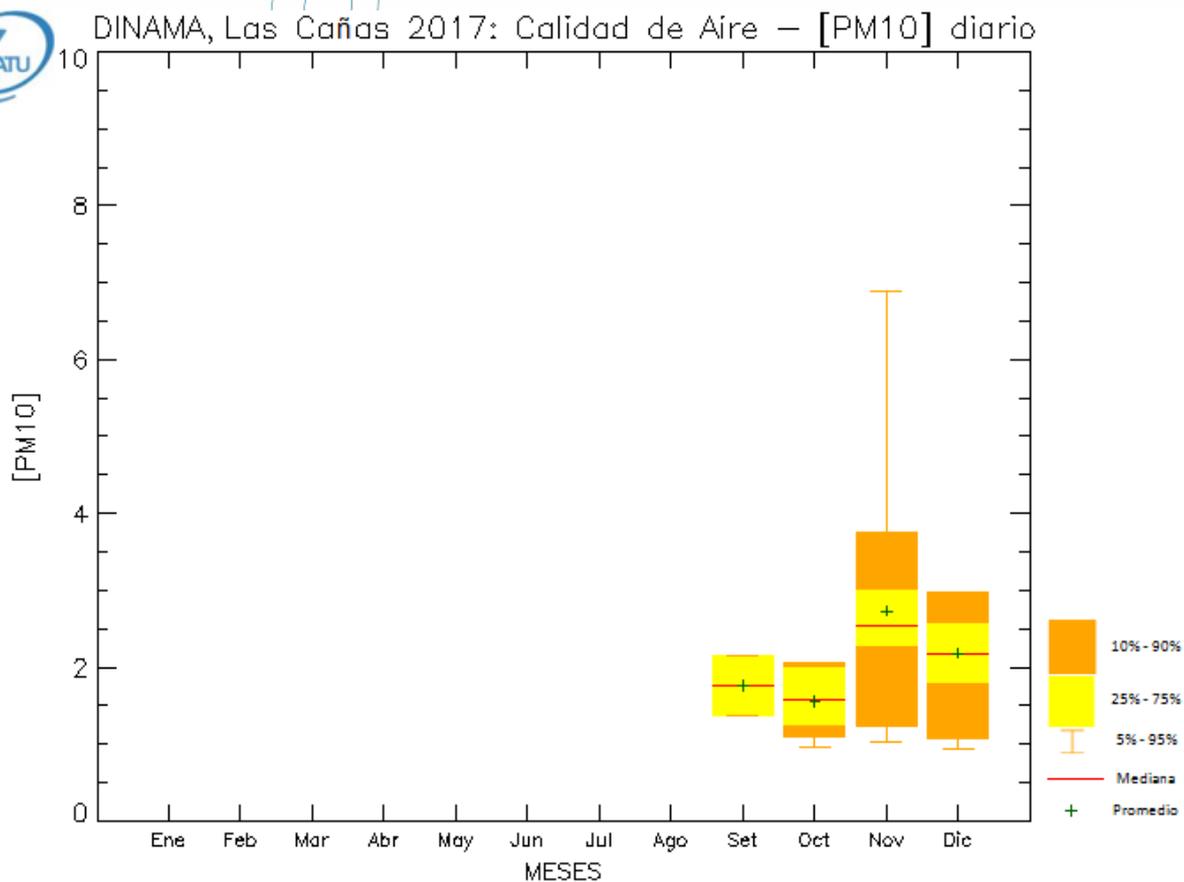


Figura 5: Tendencia de las mediciones de PM₁₀ en la estación de Las Cañas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

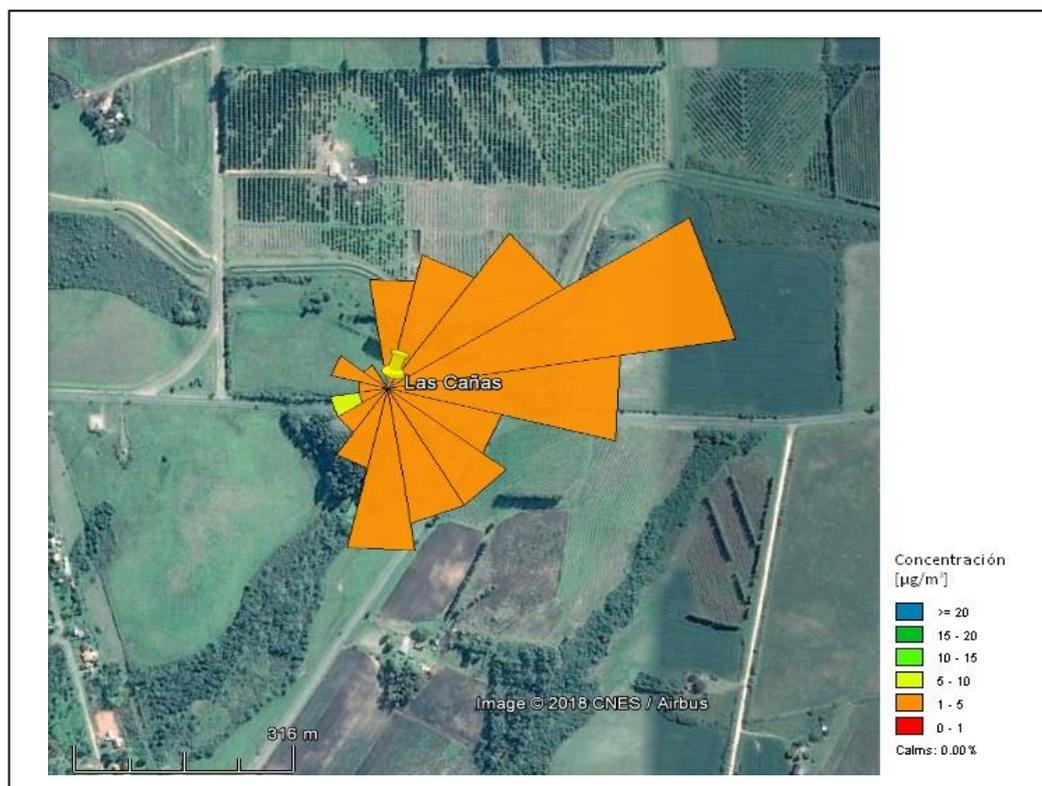


Figura 6: Rosa de contaminación de datos diarios de PM₁₀ en la estación Las Cañas, para el año 2017.

La Figura 7 presenta los promedios móviles de 8 horas de ozono entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2017. 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 28 de julio de 2017 entre las 16:00 y 20:00 horas con 75,2 µg/Nm³. El valor medio de O₃ en la estación de calidad del aire de Las Cañas fue de 36,9 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Las Cañas
 Promedio 8 horas móviles de O₃ [µg/Nm³]
 1 enero - 31 de diciembre, 2017

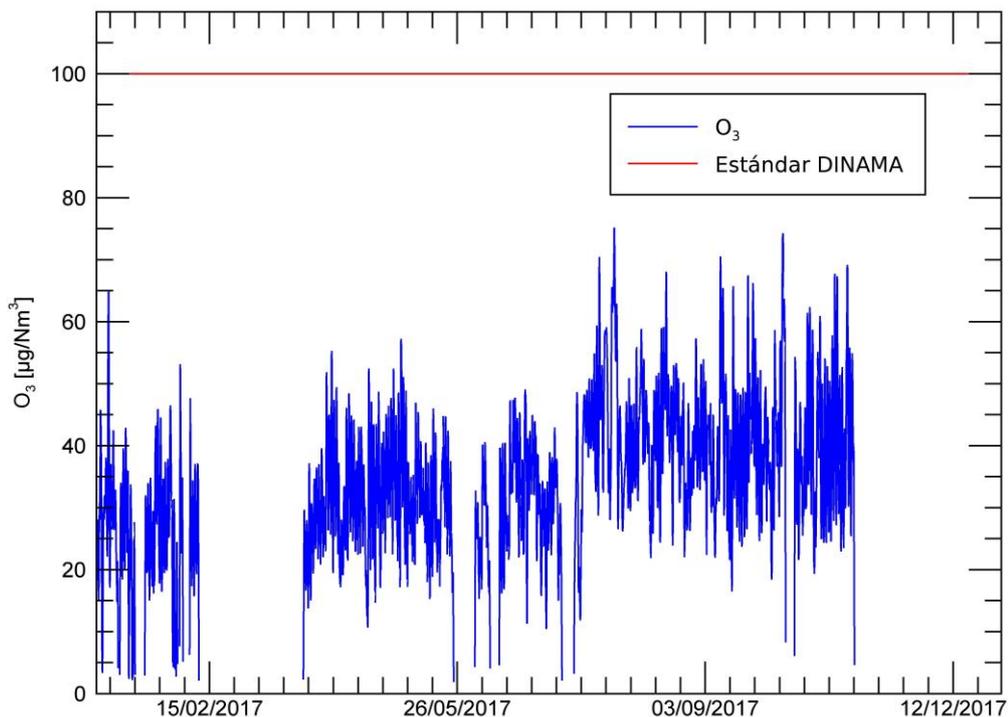


Figura 7: Promedios de 8 horas móviles de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2017.

La Figura 8 exhibe los promedios móviles de 8 horarios de ozono, agrupados en intervalos de clase mensuales. Los datos muestran una tendencia creciente y julio es el mes con mayor dispersión de los mismos.

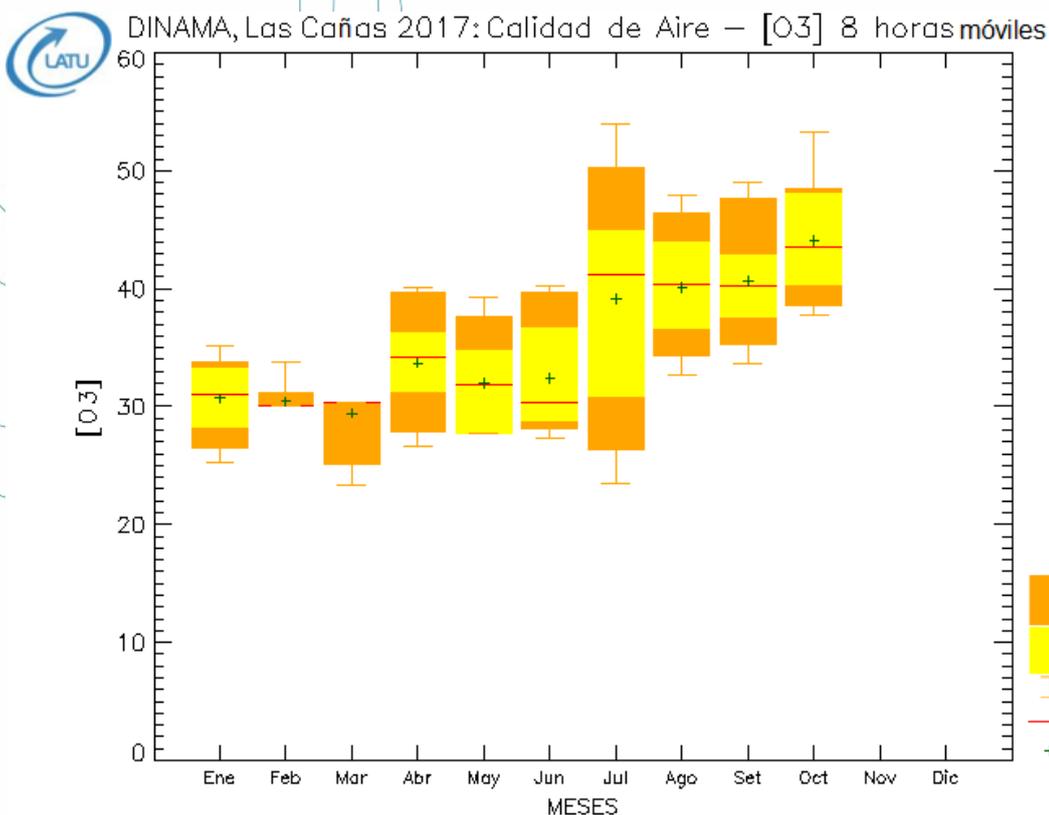


Figura 8: Tendencia de las mediciones de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios de ocho horas móviles.

En la rosa de contaminación que se presenta en la Figura 9, se puede observar que la dirección del viento predominante es NNE y NE; sin embargo, las concentraciones de Ozono más elevadas no tienen una dirección predominante asociada.

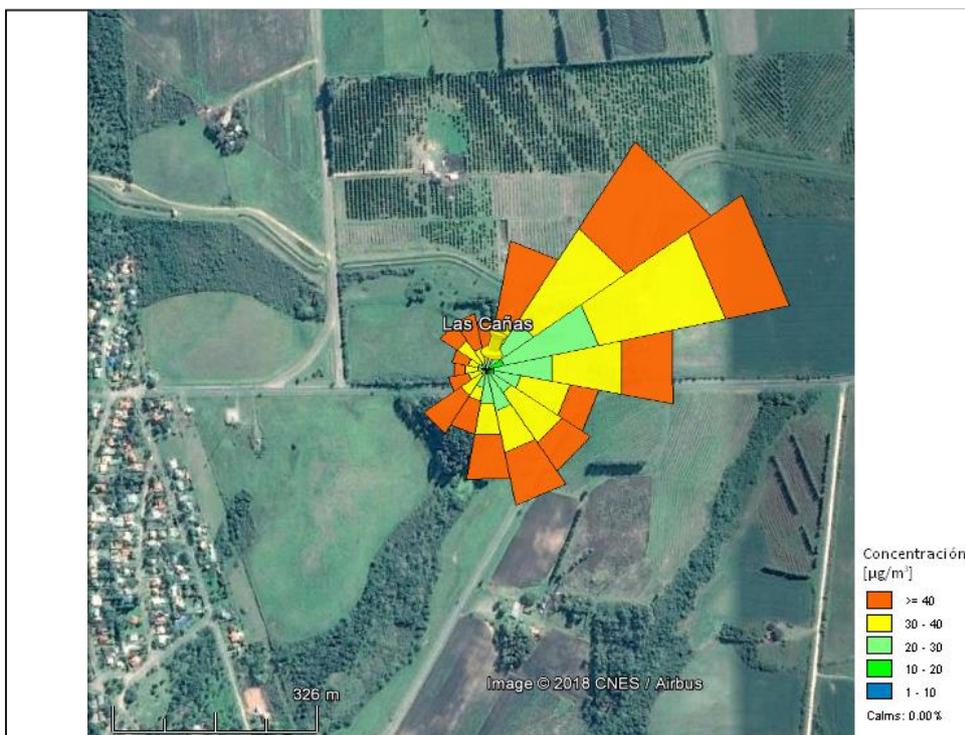


Figura 9: Rosa de contaminación de O₃ en la estación de Las Cañas para el año 2017.

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 compuestos de azufre total reducidos y expresados como SO₂, no pueden superar los 15 µg/Nm³ en una hora. Durante el año 2017, la concentración horaria máxima de [TRS], expresada como [SO₂] en Las Cañas fue 42,4 µg/Nm³ el día 7 de mayo de 2017 a la hora 7:00 y el promedio durante el año de 2,3 µg/m³.



DINAMA - Estación Las Cañas
 Promedio horario de TRS [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 1 enero - 31 de diciembre, 2017

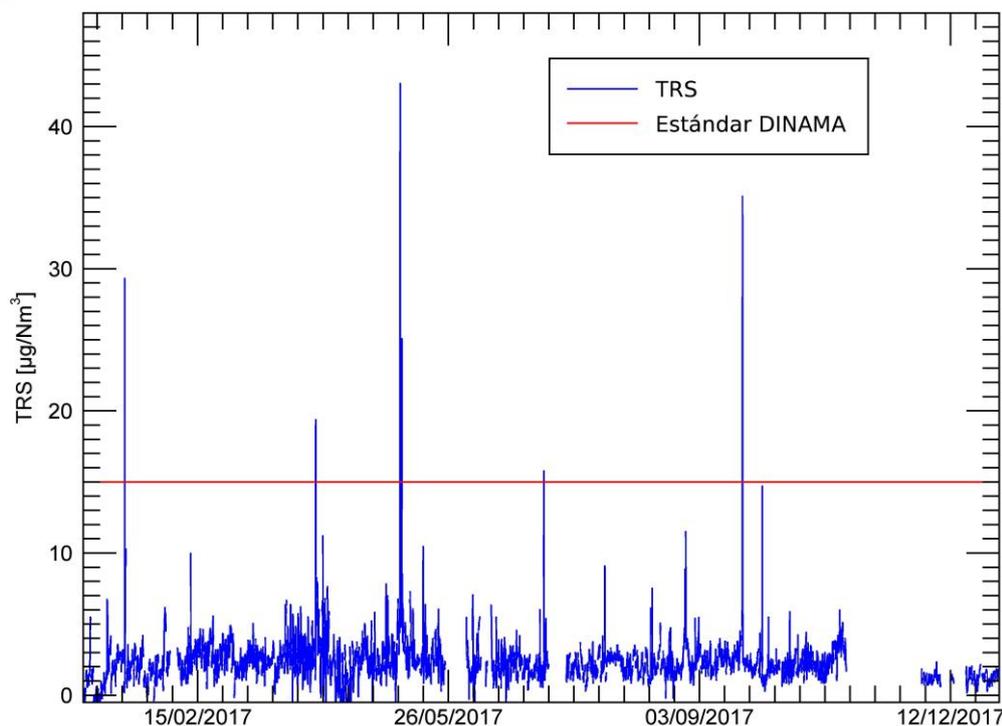


Figura 10: Promedios horarios de TRS en la estación de Las Cañas para el año 2017.

La Figura 11 presenta los promedios horarios de [TRS] expresados como [SO_2], agrupados en intervalos de clase mensuales. Se puede observar que los meses de mayor variabilidad son abril y mayo, pero los valores medios mensuales son similares mes a mes.

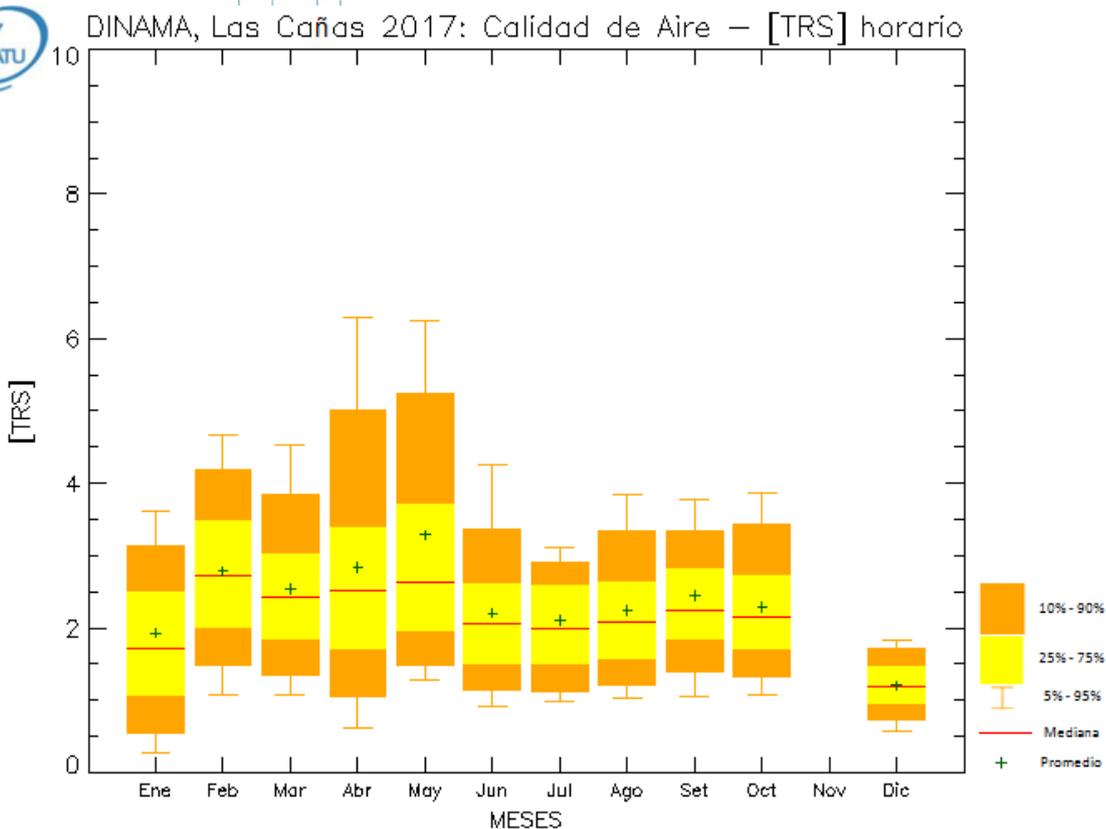


Figura 11: Tendencia de las mediciones de TRS en la estación de Las Cañas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios.

Por último, en la Figura12 se muestra la rosa de contaminación de TRS. Nuevamente se muestra que la dirección predominante del viento es desde el NE y las concentraciones más altas detectadas no están asociadas a una dirección predominante del viento.

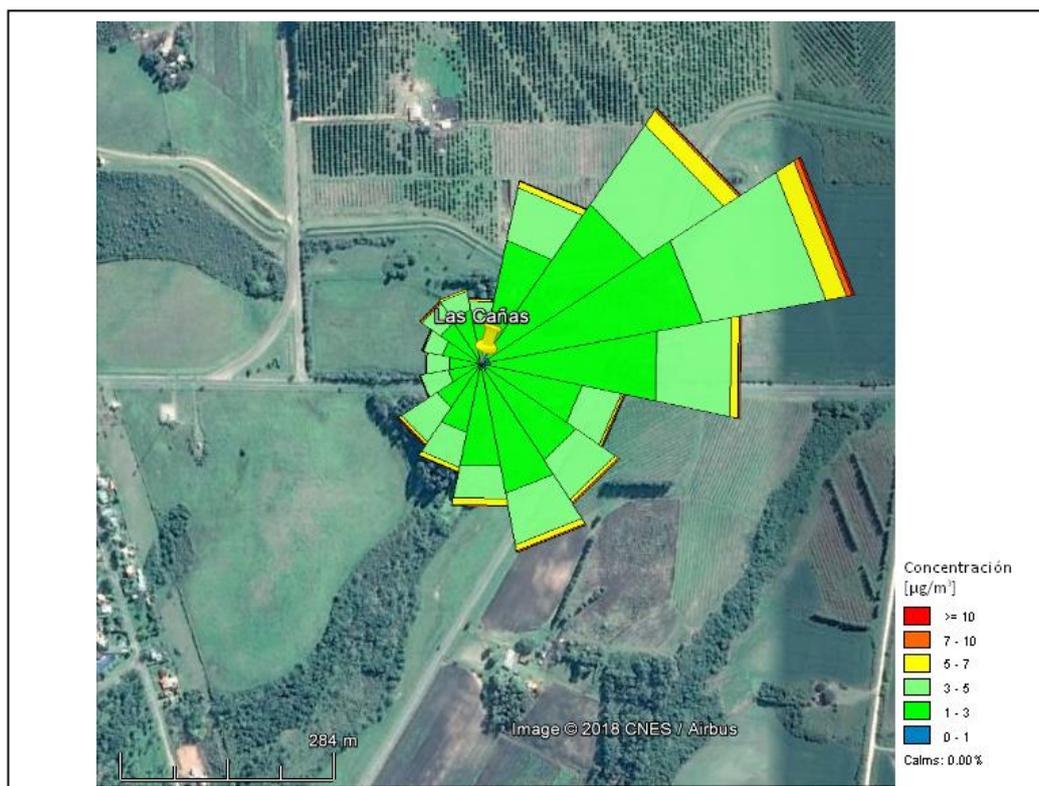


Figura 12: Rosa de contaminación de TRS en la estación de Las Cañas para el año 2017.

Estación de Calidad del Aire de Aceguá

La Figura 13 despliega los promedios diarios de dióxido de azufre en la estación ubicada en Aceguá, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2017. Las mismas a su vez se comparan con los estándares Gesta, [2015]: 125 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ en 24 hrs y 300 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ en promedio horario. Las concentraciones diarias de éste gas se mantuvieron muy por debajo de los límites de DINAMA. El valor máximo se registró el día 3 de mayo de 2017, con 10,9 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, y la media fue de 3,2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

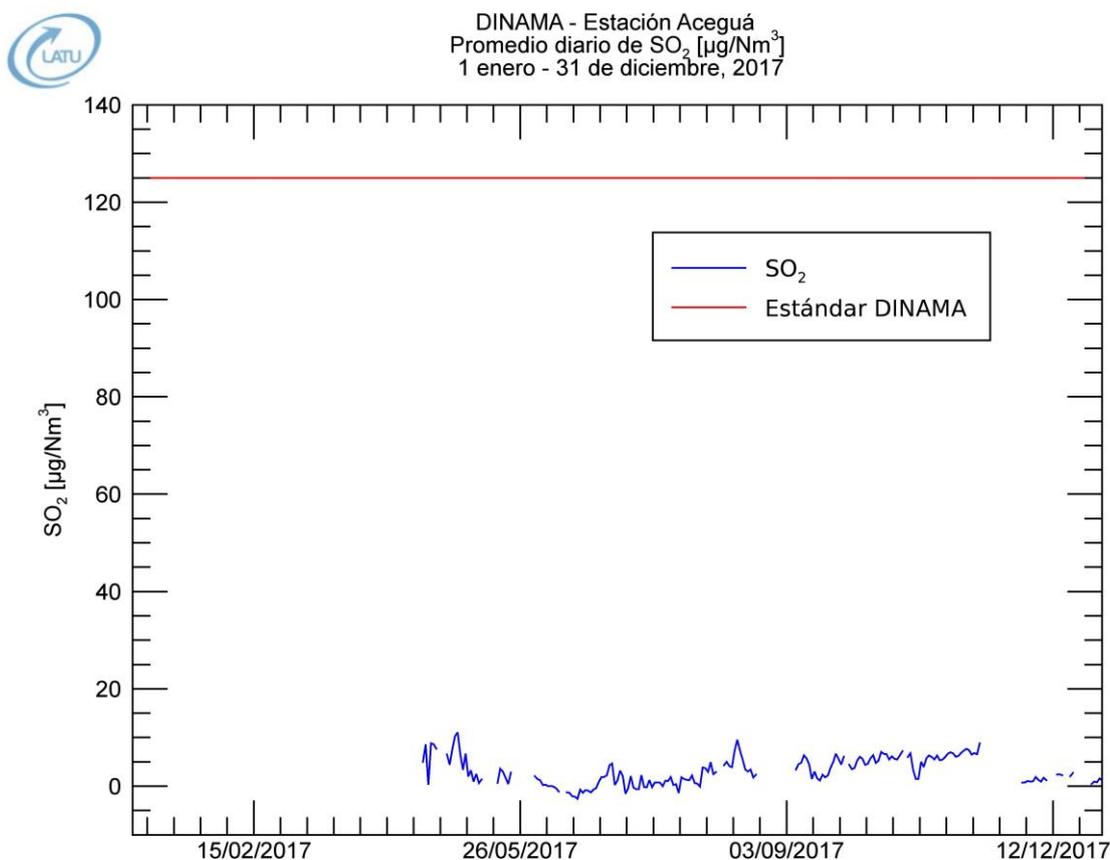


Figura 13: Promedios diarios de SO₂ en la estación Aceguá para el año 2017.

La Figura 14 presenta los valores diarios agrupados mensualmente. Los meses de abril y mayo son los que presentan mayor dispersión en los datos y los valores medios mensuales son variables. De todas formas, en la figura se puede apreciar que las mediciones fueron relativamente bajas con relación al estándar DINAMA.



DINAMA, Acegua 2017: Calidad de Aire – [SO₂] diario

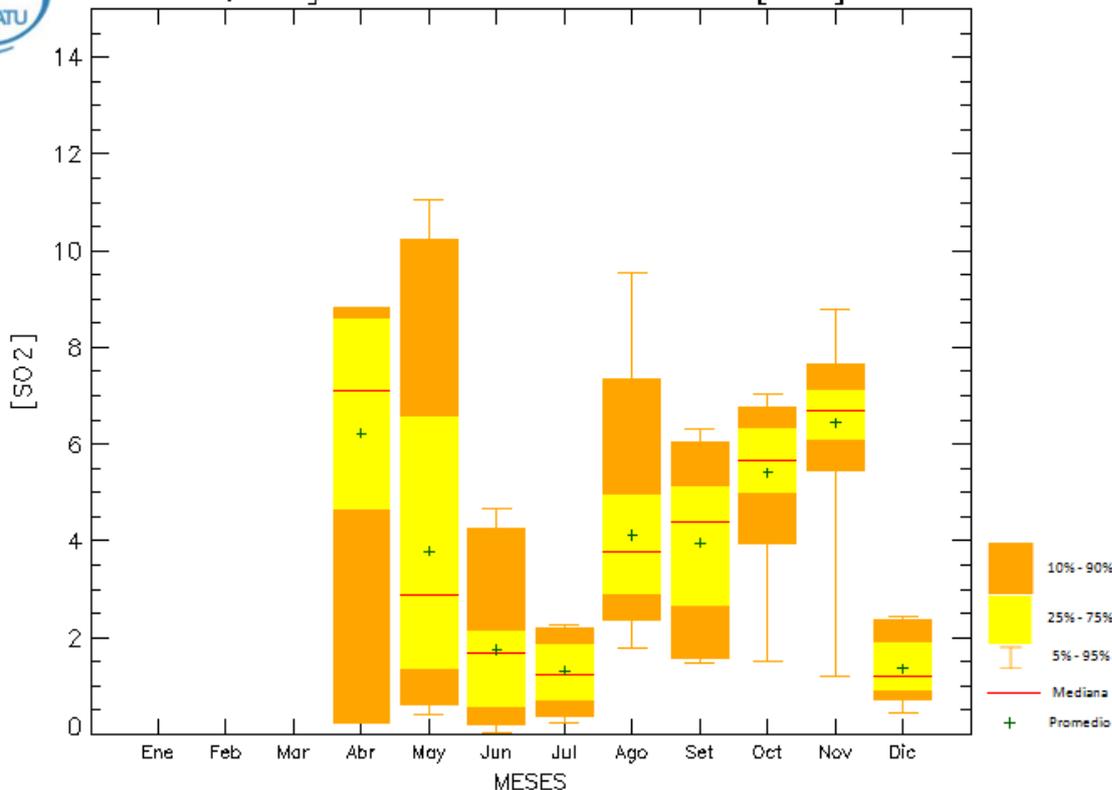


Figura 14: Tendencia de las mediciones de SO₂ en la estación de Aceguá para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La Figura 15 despliega los promedios diarios de material particulado menor a 10µm (PM₁₀) en la estación localizada en Aceguá (Departamento de Cerro Largo) durante el periodo informado. 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 26 de julio con 49,6 µg/Nm³, y la media fue de 16,7 µg/Nm³.

Por otro lado, la Figura 16 exhibe los datos diarios agrupados mensualmente: durante el año 2017, los datos tienen una dispersión estable y julio es el mes que presenta el valor medio más alto.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio diario de PM10 [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

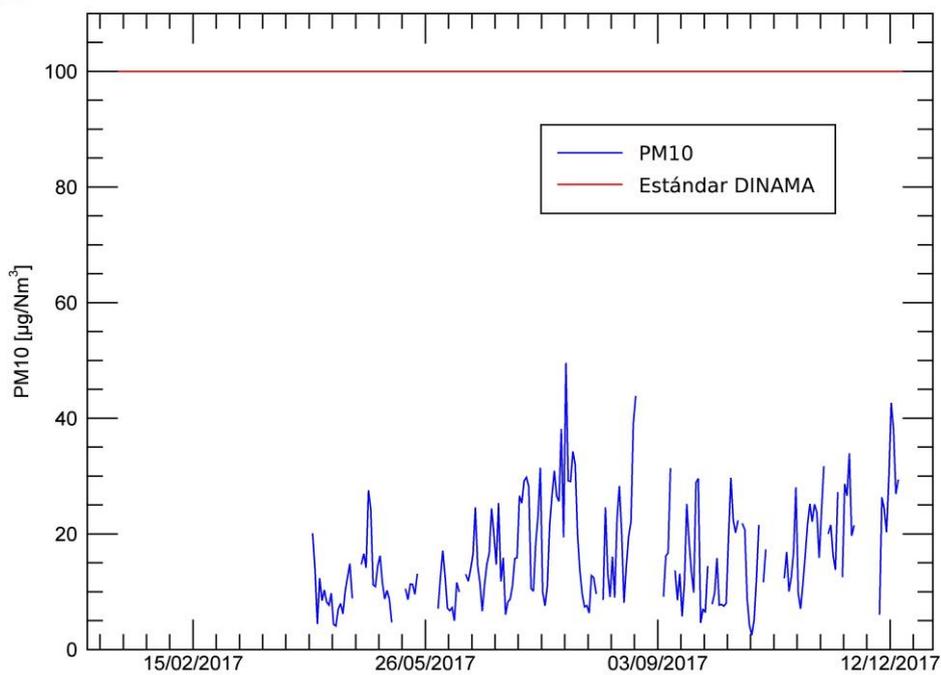


Figura 15: Promedios diarios de material particulado PM₁₀ en la estación Aceguá para el 2017.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY
Informe de Ensayo N°1687320

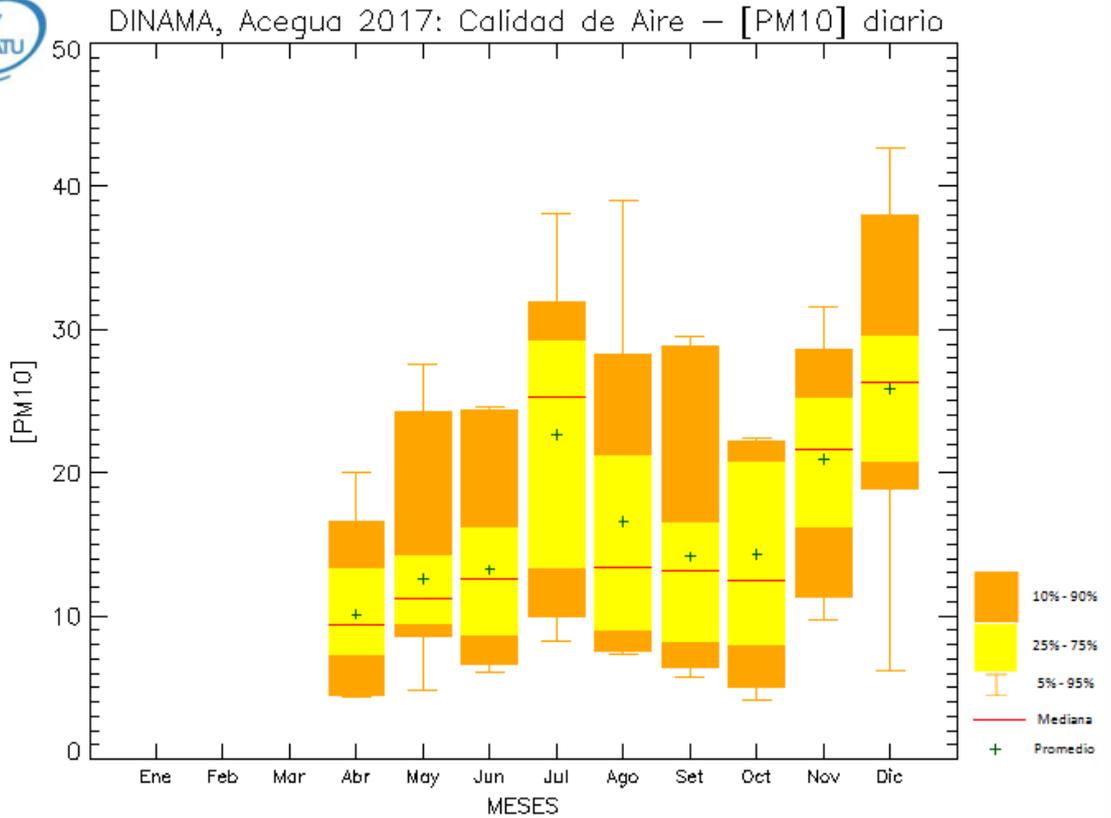


Figura 16: Tendencia de las mediciones de PM₁₀ en la estación de Acegúa para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La Figura 17 exhibe los promedios horarios de NO y NO₂ en la estación ubicada en Acegúa, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2017. 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 de diciembre, 2017

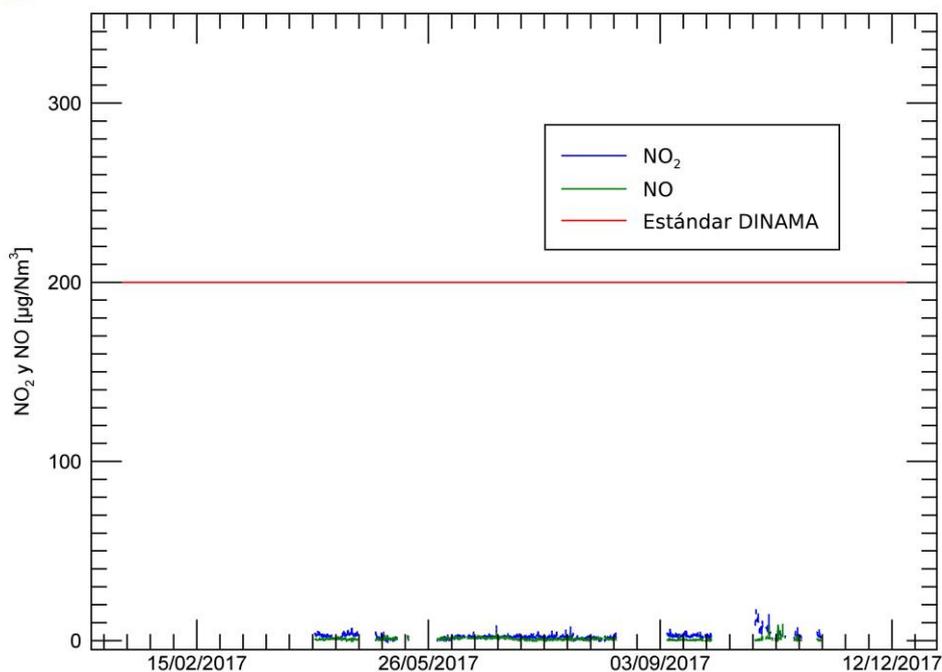


Figura 17: Promedios horarios de NO y NO₂ en la estación de Aceguá para el 2017.

La Figura 18 despliega los promedios horarios de NO_x expresados como NO₂, en la estación ubicada en Aceguá durante el periodo informado. 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 20 de octubre a las 11 hrs con 31,0 µg/Nm³, y la media fue de 5,0 µg/Nm³.

La Figura 19 presenta los datos horarios de NO_x, expresados como NO₂ y agrupados mensualmente. Los mismos se mantienen estables en el transcurso del año, excepto en el mes de octubre en el que muestran una dispersión importante con respecto a los meses restantes.



DINAMA - Estación Aceguá
 Promedio horario de NOx [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 1 enero - 31 de diciembre, 2017 expresado como NO₂

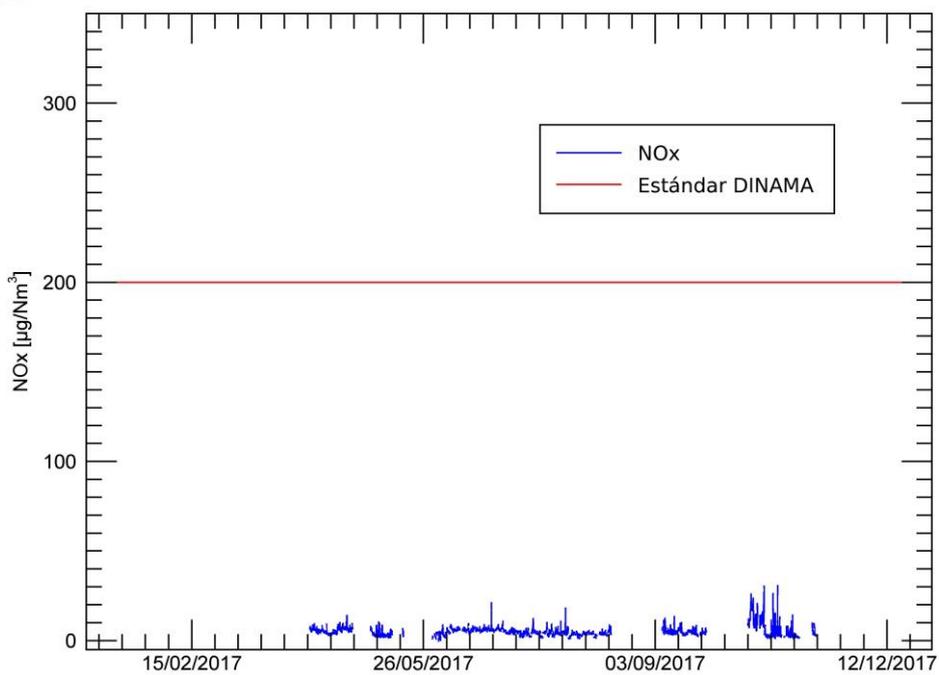


Figura 18: Tendencia de las mediciones de NOx en la estación de Aceguá para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios y se expresan en $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

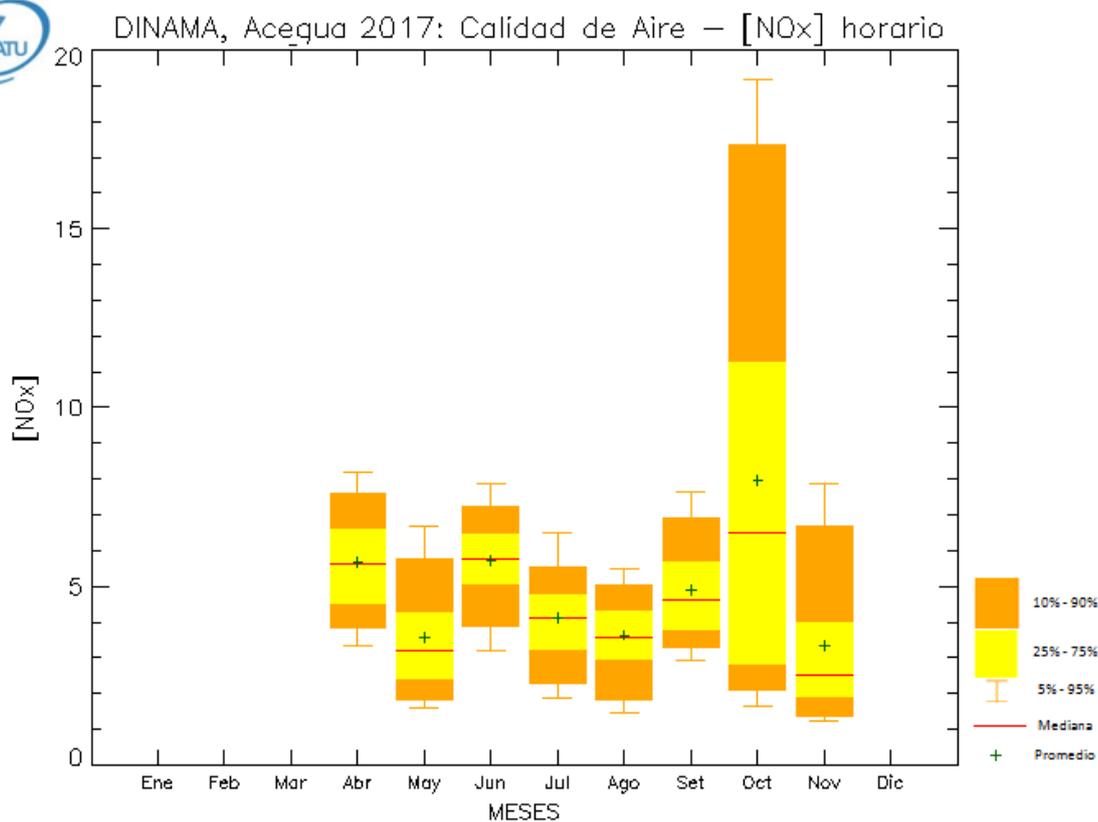


Figura 19: Tendencia de las mediciones de NO_x en la estación de Acegúa para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

Estación de Calidad del Aire de Melo

La Figura 20 ilustra los promedios horarios de NO y NO₂ entre el 1 de enero y el 31 de enero del 2017, 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.



DINAMA - Estación Melo
Promedio horario de NO₂ y NO [µg/Nm³]
1 enero - 31 de enero, 2017

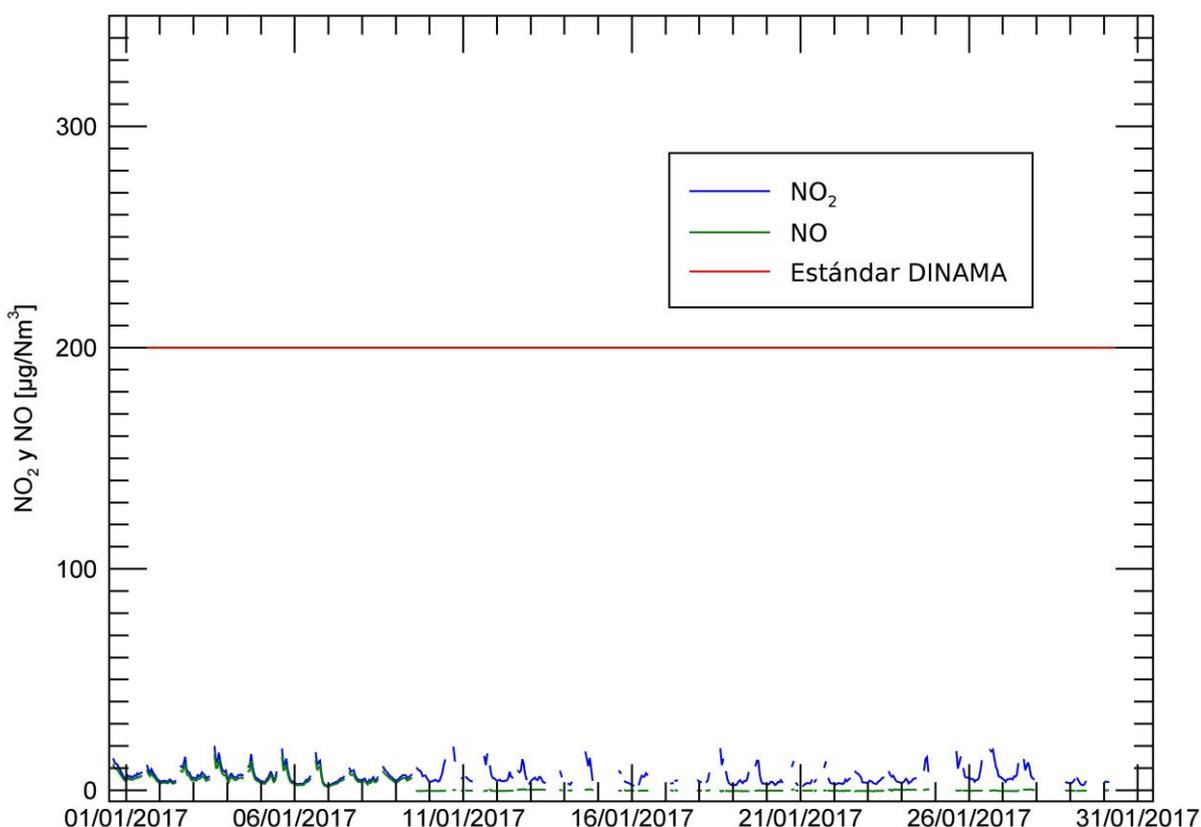


Figura 20: Promedios horarios de NO y NO₂ en la estación de Melo para el mes de enero del 2017.

La Figura 21 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 enero de 2017, 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 11 de enero con 29,6 µg/Nm³ a la hora 05:00 y la media fue de 9,4 µg/Nm³.



DINAMA - Estación Melo
Promedio horario de NOx [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
1 enero - 31 de enero, 2017 expresado como NO₂

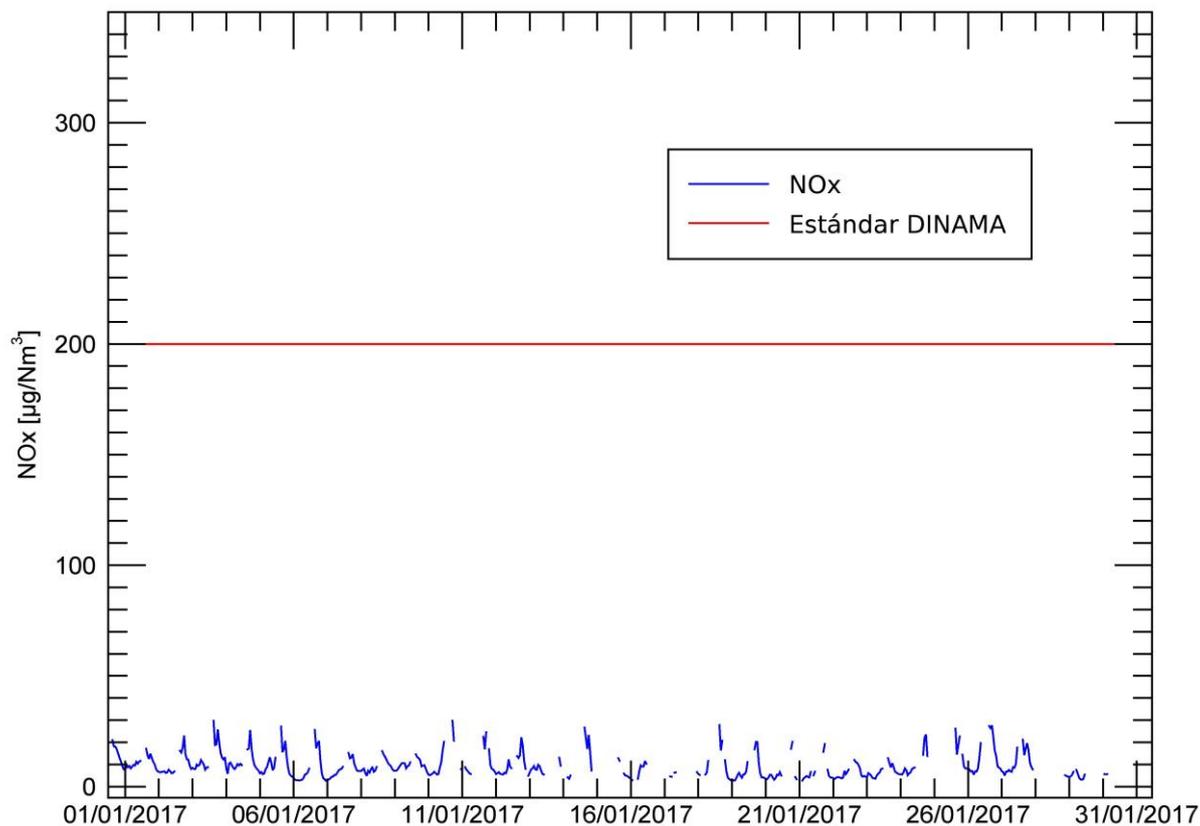


Figura 21: Promedios horarios de NO_x expresados como NO₂ en la estación de Melo para el 2017.

Estación de Calidad del Aire de Barradas

La Figura 22 despliega los promedios diarios de dióxido de azufre en la estación ubicada en Barradas, entre el 2 de octubre y el 31 de diciembre de 2017. Las mismas a su vez se comparan con los estándares Gesta, [2015]: 125 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ en 24 hrs y 300 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ en promedio horario. Las concentraciones diarias de éste gas se mantuvieron muy por debajo de los límites de DINAMA. El valor máximo se registró el día 18 de noviembre de 2017, con 4,3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, y la media fue de 0,3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

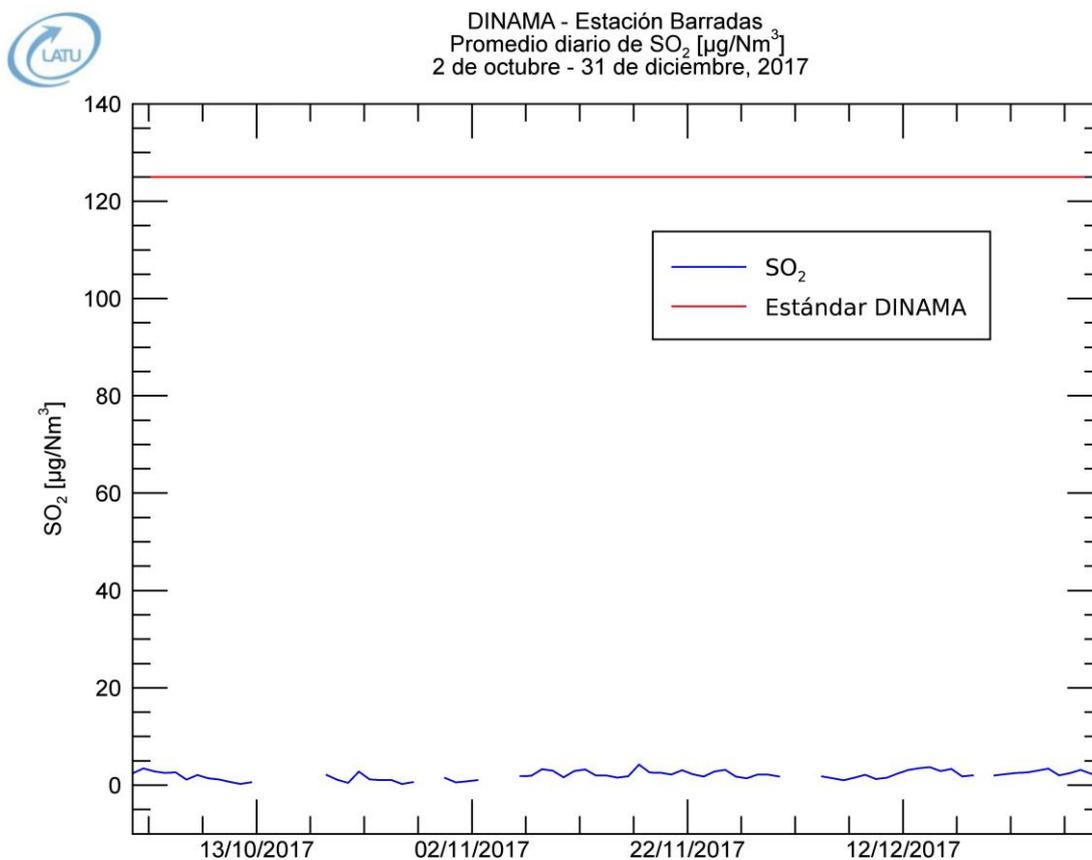


Figura 22: Promedios diarios de SO_2 en la estación Barradas para el año 2017.

La Figura 23 presenta los valores diarios agrupados mensualmente. En la misma se puede apreciar que las mediciones fueron relativamente bajas con relación al estándar DINAMA. El mes de octubre presenta el valor medio más bajo, con respecto a los meses restantes informados, y la dispersión de los datos mes a mes son similares.

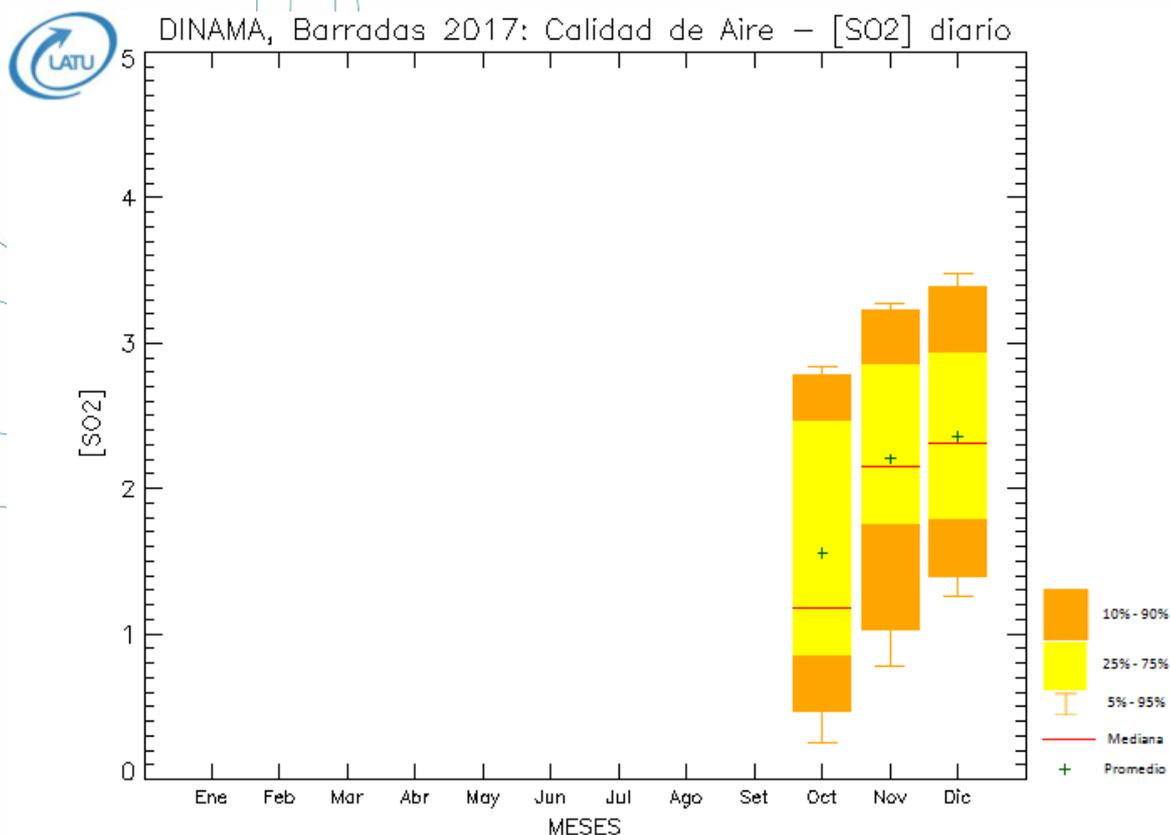


Figura 23: Tendencia de las mediciones de SO₂ en la estación de Barradas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La Figura 24 despliega los promedios diarios de material particulado menor a 2,5µm (PM_{2,5}) en la estación localizada en Barradas (Departamento de Montevideo) entre el 2 de octubre y el 31 de diciembre de 2017. Las mismas se comparan con los estándares Gesta [2015], 35 µg/Nm³ diario y 50 µg/Nm³ anual. El valor máximo se registró el día 14 de diciembre con 18,4 mg/Nm³, y la media fue de 9,8µg/Nm³.



DINAMA - Estación Barradas
 Promedio diario de PM_{2.5} [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 2 de octubre - 31 de diciembre, 2017

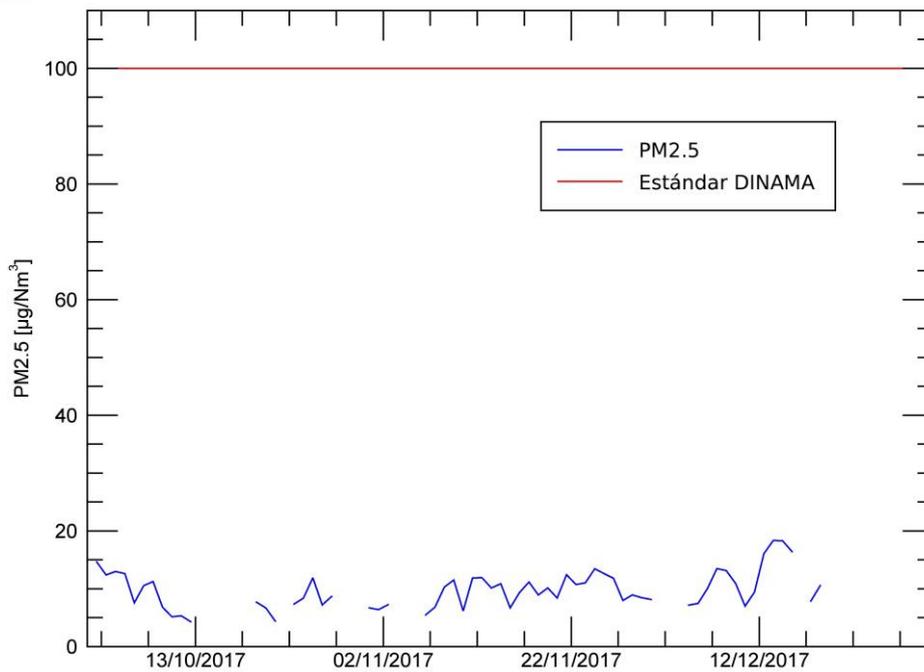


Figura 24: Promedios diarios de material particulado PM_{2.5} en la estación Barradas para el 2017.

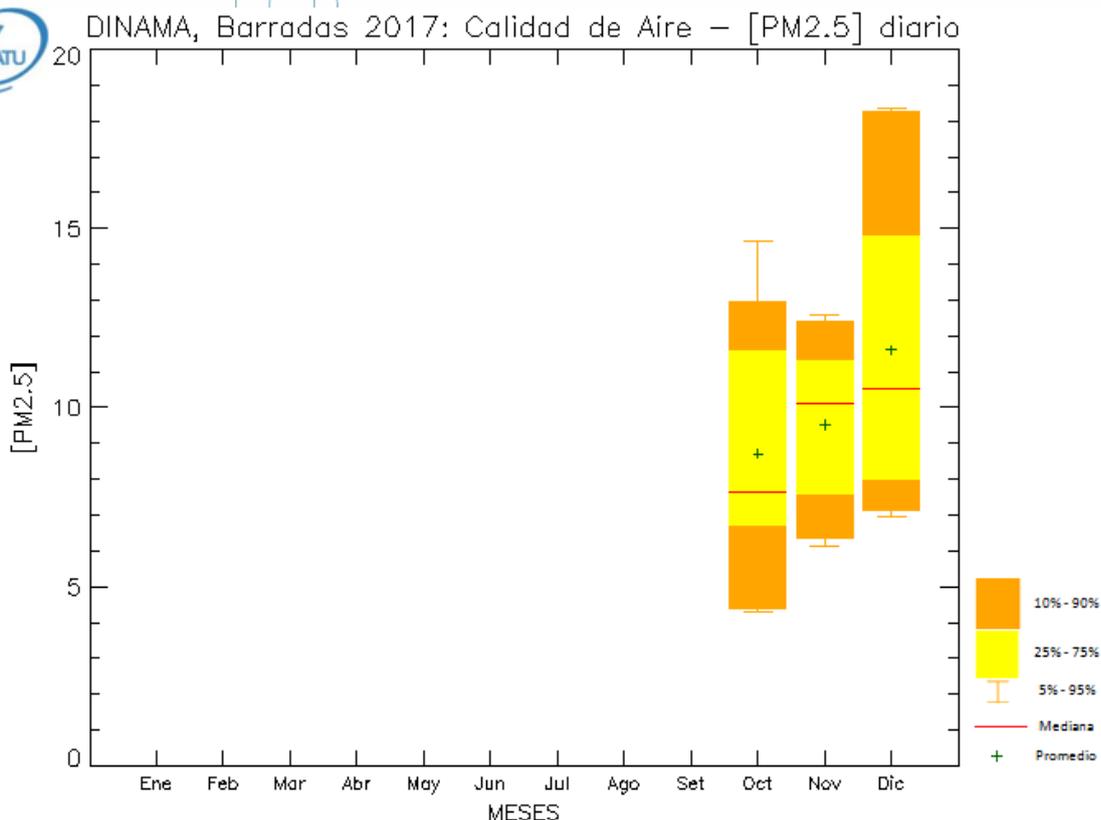


Figura 25: Tendencia de las mediciones de PM_{2,5} en la estación de Barradas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios diarios y se expresan en µg/Nm³.

La Figura 26 exhibe los promedios horarios de NO y NO₂ en la estación ubicada en Barradas, entre el 29 de noviembre y el 31 de diciembre de 2017. Las mismas se comparan con los estándares Gesta, [2015], 200 µg/Nm³ en promedio horario y 40 µg/Nm³ anual.



DINAMA - Estación Barradas
Promedio horario de NO₂ y NO [µg/Nm³]
29 de noviembre - 31 de diciembre, 2017

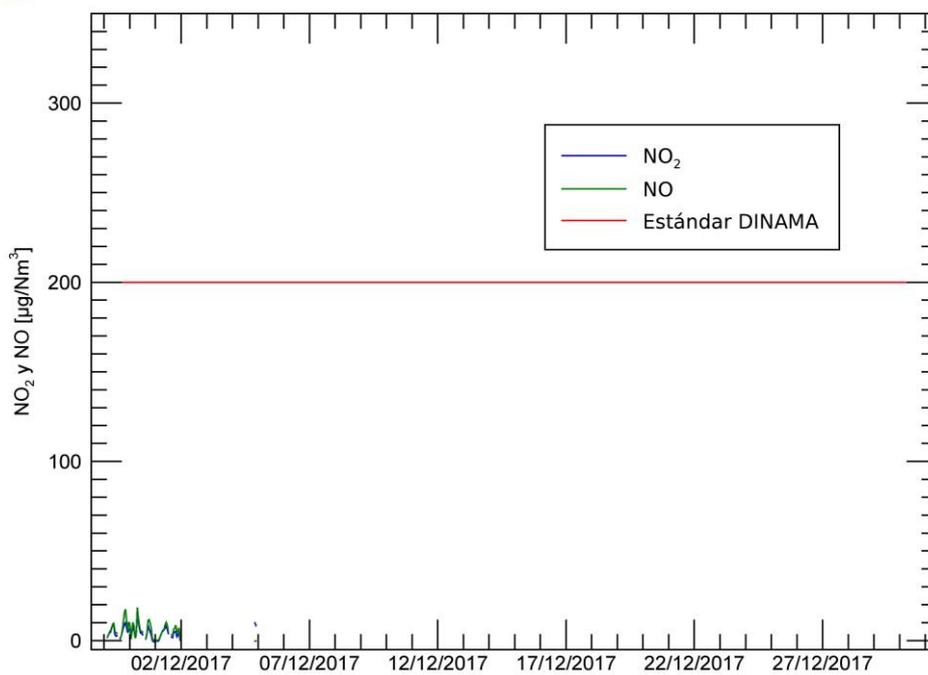


Figura 26: Promedios horarios de NO y NO₂ en la estación de Barradas para el 2017.

La Figura 27 despliega los promedios horarios de NO_x expresados como NO₂, en la estación ubicada en Barradas entre el 29 de octubre y el 31 de diciembre de 2017. 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 30 de noviembre a las 19 hrs con 56,8 µg/Nm³, y la media fue de 17,8 µg/Nm³.

La Figura 28 presenta los datos horarios de NO_x, expresados como NO₂ y agrupados mensualmente. La dispersión de los valores es mayor en noviembre pero debe tenerse en cuenta que porcentaje de datos recaudados en el bimestre noviembre-diciembre es muy pequeña.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320



DINAMA - Estación Barradas
 Promedio horario de NOx [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
 29 de noviembre - 31 de diciembre, 2017 expresado como NO₂

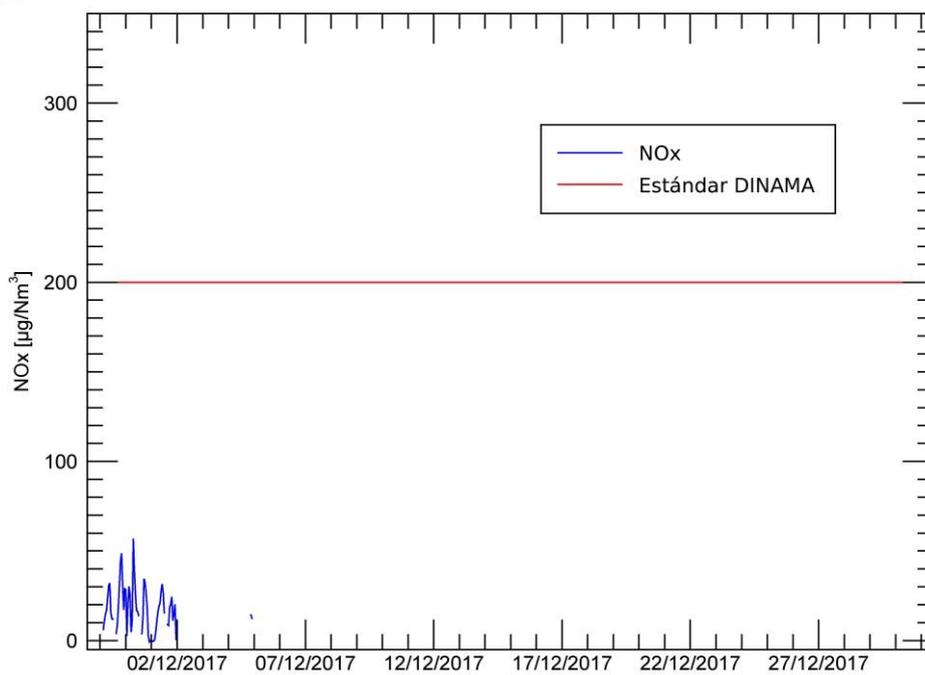


Figura 27: Promedios horarios de NOx en la estación de Barradas para el 2017.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY
Informe de Ensayo N°1687320

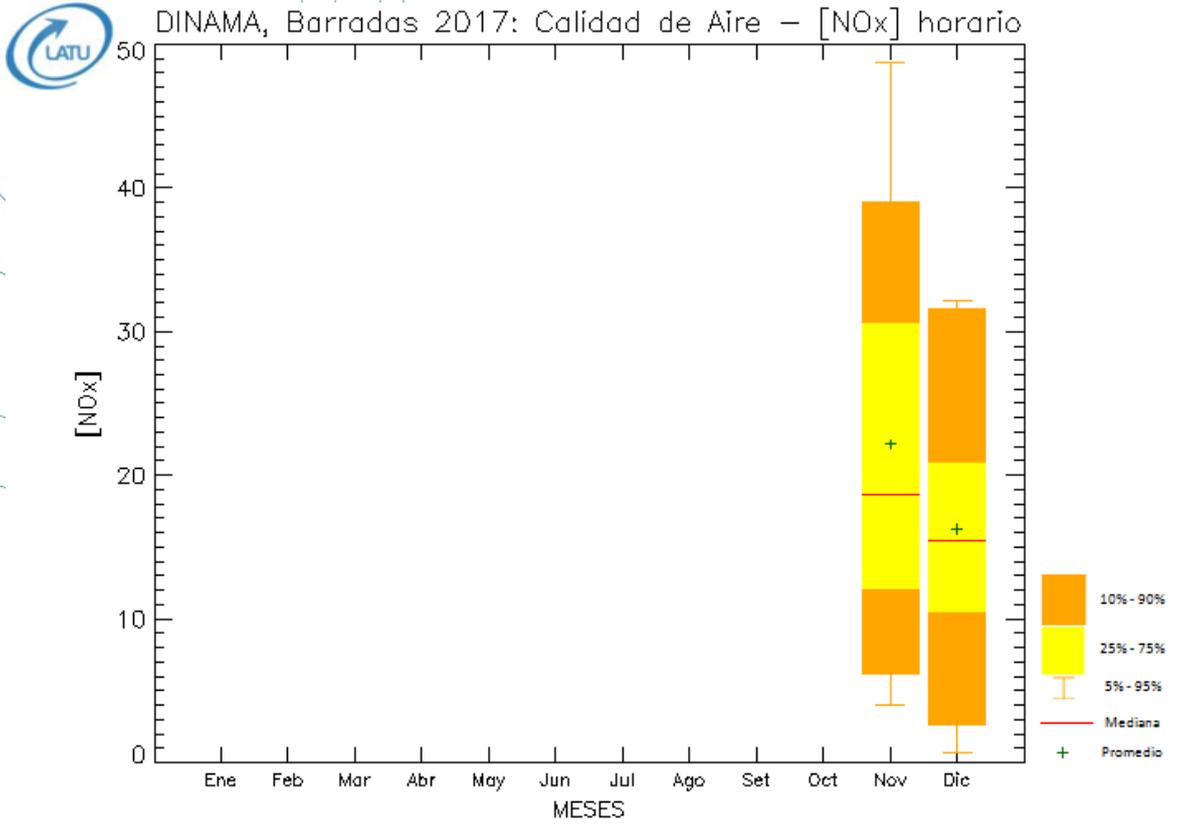


Figura 28: Tendencia de las mediciones de NOx en la estación de Barradas para el año 2017. Los valores por grupo corresponden a promedios horarios y se expresan en µg/Nm³.

CONCLUSIONES

Así como se informara en reportes anteriores, problemas inherentes a la alimentación eléctrica en Aceguá continúan afectando la operación normal de la estación, provocando pérdidas importantes de datos y mal funcionamiento y/o rotura de analizadores de calidad de aire, UPS y servidor de datos. A pesar de los numerosos reclamos realizados a la empresa estatal (UTE), no se ha logrado recibir un servicio que garantice una estabilidad en la diferencia de potencial suministrado.

Se encontró que el porcentaje de recuperación de los datos fue mayor en la estación de Barradas, en donde se han instalado analizadores de calidad de aire nuevos (SO_2 y $\text{PM}_{2,5}$), mientras que el porcentaje de recuperación para analizadores preexistentes, es notoriamente menor (NO_x instalado en Barradas).

De todas formas, se proyecta que el porcentaje de recuperación de datos mejorará notoriamente para los equipos nuevos en el próximo período de informe, ya que se pudieron solucionar dificultades en la configuración de los mismos y se adaptaron al sistema eléctrico instalado para los equipos de modelos anteriores.

En cuanto a las mediciones de calidad de aire en las tres estaciones de la red, todas fueron por debajo de los estándares DINAMA, excepto en Las Cañas, donde se obtuvieron algunos registros de TRS por encima del límite.

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 Semicontinuo	y Fluorescencia UV	3
	1h	300 µg/Nm ³ (*)	Continuo Semicontinuo	y 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 Semicontinuo	y Fluorescencia UV	
PM ₁₀	24h	100 µg/Nm ³ (*)	Continuo	Atenuación de radiación β	5
	Anual	50 µg/Nm ³ (*)	Continuo	Atenuación de radiación β	

(*) 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 de diciembre, 2017

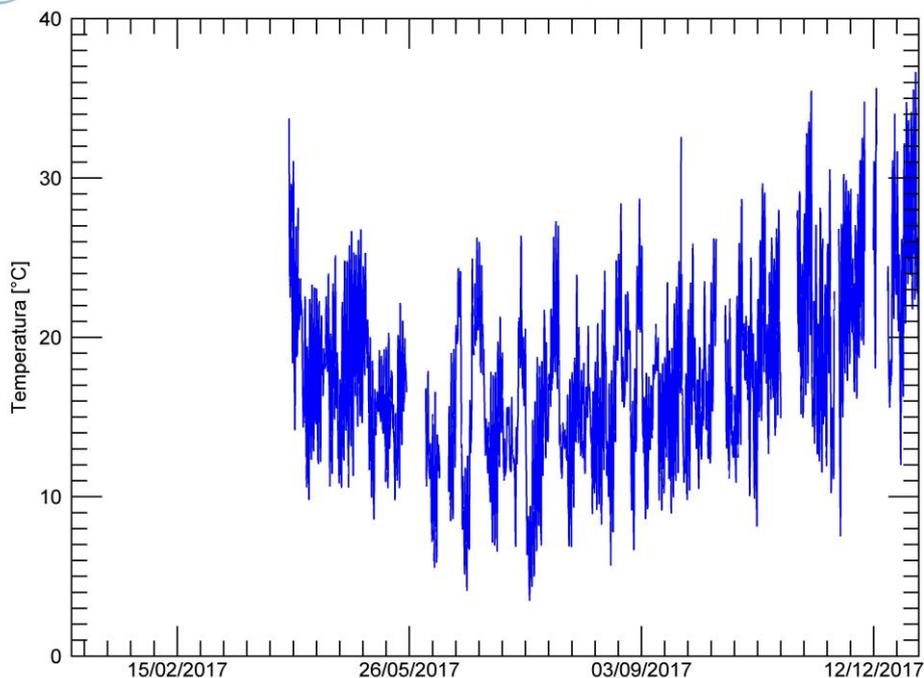


Figura 29: Promedios horarios de temperatura en la estación Las Cañas en el año 2017.

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



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

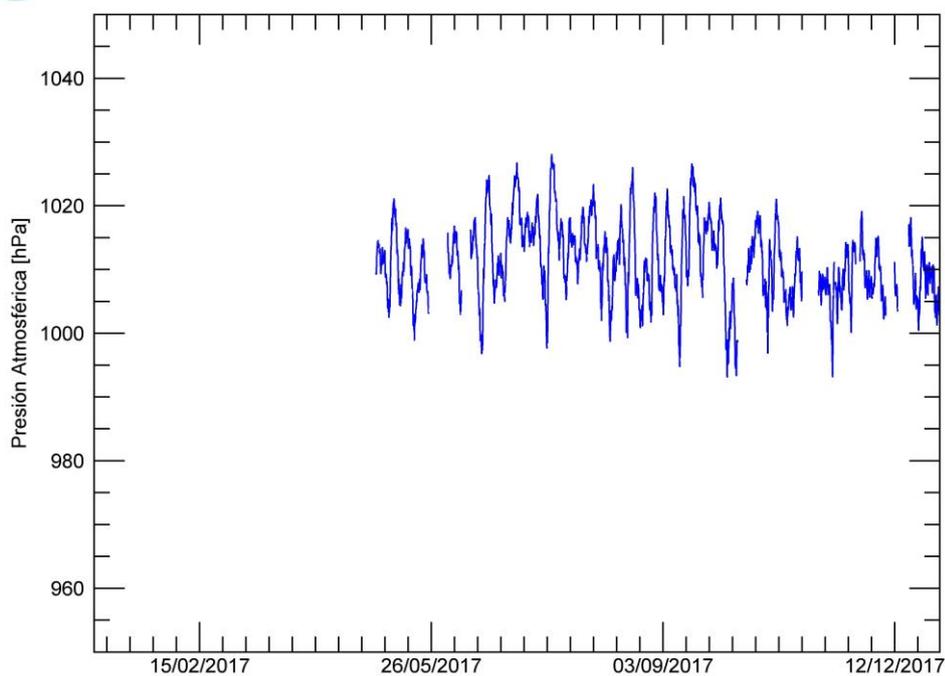


Figura 30: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Las Cañas en el año 2017.

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



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Humedad Relativa [%]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

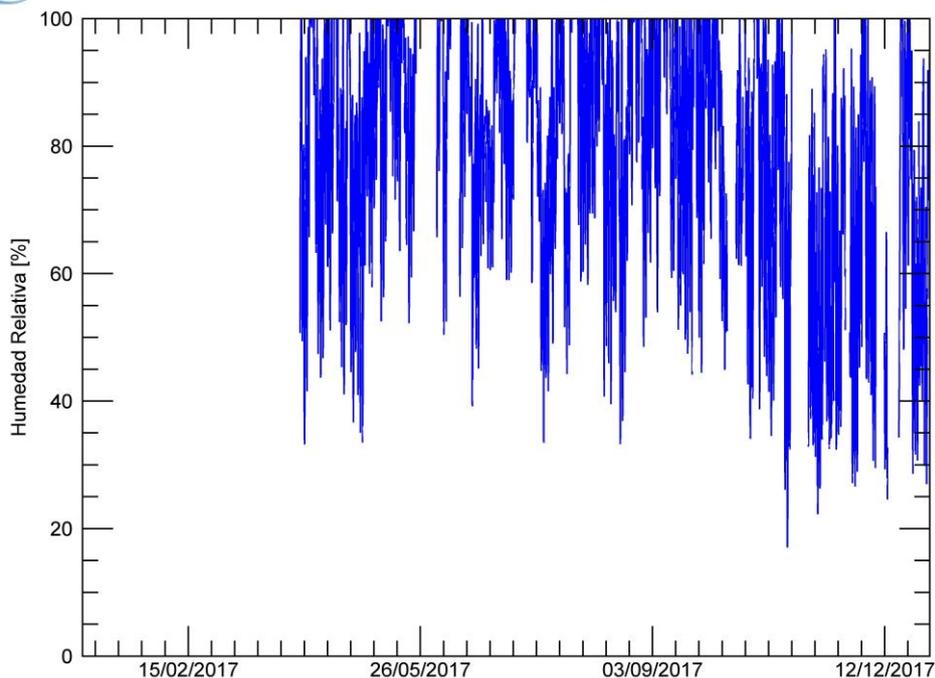


Figura 31: Promedios horarios de humedad relativa en la estación de Las Cañas en el año 2017.

Anexo V: Las Cañas – Promedios horarios de radiación.



DINAMA - Estación Las Cañas
Promedio horario de Radiación [W/m^2]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

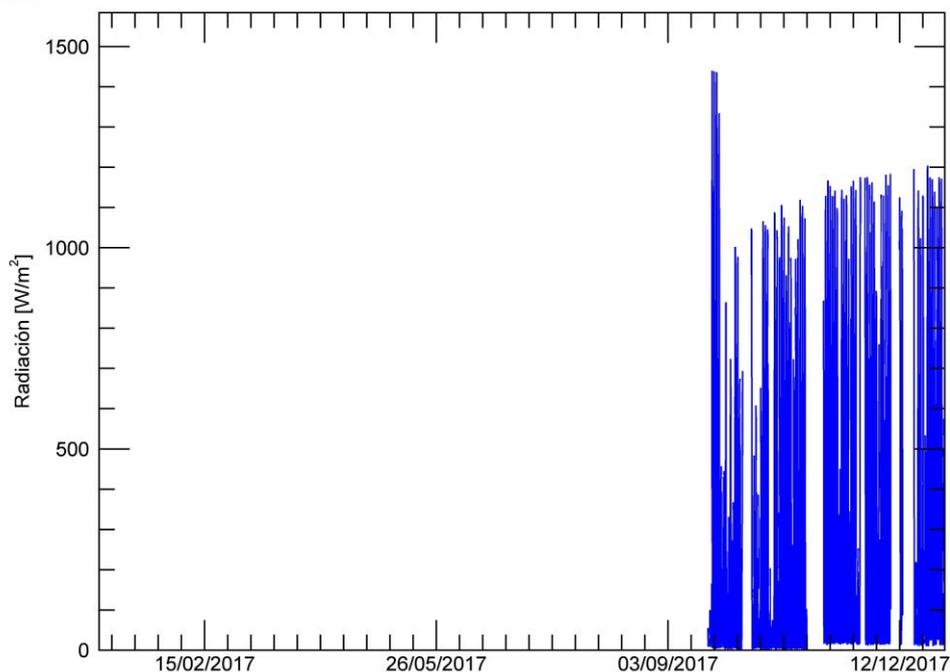


Figura 32: Promedios horarios de radiación en la estación de Las Cañas en el año 2017.

Anexo VI: Las Cañas – Acumulado diarios de precipitaciones.



DINAMA - Estación Las Cañas
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

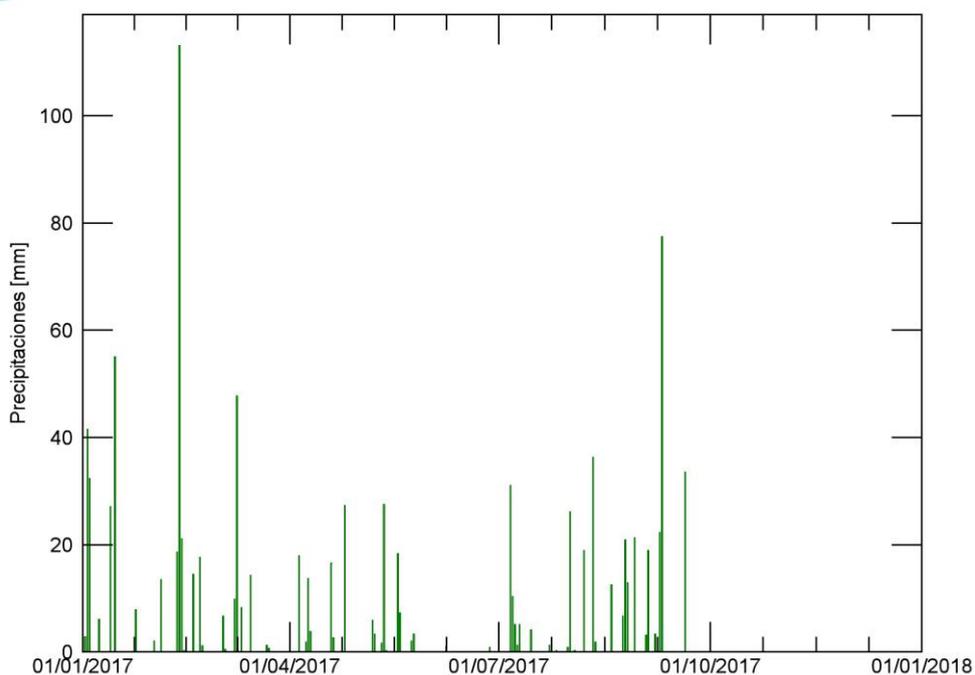


Figura 33: Acumulado diario de precipitación en la estación de Las Cañas en el año 2017.

Anexo VII: Aceguá – Promedios horarios de temperatura.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Temperatura [°C]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

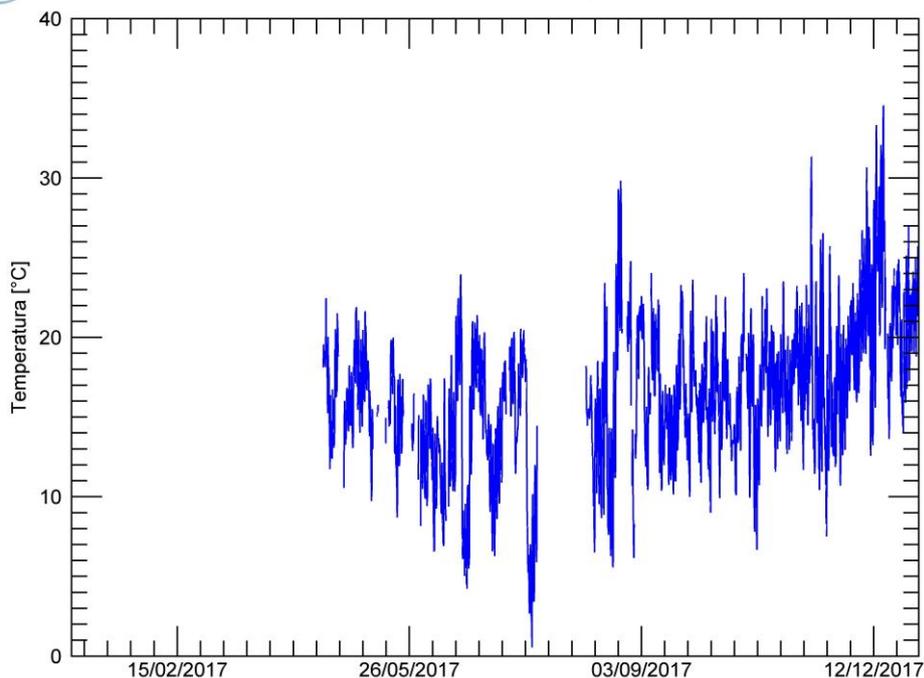


Figura 34: Promedios horarios de temperatura en la estación de Aceguá en el año 2017.

Anexo VIII: Aceguá – Promedios horarios de presión atmosférica.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

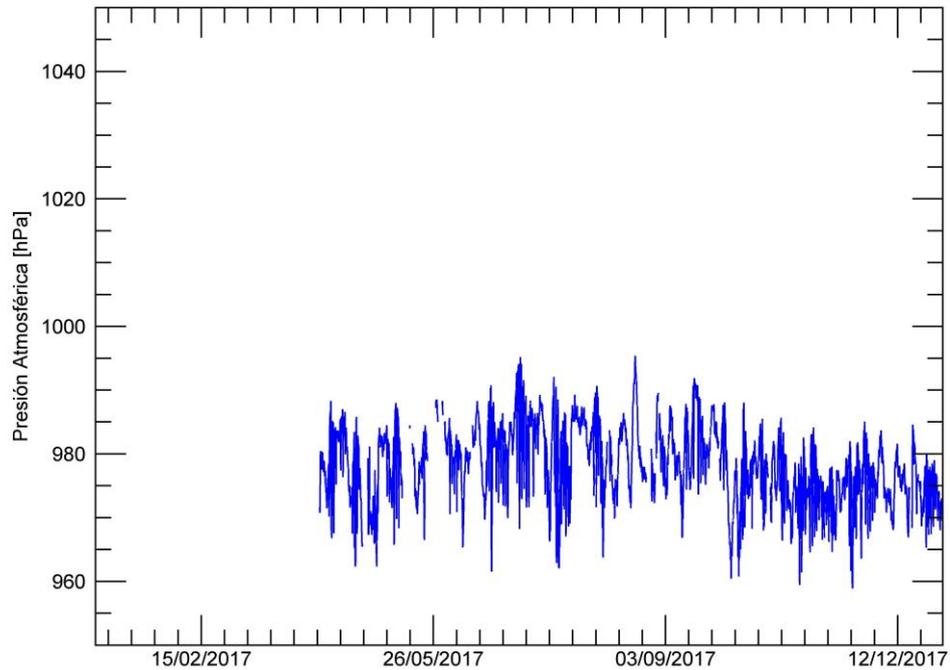


Figura 35: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Aceguá en el año 2017.

Anexo IX: Aceguá – Promedios horarios de humedad relativa.



DINAMA - Estación Aceguá
Promedio horario de Humedad Relativa [%]
1 enero - 31 de diciembre, 2017

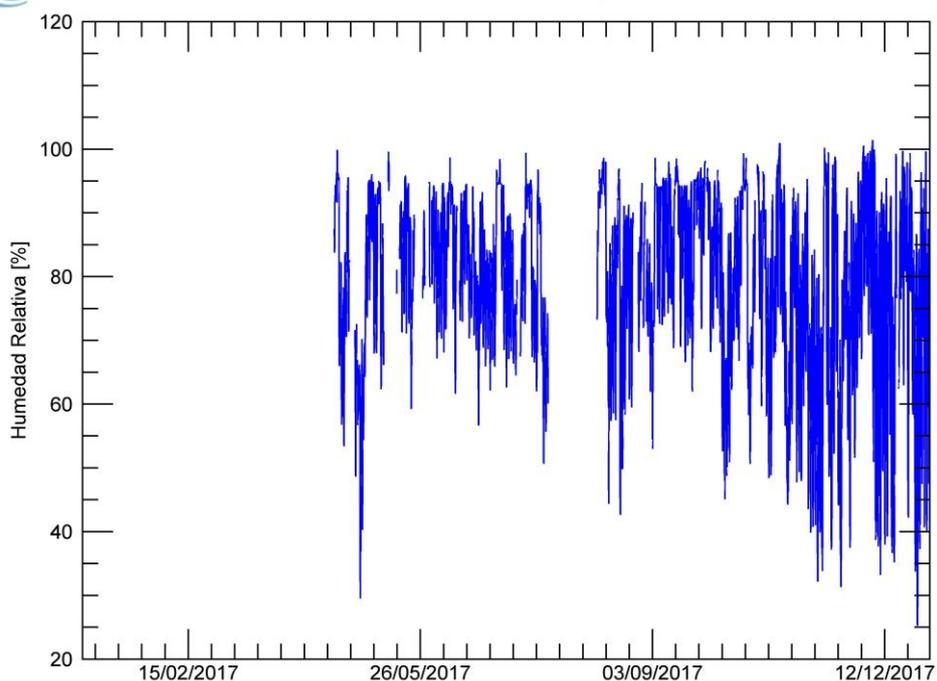


Figura 36: Promedios horarios de humedad relativa en la estación de Aceguá en el año 2017.

Anexo X: Aceguá – Acumulado diarios de precipitaciones.

En este gráfico se muestran los valores de acumulados diarios obtenidos de la estación pluviométrica más cercana geográficamente a la estación de calidad de aire de Aceguá, perteneciente a la red de INUMET. Los datos representan acumulados diarios de precipitaciones, para el período comprendido entre las 7:00 hrs de ese día hasta las 7:00 hrs del día siguiente.



DINAMA - Estación Aceguá
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 de enero - 31 de diciembre, 2017

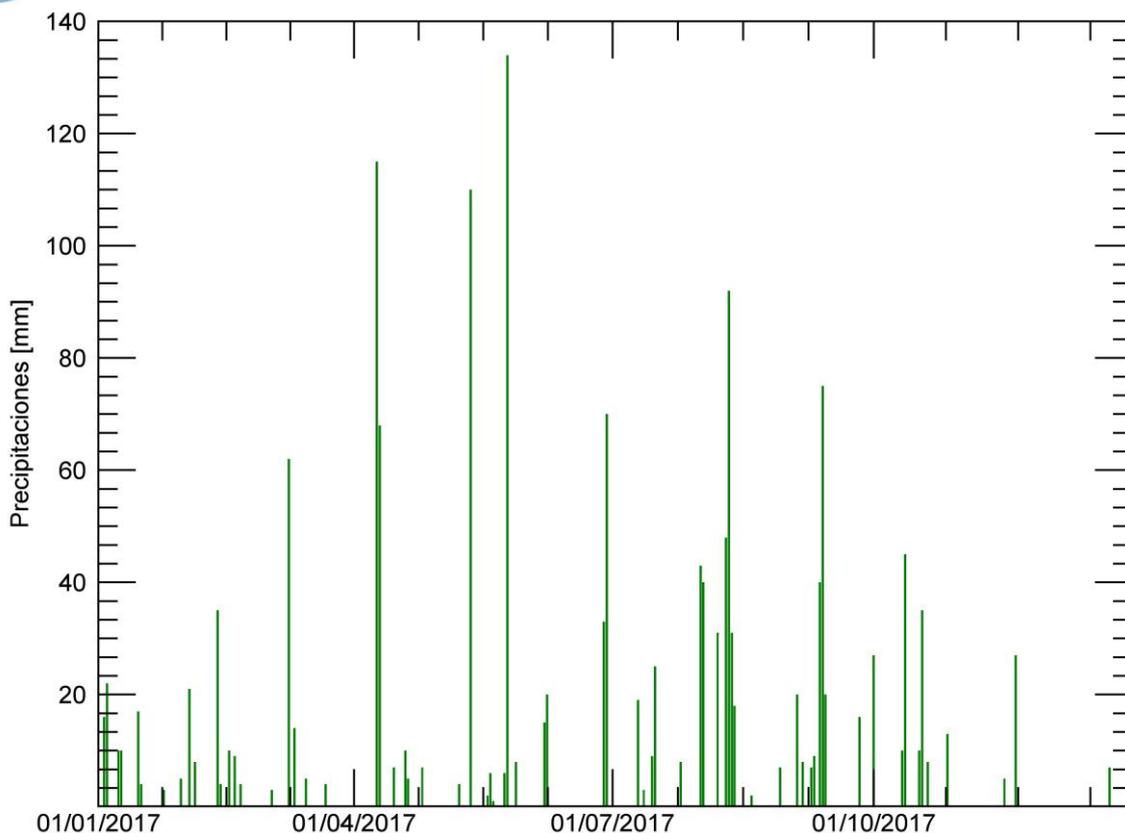


Figura 37: Acumulado diario de precipitación en la zona de la estación Aceguá en el año 2017. Fuente: Red Pluviométrica de INUMET.

Anexo XI: Barradas – Promedios horarios de temperatura.



DINAMA - Estación Barradas
Promedio horario de Temperatura (analizador 5014i) [°C]
2 de octubre - 31 de diciembre, 2017

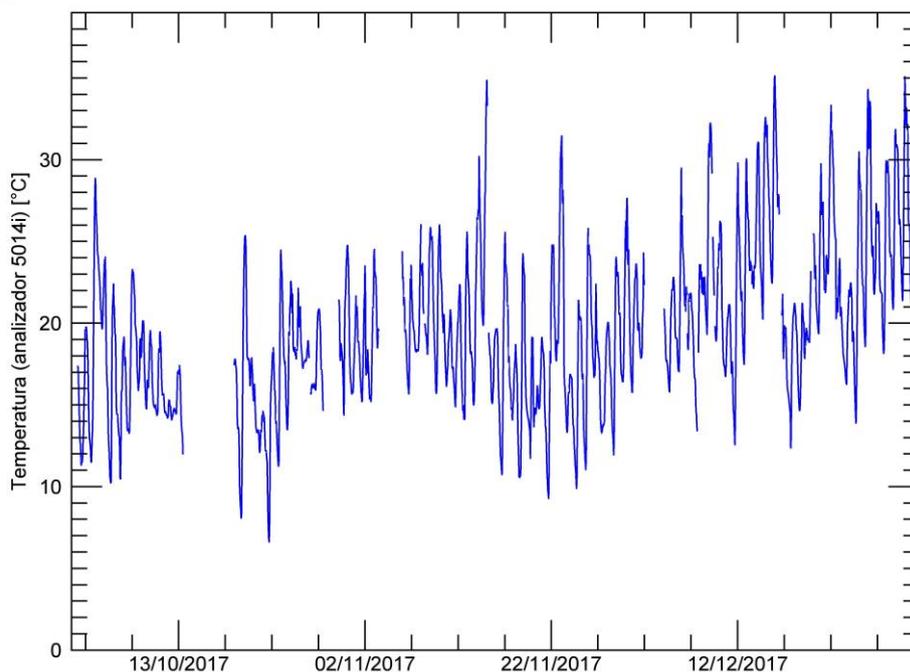


Figura 38: Promedios horarios de temperatura en la estación de Barradas para el año 2017.

Anexo XII: Barradas – Promedios horarios de presión atmosférica.



DINAMA - Estación Barradas
Promedio horario de Presión Atmosférica [hPa]
2 de octubre - 31 de diciembre, 2017

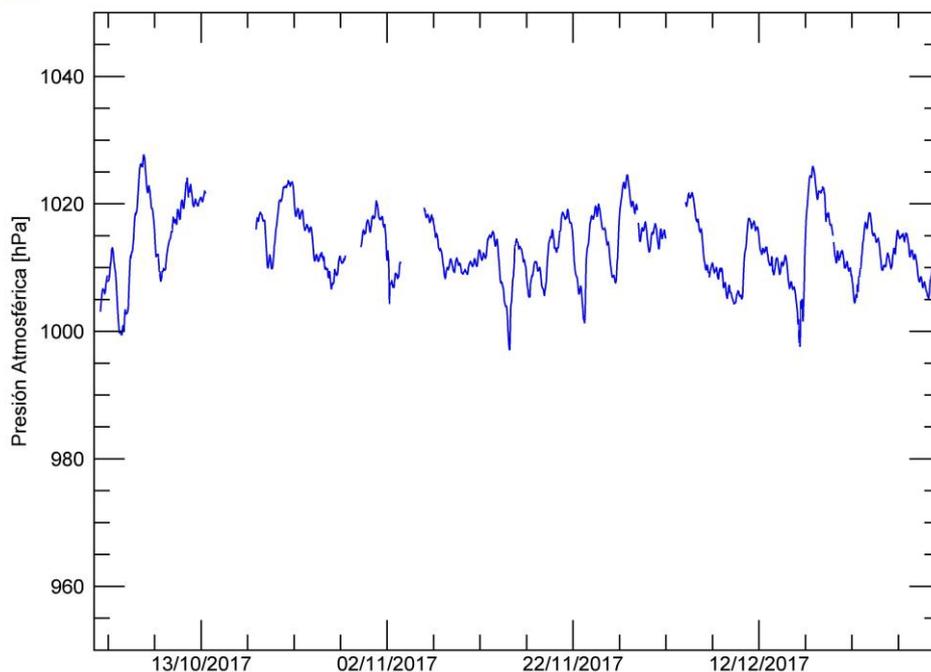


Figura 39: Promedios horarios de presión atmosférica en la estación de Barradas en el año 2017.

Anexo XIII: Barradas – Acumulado diario de precipitación.

En este gráfico se muestran los valores de acumulados diarios obtenidos de la estación pluviométrica más cercana geográficamente a la estación de calidad de aire de Montevideo (Barradas), perteneciente a la red de INUMET. Los datos representan acumulados diarios de precipitaciones, para el período comprendido entre las 7:00 hrs de ese día hasta las 7:00 hrs del día siguiente.



DINAMA - Estación Barradas
Acumulado diario de Precipitaciones [mm]
1 de enero - 31 de diciembre, 2017

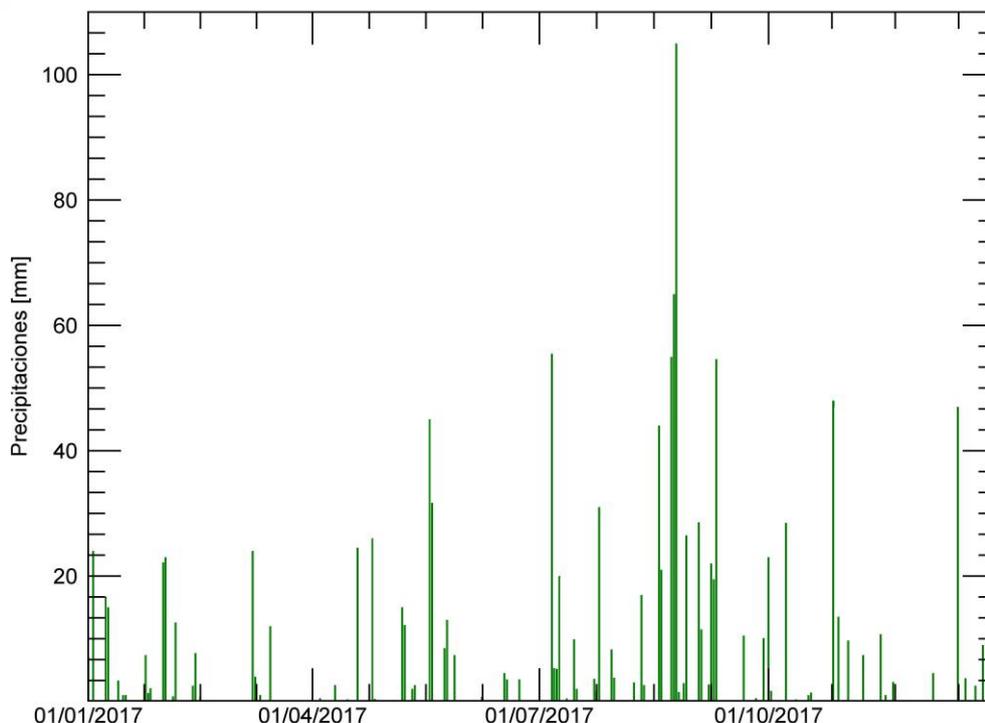


Figura 40: Acumulado diario de precipitación para la región de la estación de Barradas en el año 2017. Fuente: Red Pluviométrica de INUMET.



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Informe de Ensayo N°1687320

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 ocho días del mes de mayo de dos mil dieciocho.

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