

# meteosoros

Servicio Meteorológico Nacional

Segundo Ciclo

BIBLIOTECA  
NACIONAL DE METEOROLOGIA  
Ing. Alfredo G. Galmarini  
N° INV. ....  
CDU. 82/Lxxxiv  
UBK. ....



**1872-2012**

**"140 años aportando al crecimiento de la Nación"**

Ministerio de Defensa  
Secretaría de Planeamiento

**Revista de Meteorología y Geofísica**



[www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)

**Grupo Editorial**

Dra. Monica Marino  
Dra. Paula Etala  
Dra. Maria Alejandra Salles  
Lic. Cynthia Matsudo  
Lic. Luciano Vidal

**Diseño de Tapa**

Public. Emiliano Scrugli

**Asistentes de Diagramación**

Sup. Carlos A. Cerutti  
Public. Emiliano Scrugli

**Fotografía**

Téc. Arnoldo Suter

**Notas y entrevistas**

Mg. Cecilia Draghi

**Colaboran en este número**

Dr. Guillermo Berri  
Téc. Silvia Bordón  
Dra. Estela Collini  
Dra. Yanina Garcia Skabar  
Lic. Maria Eugenia Guichandut  
Téc. Jorge O. Leguizamón  
Lic. Liliana Nuñez  
Lic. Miguel Angel Rebolledo

El Grupo Editorial se reserva el derecho de aceptar originales y el de darles orden de publicación.

ISSN en trámite



## PRÓLOGO

Es un honor para mí estar presente mediante estas breves palabras en el relanzamiento de la Revista "Meteoros", coincidente con el 140° aniversario de nuestro valorado Servicio Meteorológico Nacional, organismo de trascendente importancia pasada, presente y sobre todo futura para la Argentina.

Este histórico acontecimiento nos encuentra trabajando juntos, Servicio y Ministerio, con una densidad inédita de proyectos y perspectivas pensadas para fortalecer sus capacidades operativas y de gestión, en el marco de una estrategia integral de jerarquización de sus prestaciones y posicionamiento regional y mundial como organismo referente en el campo.

Todas las dependencias y organismos nacionales vinculados con la tarea del Servicio están representados y participan activamente en este proceso de planeamiento estratégico que culminará, en breve, con la confección del primer Plan de Capacidades de la institución para el mediano y largo plazo.

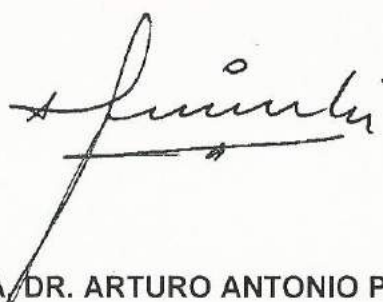
Sensores radar de última tecnología construidos en el país para cubrir todo el territorio nacional, una nueva sede central con instalaciones y equipamiento moderno, una estructura orgánica actualizada y acorde a los nuevos desafíos de la institución y un régimen de personal con optimizados estándares de promoción y formación son sólo algunos de los ejes de reforma que se avizoran como prioritarios en ese esquema de planeamiento y que, en muchos casos, ya tiene hoy principio de ejecución.

Quiero destacar en este contexto la importancia del recientemente constituido Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), proyecto del cual el Servicio es uno de los principales organismos impulsores y responsables de su instrumentación, dado su valor estratégico como herramienta sistémica para la descripción del estado del tiempo, la generación de pronósticos a corto y mediano plazo y la previsión de contingencias ambientales en todo el territorio nacional.

Por otra parte, el SINARAME es un ejemplo de articulación interinstitucional que también merece ser ponderado, participando del mismo cinco ministerios y más de diez organismos provinciales y nacionales, tales como Recursos Hídricos, el Instituto Nacional del Agua, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Servicio de Hidrografía Naval, INVAP S.E. y diversas universidades nacionales, entre otros.

La decisión del entonces Presidente Néstor Kirchner de devolver el Servicio a manos civiles en 2006 luego de 40 años de dependencia castrense, y la constitución del referenciado SINARAME por la Presidenta Cristina Fernández en 2011, son claros ejemplos de la importancia asignada por este gobierno al Servicio Meteorológico Nacional, criterio y voluntad con la que seguiremos trabajando día a día para cumplir con los objetivos trazados.

Mis saludos y mejores deseos para todos los trabajadores y trabajadoras del Servicio Meteorológico Nacional en su día.



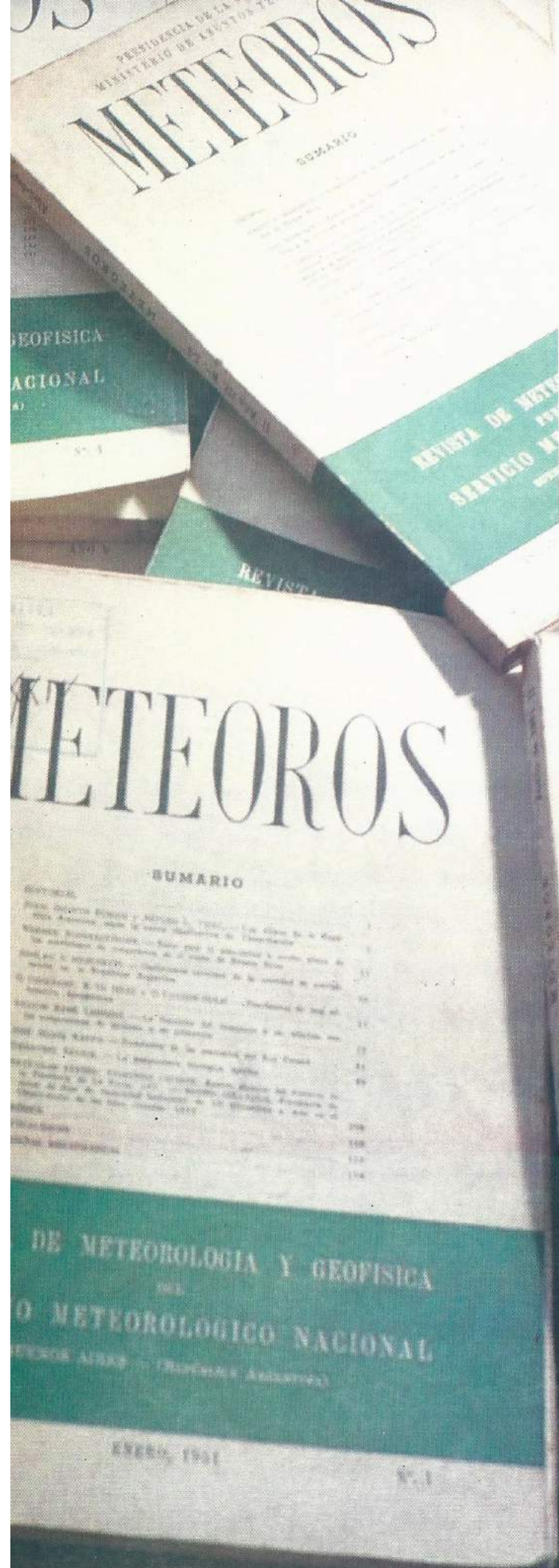
SEÑOR MINISTRO DE DEFENSA, DR. ARTURO ANTONIO PURICELLI





# ÍNDICE

- 2 Carta del Director
  
- 6 140 años de Meteorología en Argentina
  
- 14 Biblioteca Nacional de Meteorología  
"Ingeniero A. Galmarini"
  
- 18 Precursores en medición geomagnética
  
- 22 La agrometeorología y el SMN
  
- 26 Las cenizas volcánicas y su impacto  
en la aviación
  
- 30 Centro Meteorológico Nacional
  
- 36 A la hora de declarar alerta meteorológico
  
- 40 ¿Cómo lograr un pronóstico más preciso  
en las tormentas?
  
- 46 La atmósfera, vigilada por expertos
  
- 50 Algunas aplicaciones de un modelo de  
pronóstico regional en el SMN
  
- 56 El Programa de Vigilancia Ambiental  
del Río Uruguay
  
- 60 Midiendo ozono en la Antártida





LA EXPRESION PERSONAL DEL EXMO.  
SEÑOR PRESIDENTE DE LA NACION



Juan Perón

A "Meteoro", con mi más cá-  
lido auspicio en esta hora de la  
vida nacional que abre extraordina-  
rias perspectivas para el futuro  
de las investigaciones científicas y de  
memoria muy particular en el campo  
de la meteorología y la geofísica. -

Buenos Aires, 14 marzo 1952

Humberto





Dr. Héctor Horacio Ciappesoni

## Carta del Director

De acuerdo con la información disponible, es posible admitir que el origen de la actividad meteorológica oficial en la República Argentina guarda estrecha relación con el informe fechado 15 de mayo de 1872, que el Dr. Benjamín Apthorp Gould, Director del Observatorio Astronómico Nacional de la ciudad de Córdoba fundado en 1871, enviara al Señor Ministro de Instrucción Pública, Dr. Nicolás Avellaneda. En él incluía una serie de consideraciones relacionadas con la necesidad de iniciar la realización de observaciones meteorológicas en diversos puntos del país, manifestando que además de un indiscutible interés científico, ellas serían de gran importancia para el conocimiento del clima de la República y para una mejor dirección económica de las actividades agropecuarias.

Haciéndose eco de esta sugerencia del Dr. Gould, el 18 de agosto de 1872, el Presidente de la Nación, D. Domingo F. Sarmiento, envió al Honorable Congreso de la Nación, el correspondiente proyecto de ley de Creación de una Oficina Meteorológica.

El 4 de Octubre de 1872, el Congreso sancionó la Ley N° 559, por la cual se creaba la Oficina Meteorológica Argentina, predecesora del que es hoy el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Esta Oficina, fue después de la de Hungría y de la de Estados Unidos de América, la tercera de esa índole que se creara en el orden mundial.

Con ello, ha quedado evidenciada la muy temprana preocupación de nuestros gobernantes, en especial del Presidente Sarmiento, por el desarrollo de esta ciencia en la República Argentina.

Respecto de la evolución experimentada por la Meteorología a través del tiempo, es posible admitir que en cierta medida, nos encontramos aún en las postrimerías de una de las mas excitantes etapas de toda su historia, esto es la "era cuantitativa" que se iniciara en los siglos decimosexto y decimoséptimo con la invención del barómetro y del termómetro, la sustitución de las mediciones discretas por observaciones sinópticas, propias de los siglos decimonoeno y vigésimo y también con la del reconocimiento de que la atmósfera no es sólo el medio básico en que vive el hombre, sino uno de nuestros mas grandes e importantes recursos naturales.

Los problemas científicos de la atmósfera, han despertado la curiosidad y el interés de la comunidad científica mundial, y por otra parte, son cada vez más alentadoras las posibilidades de aplicar nuestros crecientes conocimientos sobre su comportamiento de la atmósfera a las múltiples actividades humanas sobre las cuales ejercen su influencia las distintas variables meteorológicas.



Las conquistas científicas del campo de la meteorología, no están exentas de problemas concomitantes. Uno de ellos, tal vez el más singular, es el que presenta el grado de comprensión de la naturaleza de esta ciencia, por parte del público al que ella debe servir.

En enero de 1951, la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, por entonces Organismo dependiente del Ministerio de Asuntos Técnicos de la Nación, inició la publicación de "Meteoros, Revista Trimestral de Meteorología y Geofísica", que nació con el carácter de "Órgano de expresión de las actividades científicas y técnicas del Servicio Meteorológico Nacional". Esta publicación se mantuvo hasta 1955, año a partir del cual quedó interrumpida.

Durante ese período, y a través de los distintos trabajos publicados sobre temas tales como meteorología general y sinóptica, climatología, hidrometeorología, agrometeorología, geomagnetismo, sismología, geofísica, biometeorología y también "crónicas varias e informes sobre actualidad, resúmenes bibliográficos, y temas de divulgación", tuvo muy buena aceptación no sólo entre los profesionales de distintas disciplinas, sino también en el ámbito de otras instituciones científicas y técnicas, centros de estudio e investigación, distintos órganos de la producción industrial, agropecuaria, de generación de energía y prestadoras de servicios públicos, cuyo normal desarrollo esta íntimamente ligado a las condiciones meteorológicas.

En concordancia con lo expuesto precedentemente, en mi carácter de Director del Servicio Meteorológico Nacional, organismo actualmente empeñado en el desarrollo de una nueva etapa de acrecentamiento de sus actividades de carácter científico, técnico y de prestación de servicios, he decidido dar nueva vida y restablecer la continuidad de "Meteoros" (segundo ciclo) cuya publicación fuera interrumpida hace algo más de medio siglo, debido a un cambio en la política del País de difícil fundamentación.

En consecuencia, esta revista después de 67 años vuelve a ser el "Órgano de expresión de las actividades científicas y técnicas del Servicio Meteorológico Nacional" tal como se expresara en su primera edición del año 1951.

En sus páginas, tendrán cabida los trabajos de carácter científico, técnico y de divulgación de conocimientos, realizados no sólo por los profesionales de este Organismo, sino también por investigadores y profesionales de otras instituciones de ese carácter, y también por especialistas que realizan sus estudios e investigaciones en forma independiente.

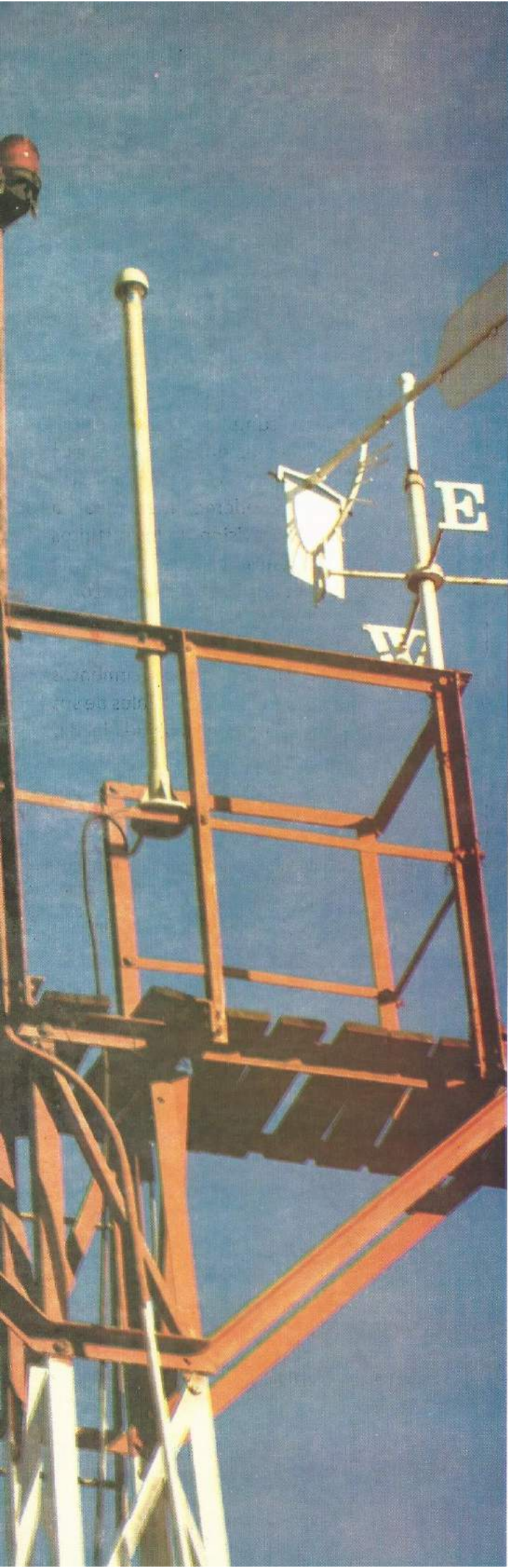
El Servicio Meteorológico Nacional, que el 4 de octubre próximo habrá de cumplir 140 años de vida institucional, ha sabido mantener vivo el espíritu que animara a sus creadores, y habiendo adoptado en sus distintas etapas de crecimiento los nuevos desarrollos alcanzados por esta disciplina en el orden mundial, hoy le es factible desarrollar una muy vasta gama de actividades. Entre ellas podemos mencionar la obtención de información primaria, el procesamiento de datos, la detección y previsión de los distintos fenómenos meteorológicos, la prestación de servicios específicos y para el gran público, y también la investigación en materia del calentamiento global, el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono, la contaminación atmosférica, y otros temas de no menor importancia.

En su carácter de institución cuyo principal objetivo es el de desarrollar y diseminar conocimientos meteorológicos en todas sus fases y aplicaciones, al par que lograr un sensible progreso de los ideales de sus profesionales, el Servicio Meteorológico Nacional ha asumido en plenitud la responsabilidad de dar adecuada respuesta a las crecientes necesidades de los tiempos actuales.



Dr. Héctor Horacio Ciappesoni  
Director del SMN





# 140 años de Meteorología en la Argentina

Desde sus primeros pasos, la Argentina hizo historia en sus actividades meteorológicas. La temprana preocupación nacional por los temas relacionados con el tiempo y el clima ha ubicado a nuestro país entre los pioneros en la materia del planeta y primero indiscutido en el Hemisferio Sur. Es que la Oficina Meteorológica Argentina (OMA), antecesora del actual Servicio Meteorológico Nacional (SMN), fue la tercera que se creó a nivel mundial, detrás de la de Hungría, en 1870, y la de Estados Unidos en 1871.

Esa primacía quedó sellada el 4 de octubre de 1872, durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento, cuando el Honorable Congreso de la Nación votó la Ley 559, que dio vida a esta dependencia de vanguardia. “La potencia que tuvo este embrión de 1872 fue asombrosa y dio lugar a una serie de organismos posteriores junto con otros logros”, destaca el Dr. Héctor Horacio Ciappesoni, Director actual de SMN, quien menciona entre algunos de los hitos alcanzados el de ser el primer país del mundo en instalar una base meteorológica en la Antártida que continúa hasta hoy; así como el de publicar la primera Carta del Tiempo del Hemisferio Sur; o el de contar con mediciones geomagnéticas centenarias, únicas entre las naciones latinoamericanas.





Izquierda: Dr. H. H. Ciappesoni  
Derecha: Lic. M. A. Rebolledo

Esta trayectoria oficial de 140 años comenzó a gestarse un poco antes. “Cuando Sarmiento fue ministro plenipotenciario en Estados Unidos se relaciona con diversas personalidades científicas, entre ellas el astrónomo Dr. Benjamin Gould, quien luego fue invitado a nuestro país y dirigió en 1871 el Primer Observatorio Astronómico de la Argentina y América del Sur”, historia el Licenciado Miguel Ángel Rebolledo del SMN, y enseguida agrega: “Gould le planteó a Sarmiento la necesidad de explorar el cielo del Hemisferio Sur”

Ahondando en este momento gestacional, Rebolledo destaca que en respuesta a una especial invitación cursada por el Ministro Avellaneda a instancias de Sarmiento, Gould se embarcó hacia la Argentina vía Europa, con la firme intención de concretar los proyectos que habían adquirido forma en su mente, desde 1865. Arribó a Buenos Aires próximo al inicio de la primavera; viajó luego por barco desde La Plata hasta Rosario, y desde allí por tierra hasta Córdoba, en el por entonces recién construido ferrocarril “a través de las pampas”. Córdoba era una “ciudad hispánica medieval”, con 30.000 habitantes, inserta en el nuevo mundo, pero perpetuando en ella el sistema de vida y las ideas de tiempos pasados.

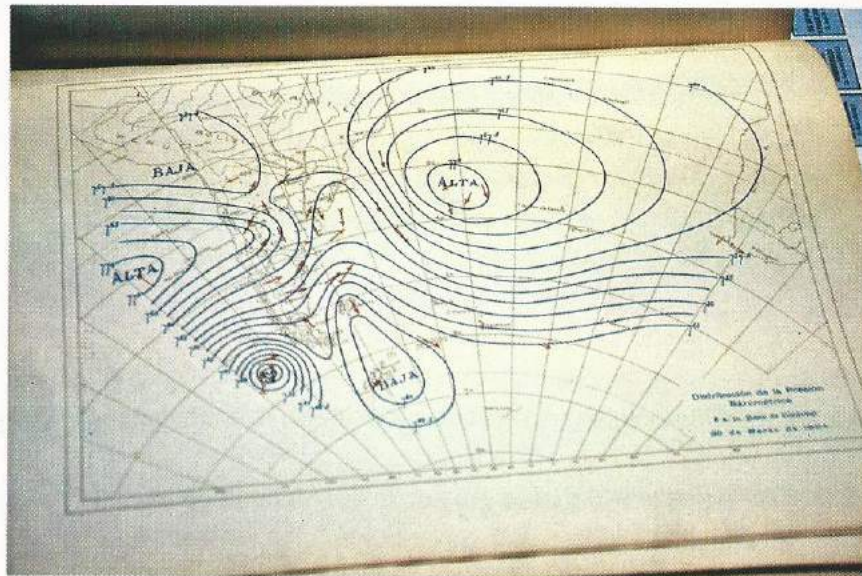
En un informe producido en marzo de 1872, Gould manifestaba que el conocimiento de las condiciones climáticas de la República, tendría además de un interés científico, una gran importancia para su economía así como para la actividad astronómica que se estaba desarrollando. El presidente Sarmiento, haciéndose eco de la propuesta del Dr. Gould, envió al Honorable Congreso de la Nación, con fecha 18 de agosto de 1872, el pertinente Proyecto de Ley de creación de la Oficina Meteorológica Argentina, en uno de cuyos párrafos más salientes expresaba: “El Poder Ejecutivo ha creído que debía acoger las indicaciones que ha hecho el Director del Observatorio Astronómico Nacional, en el interés de establecer una serie de observaciones meteorológicas, que nos dará el conocimiento climatológico de toda la República, y por consiguiente, los datos más claros para la mejor dirección económica de nuestra agricultura y que hará posible reunir los materiales de una valiosa estadística de los fenómenos atmosféricos del país”.

El 4 de octubre de 1872, un año después de la inauguración del Observatorio Astronómico, la iniciativa del Dr. Gould quedaba concretada al sancionar el Congreso la mencionada Ley N° 559 de Creación de la Oficina Meteorológica Argentina. Inmediatamente después, el Dr. Gould se abocó a conseguir sin demora los instrumentos necesarios y a enrolar en esta tarea a observadores que originariamente se habían ofrecido. Aquí comenzaron las dificultades; ellas fueron principalmente el tener que transportar los instrumentos a grandes distancias a menudo cargados en mulas, lo que hacía casi inevitable el deterioro de los mismos; y también, que algunas de las personas que debían realizar las observaciones, a consecuencia de las exigencias propias de las mismas perdieron el entusiasmo y su buena disposición, y abandonaron esas tareas, las que por otra parte, no eran rentadas.



## Primera red

En 1873 se estableció la primera red nacional de estaciones meteorológicas y se realizaron las primeras observaciones geomagnéticas. Al año siguiente, se concretaron en Córdoba, los primeros registros de radiación solar. La instalación y operación de la red pluviométrica se acordó en 1887 con las autoridades de los Ferrocarriles del Sur, Central Argentino y Central Norte. Una década más tarde, Walter Gould Davis, entonces director de OMA, se interiorizó en Estados Unidos de un método de observación de altitud usado por algunos pocos países en ese entonces: el empleo de cometas para explorar las capas superiores de la atmósfera, según puntualiza un detallado informe de Rebolledo.



En 1904, se sumó a la red de estaciones, el Observatorio Meteorológico y Magnético de las Orcadas del Sur. “Fue el primer país—remarca el Dr. Ciappesoni—que instaló una base no militar para realizar actividad científica, meteorológica. Todos los derechos de la soberanía sobre la Antártida, se basan en que la Argentina tuvo este hito”. En el mismo año, se creó el Observatorio Meteorológico y Geofísico de Pilar, en Córdoba, que centralizó la labor magnética del país. “Estos observatorios junto con el de la Quiaca, en Jujuy, (de 1923) fueron únicos. Hoy contamos con valores centenarios de geomagnetismo que no tienen otros países”, subraya Ciappesoni, al tiempo que destaca otro hecho nacional relevante: “Las mediciones de ozono atmosférico en la Argentina realizadas desde 1967 son un hito, y continúan haciéndose en forma continua”.



*Ciencia Meteorológica Argentina*  
 Boletín Mensual de la Oficina Meteorológica  
 del Servicio Meteorológico de Buenos Aires y de las Oficinas de las Provincias y Territorios  
 de la República Argentina

6 1902

Observaciones de Buenos Aires del día 3 de Enero del año 1902

Estaciones	Temperaturas				Humedad	Viento	Nubes	Estado del Cielo
	Maxima	Minima	Media	Superficie				
Buenos Aires	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
CORDOBA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
SABA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
MENDOZA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
ROSARIO Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
LA PLATA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
BUENOS AIRES Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
LA PLATA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
CORDOBA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
SABA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
MENDOZA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
ROSARIO Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
LA PLATA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
Buenos Aires	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
CORDOBA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
SABA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
MENDOZA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
ROSARIO Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
LA PLATA Capital	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.
Buenos Aires	7.8	2.6	5.2	34	74	12.8	SW	1. 2. 3.

## Hitos que marcaron épocas

El afán por mejorar los conocimientos meteorológicos ha sido motor de otros avances en materia científica. “La primera computadora que se diseña en el mundo –indica el Dr. Ciappesoni- fue para resolver un problema meteorológico. Esto cambia el mundo de la meteorología, a principios de los 50”. En este sentido, Rebolledo, indica que “desde un principio el camino físico-matemático estaba trazado, pero el tiempo que demoraba la elaboración manual era de días, entonces no tenía sentido formular el pronóstico para un tiempo ya transcurrido”.

Al principio, también había que facilitarle la tarea a la informática que en la Argentina tuvo en “Clementina”, su primer exponente. Esta computadora fue la primera usada para fines científicos del país y estaba instalada en una sede de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Un testigo de un hecho memorable fue precisamente el Dr. Ciappesoni. “La primera vez –memora- que se hizo un pronóstico con computadora en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA fue con Clementina. Yo, trabajaba entonces en el Servicio y recuerdo que tardó cuatro horas para resolver 24, y eso que ya se le daban datos elaborados”.

Desde entonces a hoy, muchos datos fueron procesados y motivaron nuevas transformaciones. “Actualmente, existen las supercomputadoras que fueron diseñadas y construidas para resolver problemas meteorológicos. Ahora se formulan pronósticos con un muy buen grado de acierto hasta los siete días, y se va a llegar al orden de las dos semanas, que es el límite pues la atmósfera es un sistema caótico”, señala Ciappesoni.

Hay algo que hoy parece prehistórico, aunque ocurrió en el cercano Siglo XX. Se trata de aquellos procesos manuales -con mayor probabilidad de error-, que manejaban un cierto número de datos llegados a través del telégrafo, hasta palomas mensajeras, en algunos casos, como en Estados Unidos. Luego, los avances permitieron reunir un vendaval de registros y con ello otras necesidades. “Estos miles de datos por segundo requieren una organización. Esto llevó a la creación de la Organización Meteorológica Mundial en 1951. Hoy cuenta con 189 estados miembros y territorios. Tal vez, sea ésta la única disciplina que está organizada de esa forma como un trabajo a través de miles de científicos y observadores, perfectamente coordinado. Todos en conocimiento de todo”, subraya Rebolledo.





## Con miras al futuro

La carrera de capacitación en meteorología de la Argentina hizo escuela en el continente sudamericano. De aquella Escuela Superior de Meteorología de la Nación creada por el ingeniero Alfredo Galmarini en 1948, de donde surgieron los primeros licenciados, entre ellos Rebolledo, se dio paso en 1953 a la carrera universitaria en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. “En ese entonces no había nada similar en América Latina. De Brasil, Paraguay, Uruguay, Chile, Perú, Ecuador –enumera Ciappesoni– vinieron estudiantes a formarse. Algunos de ellos, luego, fueron directores de servicios meteorológicos en sus países de origen”.

En esa misma época, otra novedad surgía de la Argentina y se propagaba a las naciones de la región. La revista “Meteoros” salió a luz en 1951 y se publicó hasta 1955, como órgano de expresión de las actividades científicas y técnicas del SMN. “Quizás fue la primera revista de este tipo en Latinoamérica”, señala Rebolledo. Por su parte, Ciappesoni, acota: “La publicación se interrumpió por problemas políticos, y ahora queremos rescatarla. En el momento inicial de “Meteoros”, no existía una revista meteorológica; en cambio hoy está la del Centro Argentino de Meteorólogos, por eso haremos algo distinto. Tomaremos la parte técnica, de divulgación y noticias, para sumar y difundir conocimiento”.

El SMN en el decenio de 1950 no sólo lanzó “Meteoros”, sino que abrió camino en los medios audiovisuales. “En la difusión de la información, el SMN tiene un mérito que comenzó hace 60 años, cuando por un convenio con el único canal de TV de entonces, el 7, se concretó por primera vez en el país un

programa de difusión de datos observacionales, pronósticos y conocimientos generales de meteorología. A mí me tocó la suerte de ser el primero de los cuatro meteorólogos que pusimos la cara allá por 1952”, recuerda Rebolledo.

- Los temas de investigación a los que actualmente está abocado el SMN son:
  - Sistema de pronóstico del tiempo con modelos numéricos de alta resolución. Estudio de casos. Alertas meteorológicas. Verificación de los modelos.
  - Utilización de la red de observaciones satelitales y de radares y sus múltiples aplicaciones: detección, movimiento y análisis espectral de quema de biomasa, de contaminantes y de cenizas volcánicas; condiciones de humedad en la atmósfera,
  - Modelos de capa límite, de dispersión
  - Modelos de olas.
  - Modelos de mesoescala. Tormentas severas.
  - Radiación solar
  - Ozono atmosférico
  - Estudios climáticos aplicados a diferentes áreas económico-sociales.
  - Estudios de precipitación en diferentes zonas y problemas diferentes. Pronósticos probabilísticos.
  - Modelos de simulación agronómica
  - Variaciones en el campo magnético terrestre



En medio de logros, como acceder a datos de satélites meteorológicos a partir de 1960, que significa “un salto mundial de la meteorología –coinciden- porque permite ver la atmósfera desde arriba”, a nivel local “comenzaría una época oscura. En 1966 el SMN es intervenido por la Fuerza Aérea por 90 días y fueron 40 años”, precisa Ciappesoni, y anticipa: “Ahora tenemos que recuperar los años perdidos”.

En este sentido, la política actual busca apoyar y promover la investigación y el desarrollo dentro del SMN en conjunto con diferentes grupos como el CONICET, Servicio de Hidrología Naval, Instituto Nacional del Agua, Universidad de Buenos Aires y de La Plata, entre otras instituciones nacionales e internacionales, como Inter American Institute o National Science Foundation. Este aporte a nivel académico ha dado resultados. “Una muestra de ello es el aumento de los trabajos científicos presentados en los Congresos de Meteorología del Centro Argentino de Meteorólogos no igualado en los últimos 38 años anteriores, excepto en 1982, y superado ampliamente en 2012. Por otro lado, se han publicado numerosos trabajos en revistas científicas nacionales e internacionales y se ha participado en variados congresos nacionales e internacionales, a partir de 2008”, acota la Dra. Mónica Marino, Gerente de Investigación, Desarrollo y Capacitación, de SMN.

Con la mirada puesta en el futuro, el doctor Ciappesoni, concluye: “Estamos haciendo planes a cinco años y extendiéndolos aún más. La idea es potenciar la formación e ingreso del personal, mejorar tecnológicamente el instrumental, aumentar la cantidad de mediciones, conseguir los presupuestos para esta tarea y avanzar en este camino”.





# Cronología de la historia del SMN

- 1872.** A instancias del presidente Domingo F. Sarmiento, el 4 de octubre se creó por Ley 559, sancionada por el Honorable Congreso de la Nación, la Oficina Meteorológica Argentina (OMA), con dependencia del Ministerio de Justicia, Culto e Instrucción Pública, predecesora del actual Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
- 1873.** Se estableció la primera red nacional de estaciones meteorológicas y se realizaron las primeras observaciones geomagnéticas.
- 1874.** Se realizaron en Córdoba, las primeras observaciones de radiación solar.
- 1876.** Se concretaron las primeras observaciones meteorológicas en Ushuaia, Tierra del Fuego. Instalación en las Islas Malvinas de una estación con instrumental de OMA, que dejó de funcionar tiempo después.
- 1885.** Por un Decreto del 1 de enero, el Sr. Ministro de Justicia, Culto e Instrucción Pública, Dr. E. Wilde, designó Director de la OMA, al Sr. Walter Gould Davis, quien asumió ese cargo el 23 de enero.
- La OMA se trasladó a su propio edificio, especialmente construido al lado del Observatorio Astronómico de Córdoba. En este edificio, funciona hoy el Museo Meteorológico Nacional.
- 1887.** Se firmaron convenios con las autoridades de los Ferrocarriles del Sud, Central Argentino y Central Norte, para la instalación y operación de una red pluviométrica.
- 1897.** Walter Davis, director de OMA, se interiorizó del empleo de cometas para la exploración de capas superiores de la atmósfera en el Observatorio Blue Hill de Estados Unidos. Este método se utilizaba en Alemania, Francia y el Reino Unido
- 1898.** OMA pasa al Ministerio de Agricultura por ley 3727.
- 1901.** Se dispuso el traslado de la sede de la OMA a la Capital Federal, en terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, en Villa Ortúzar, donde permaneció hasta principios de los años 30.
- 1902.** El 21 de febrero, se publicó la primera Carta del Tiempo. Fue la primera de esa índole que se publicara en el Hemisferio Sur.
- A través de un Decreto de julio de este año, la Presidencia de la República, aprobó un proyecto para emprender a través de la OMA el estudio del régimen de los ríos Neuquén y Colorado.
- 1904.** Se incorpora a la red de estaciones, el Observatorio Meteorológico y Magnético de las Orcadas del Sur, que había sido fundado en 1903 por la expedición escocesa de William Bruce y cedido luego al Gobierno Nacional. El 1 de julio se creó el Observatorio Meteorológico y Geofísico de Pilar, en Córdoba, donde se centralizó la labor magnética del país. Se publicó la primera carta isogónica.
- 1905.** Se instaló la estación en Puente del Inca, Mendoza, a 2724 metros de altitud a nivel medio del mar.
- 1909.** En el Observatorio de Pilar (Córdoba) se instaló el equipamiento necesario y se inició la realización de sondeos atmosféricos diarios, con barriletes provistos de un sistema de registro automático de datos (meteorógrafos). Se alcanzaron alturas hasta 4.500 m. A título informativo, se estima de interés destacar que en 1913 se realizaron 139 vuelos, y 129 en 1914.
- 1923.** Creación del Observatorio Geofísico de la Quiaca en Jujuy, cuyo primer objetivo fue la determinación de la Constante Solar, en convenio con la Smithsonian Institution de Estados Unidos.
- En este año, la red de estaciones meteorológicas de superficie de OMA, llegó a contar con 192 estaciones; cifra que se mantuvo sin mayores cambios hasta el final de 1920.
- 1927.** El 30 de marzo quedó instalada y en funcionamiento, la primera estación radiotelegráfica del Observatorio Meteorológico y Magnético Orcadas del Sur.
- 1929.** Alcanzan a 2030 las estaciones de observación pluviométrica de la OMA
- 1931.** Primer sondeo aerológico con globo "piloto" en el Observatorio Central de Buenos Aires, Villa Ortúzar.
- 1934.** Por decreto 43150, el 12 de junio se crea la Escuela de Observadores Meteorológicos.
- El 31 de marzo, se inauguró el Observatorio Meteorológico y Aerológico Cristo Redentor (Mendoza) a 3832 m. de altitud sobre el nivel medio del mar y a unos 800 m. sobre la altura de los rieles del Ferrocarril Trasandino.
  - Se reinstaló la estación Puente del Inca (2.724 m sobre el nivel del mar). Originariamente se había establecido en 1905.
- 1935.** Por ley 12.252, OMA fue reestructurada y pasó a denominarse Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología. Las funciones del organismo fueron ampliadas, especialmente en los campos de la Hidrología y la Agrometeorología.
- Por Resolución Nº 3 del Comité Meteorológico Internacional (Varsovia), se creó la Comisión Meteorológica Regional América del Sur. Su primer Presidente fue el Director de Meteorología Geofísica e Hidrología de la Argentina, Ing. Alfredo G. Galmarini.
- 1937.** Entre los días 15 y 23 de septiembre, se realizó en Lima (Perú) la Primera Reunión de la Comisión Regional III, América del Sur con la participación de los Directores de Servicios Meteorológicos de 10 países de América del Sur. El Ing. Alfredo G. Galmarini, Director de Meteorología Geofísica e Hidrología de la Argentina, fue elegido presidente de esa comisión.
- 1938.** - El 9 de junio, quedó establecido en el ámbito de la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, el servicio de meteorología marina.
- En la Cordillera de los Andes (zonas de Neuquén y Río Negro), se instalaron 15 pluviómetros totalizadores para medir la precipitación acumulada durante un año. Posteriormente (mediados de decenio de 1950) se agregaron otros 9 totalizadores en San Juan, Mendoza, Chubut y Santa Cruz.
  - Se iniciaron las observaciones sistemáticas de la presión, la temperatura, y la humedad relativa, con meteorógrafos desde aviones (hasta una altitud de alrededor de 4000 m.), en distintos aeródromos del país, pertenecientes al comando de Aviación del Ejército y a la Armada Argentina.
- 1938-1939.** Se incorporaron los primeros profesionales de nivel académico, graduados en Noruega y Alemania, los doctores Alf. Maurstad, noruego; y Herman Wölcken, alemán.



- 1941.** Se establecieron las seis zonas de protección meteorológica a la navegación marítima, en el marco del convenio para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (en inglés SOLAS), con emisiones de avisos y pronósticos, desde las estaciones costeras: Radio Pacheco, Comodoro Rivadavia, San Julián, Río Grande, Puerto Belgrano y Trelew, y con información elaborada por la Dirección de Meteorología.
- 1945.** Por decreto 10.131 se creó el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con dependencia de la entonces Secretaría de Aeronáutica.
- Se inició la reestructuración de la Red observacional para proveer mayores servicios a la navegación aérea y marítima, al agro y al público usuario. Para ello se instalaron 59 nuevas estaciones. Cuatro de ellas, en la Alta Cordillera: Corrida de Cori (5.400m), Tres Cruces (4.600m), La Casualidad (4.902m) y Termas de Copahue (2.010m).
  - SMN con el fin de agilizar la transmisión-recepción de los informes meteorológicos, instaló equipos transreceptores construidos en su propio taller, en Capital Federal, Córdoba, Rawson, Pinamar, Lago Argentino, Río Gallegos, Laboulaye, Ceres y Mazaruca. Posteriormente, se agregaron otras 26 estaciones radioeléctricas.
- 1947.** La Ley N° 12.945 del Honorable Congreso de la Nación estableció que debía continuar vigente con fuerza de ley, el Decreto N° 10131/45, de creación del SMN.
- Por la Ley N° 12.945/47, artículo 5º, inciso 1º, se creó la Biblioteca Nacional de Meteorología con dependencia del SMN.
- 1948.** Por decreto 10.345 durante la gestión del Ingeniero A. Galmarini se creó la Escuela Superior de Meteorología de la Nación, de la cual egresaron los primeros licenciados en meteorología del país, la cual dejó de funcionar en 1953 cuando se creó la carrera en la Universidad de Buenos Aires.
- 1949.** Se estableció la Oficina Meteorológica de Aeródromo del Aeropuerto Internacional de Ezeiza.
- 1950.** Por Decreto N° 5197 de fecha 9 de marzo, el SMN pasó de depender del Ministerio de Asuntos Técnicos de la Nación.
- 1951.** En enero se publicó el primer número de la revista "Meteoros", que nació con el carácter de "órgano de expresión de las actividades científicas y técnicas de SMN".
- 1952.** A través de Canal 7 de televisión de Estado, SMN emite por primera vez un programa de difusión de datos observacionales, pronósticos, avisos y conocimientos generales de meteorología.
- Por convenio entre el SMN y la Armada Argentina, se instaló en el Destacamento Melchior, el primer Centro Meteorológico para apoyo de las actividades terrestres, marítimas y aéreas que se desarrollaban en la Antártida. La tarea de elaboración de pronóstico fue asumida por cuatro meteorólogos del SMN.
- 1954.** El Decreto N° 12248 derogó el anterior (N° 5197/50) y dispuso que el SMN pasara a depender nuevamente del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación.
- 1955.** Primeros lanzamientos de radiosondas para la medición de variables meteorológicas en altitud.
- 1957.** El Decreto N° 4686 del 7 de mayo estableció que el SMN dejaba de pertenecer al Ministerio de Agricultura y Ganadería, y pasaba a depender del Ministerio de Aeronáutica de la Nación.
- En el período 1 de julio de 1957 – 31 de diciembre de 1958, se desarrolló el Programa del Año Geofísico Internacional (AGI). El SMN y el Servicio Meteorológico de la Armada, instalaron estaciones de radiosondeo en Resistencia, Córdoba, Ezeiza, Neuquén, Comodoro Rivadavia, Ushuaia y Orcadas del Sur. Simultáneamente en Resistencia se realizaron observaciones de radioviento con radioteodolito, y en Córdoba, Ezeiza, Neuquén y Comodoro Rivadavia, con radares de viento.
- 1958.** La Organización Meteorológica Mundial (OMM) designó a la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales) como Centro de Formación Profesional Meteorológica para América Latina.
- 1960.** El 1 de septiembre se iniciaron con carácter regular las emisiones de información meteorológica con alcance regional, a través del sistema de radioteleimpresoras.
- 1963.** A partir del 1 de octubre adquirieron carácter definitivo las emisiones de cartas meteorológicas por el sistema de radiofascimilado, que desde 1961 se venían realizando a título experimental
- 1966.** Decreto 2818 declaró intervenido el SMN y se designa un interventor.
- Desde la Base El Chumal (La Rioja) se realizó el primero de una serie de lanzamientos de cohetes meteorológicos.
  - En el Observatorio Central Buenos Aires, se instaló el primer espectrofotómetro Dobson, con el que se dio inicio a las mediciones del ozono total.
- 1967.** El SMN pasó a depender del Comando de Regiones Aéreas de la Fuerza Aérea Argentina.
- El SMN asumió la responsabilidad de operar el Centro Meteorológico Regional Especializado Buenos Aires y el Centro Regional de Telecomunicación Buenos Aires, ambos del Programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial, de la OMM.
- 1967 a 1982.** Se desarrolló el Programa de Investigación Global de la Atmósfera (en inglés GARP), estructurado por la OMM y el Consejo Internacional de Uniones Científicas. La Argentina participó activamente en los principales experimentos.
- 1988.** El 4 de octubre se inauguró en la ciudad de Córdoba, el Museo Meteorológico Nacional, con sede en el mismo edificio que desde 1885 y hasta 1901 fue sede de OMA.
- 1996.** Se implementó un website en Internet y se inició el desarrollo de las primeras páginas de [www.meteofa.mil.ar](http://www.meteofa.mil.ar)
- 1999.** Se instaló un radar meteorológico en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza con tecnología Doppler, que permite alertar sobre la inminente ocurrencia de fenómenos meteorológicos severos.
- 2003.** Se inició la elaboración y difusión de un pronóstico a nivel país con un período de validez de cinco días, destinado al Sistema Federal de Emergencias.
- 2006.** Finalmente por el Decreto N° 1689, a partir del 1° de enero de 2007, el SMN fue transferido al ámbito de la Secretaría de Planeamiento del Ministerio de Defensa de la Nación.
- 2007.** Por resolución 480, del 25 de abril, el Ministerio de Defensa de la Nación dispuso la intervención de 180 días de SMN, quedando a partir de esa fecha la conducción del Servicio a cargo de meteorólogos civiles integrantes del organismo.

Fuentes: "Informe sobre las actividades Meteorológicas e Hidrológicas en la Argentina" de diciembre de 1985. El "Servicio Meteorológico Nacional (1872-2007) por el LIC. Miguel Ángel Rebolledo del SMN. Portal oficial del SMN: <http://www.smn.gov.ar>





# Biblioteca Nacional de Meteorología "Ing. A. Galmarini"

La Biblioteca Nacional de Meteorología "Ing. A. Galmarini" tiene su origen en la ley de creación del Servicio Meteorológico Nacional (Ley 12.945, Artículo 5º., Inciso 1º). Está destinada a reunir y conservar el acervo bibliográfico nacional relacionado con las Ciencias de la Atmósfera y disciplinas afines.

Es la única biblioteca especializada de carácter nacional dedicada a ésta área del conocimiento, con cuatro colecciones especiales donadas por las familias del Ing. Galmarini, Lic. Mario Conchado Bravo, Dra. Susana Bischoff y la realizada el presente año por el Dr. Gustavo Necco.

Posee parte del patrimonio cultural del país representado por las "Cartas del tiempo" y los "Anales de la Oficina Meteorológica Argentina".





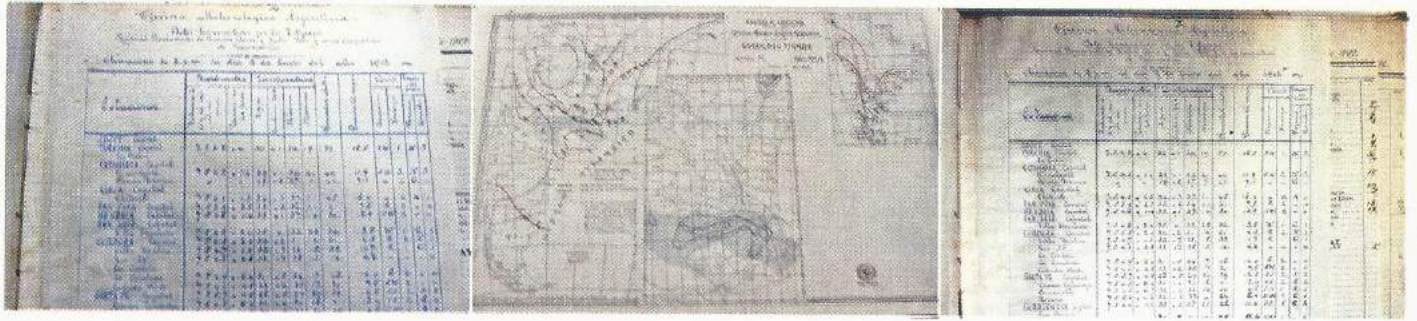
*A la izquierda la primer placa colocada en la Biblioteca Nacional de Meteorología.  
A la derecha la placa actual*

Históricamente la biblioteca ha puesto a disposición de los usuarios material que no es rigurosamente bibliográfico pero corresponde a información producida por el Organismo: datos diarios, boletines climatológicos, estadísticas climatológicas. Se puede acceder a este material en la sala de lectura.

El perfil de usuario de esta biblioteca es muy amplio. De acuerdo a las encuestas realizadas un 55% corresponden a profesionales, repartiéndose la diferencia entre particulares, alumnos universitarios, alumnos de enseñanza media y primaria. Es interesante observar que dentro del grupo de particulares existe un importante número de aficionados a la meteorología, quienes demuestran un apasionamiento muy especial que en muchos casos comienza durante la infancia.

Si bien los préstamos son de carácter exclusivo para el personal del Organismo, también se realizan préstamos interbibliotecarios.

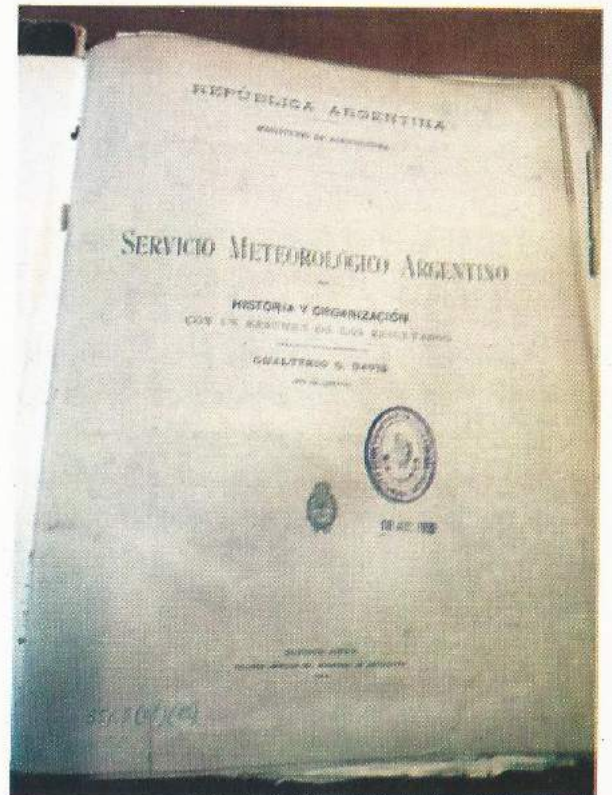
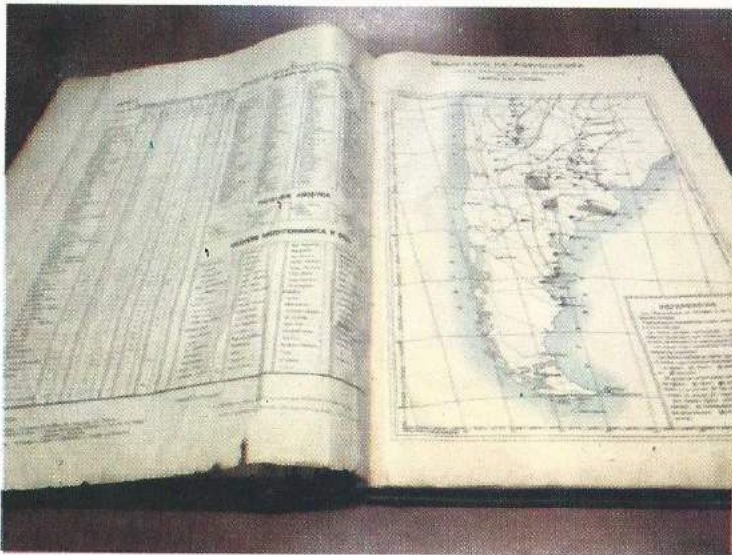




La destrucción de la investigación en el Servicio Meteorológico Nacional tuvo como consecuencia directa un desinterés por el mantenimiento de la biblioteca, causando un deterioro del material bibliográfico, la disminución total de las suscripciones y la disminución de las adquisiciones bibliográficas.

En la actualidad la biblioteca atraviesa un período de cambios positivos:

- Se actualizó la bibliografía referente a meteorología sinóptica, sensores remotos, climatología, modelado numérico y estadística aplicada
- El desarrollo de un sistema informático de prestamos especial para esta biblioteca
- Desarrollo informático de búsqueda en la Clasificación Decimal Universal de términos meteorológicos
- Se digitalizó el catálogo histórico
- Se puso a disposición del público el catálogo completo en la página web oficial del Organismo.



Arriba la primer carta del tiempo editada por la Oficina Meteorológica Argentina (1902).

A la derecha portada del informe preparado por Gualterio G. Davis sobre la historia y organización de la OMA (1914)



Vista de la sala de lectura, donde los usuarios realizan sus consultas y donde se realizan diferentes clases de conferencias



ORDEN DEL VOLUMEN	DECIMAL	
1	no	
1	910(82)	Album Argentino
2	- " -	- " -
3	910(98)	The Arctic Voyages of Capt. S. of. Whitby
4	- " -	- " -
5	- " -	- " -

Primer hoja del libro inventario de la Biblioteca Nacional de Meteorología



En  
Meteoros,  
Año I,  
1951

## EFFECTO DE CURVATURA EN LA PERTURBACION RESIDUAL DEL GEOMAGNETISMO

Por OTTO SCHNEIDER \* y MARIA ELENA SALUZZI \*\*

— Se analiza el estado característico del campo geomagnético durante los días posteriores a las grandes perturbaciones. La marcha exponencial del campo de recuperación produce, por su curvatura, un efecto en la amplitud de las variaciones diarias, acusado particularmente por la componente horizontal. Con el fin de apreciar este efecto cuantitativamente, se estudia el campo de grandes perturbaciones registradas en el Observatorio de Isla Año Nuevo, y una fuerte tormenta individual observada en el Observatorio de Pilar. Se demuestra que el efecto de curvatura incide ligeramente en las amplitudes de las variaciones diarias, solar y lunar, durante los primeros días después de las tormentas. La magnitud de este efecto hace necesario tenerlo en cuenta, en forma de correcciones adecuadas, cuando se quieren hacer estudios especiales de las variaciones diarias.

— Geomagnetic post-perturbation after great magnetic storms is analyzed for a possible curvature effect, which should be expected to affect the amplitude of daily variations, specially those of the horizontal component, during the exponential change of the field during recovery. A selected set of perturbations as recorded at Isla Año Nuevo Observatory (New Year's Island) and one intense magnetic storm observed at Pilar Observatory are used to study the recovery and estimate the magnitude of the curvature effect. It is shown that this effect produces a slight alteration of the solar and lunar variations during the first few days after a storm. Its magnitude is such that it is worth making corrections recommendable, whenever special investigations of diurnal variations are undertaken.

### INTRODUCCION

La perturbación residual o "post-perturbación" se entiende el estado del campo magnético terrestre durante el período subsiguiente a una gran o fuerte perturbación del geomagnetismo; el término "post-perturbación" se debe a van Bemmelen <sup>(1)</sup>, quien fué el primero en hacer una investigación global de este fenómeno. Sus rasgos generales están descritos en el manual de Chapman y Bartels <sup>(2)</sup>; en el trabajo citado se encuentran dos ejemplos tomados de observatorios geomagnéticos. Se manifiesta esta anomalía por un desplazamiento sistemático de los valores medios que asumen los elementos geomagnéticos durante el período de recuperación, recuperando sus valores normales lentamente en los días siguientes a las perturbaciones o tranquilos que siguen a la tormenta. Esta recuperación es particularmente pronunciada en los elementos horizontales por la tormenta, o sea la componente horizontal en los días de latitudes geomagnéticas bajas y medias. El fenómeno se puede explicar como el efecto magnético de una hipotética corriente eléctrica extra-



# Precursores en Medición Geomagnética

Ya ha sucedido y puede volver a ocurrir que por unas horas usuarios de tarjetas de crédito no pudieran operar, las comunicaciones se vieran interrumpidas y la vorágine de transmisión periodística por un rato tenga un obligado descanso. ¿La razón de esta virtual parálisis? Son las tormentas cósmicas también denominadas “eyecciones de masa coronal” generadas por el Sol, que como no podía ser de otro modo, hace todo de manera estelar. Sus eyecciones de masa coronal abofetean la Tierra, partículas de muy alta energía a velocidades supersónicas embisten y convulsionan contra el escudo protector planetario, la magnetósfera, generando tormentas magnéticas. Los efectos de este fenómeno son registrados a diario por las sondas espaciales, y en la superficie por los observatorios geomagnéticos, en donde la Argentina hizo historia.



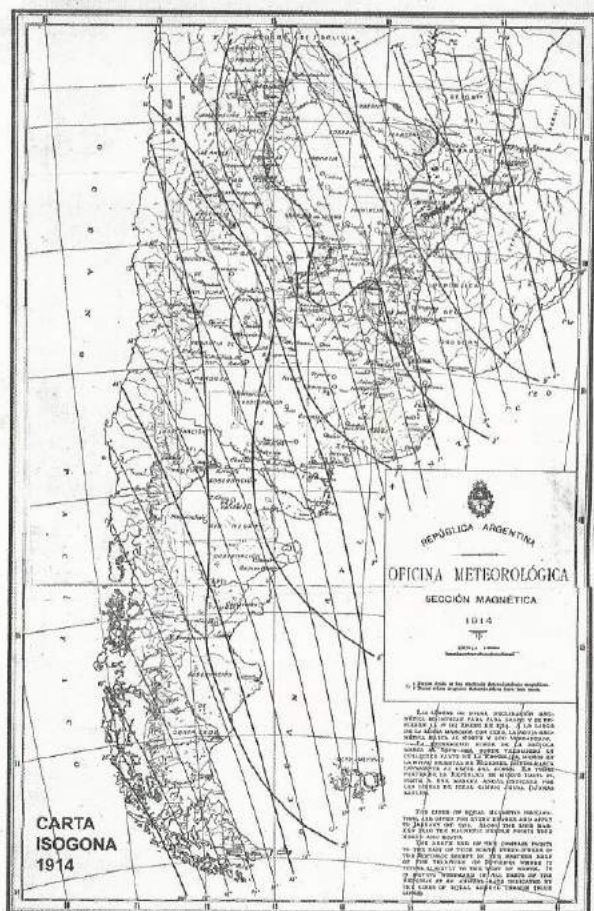
Ubicación de los Observatorios Magnético Permanentes de HUA (Huancayo, Perú), LQA (La Quiaca, Argentina), VSS (Vassouras, Brasil), PIL (Pilar, Argentina), ODA (Observatorio de Aigua, a instalarse en Uruguay), BBA (Bahía Blanca, a instalarse en Argentina), TRW (Trelew, Argentina), PST (Puerto Argentino, Islas Malvinas, Argentina) ORC (Islas Orcadas, Antártida Argentina)

“Estos 140 años que cumple el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) son 140 años muy importantes porque marcan el hecho de que la República Argentina en 1904 con una gran visión a futuro funda un Observatorio Geofísico donde no sólo se hacía meteorología, sino también geomagnetismo, radiación, electricidad atmosférica, en la ciudad de Pilar, a la ribera del Río Segundo, en Córdoba”, destaca Julio Cesar Gianibelli, jefe del Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía, de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata.

El sitio donde está ubicado este Observatorio Geomagnético y Meteorológico Pilar, en Córdoba, tiene una historia aparte. Porque si bien fue instalado allí por cuestiones estratégicas de la época, resultó estar situado en el lugar ideal en el momento correcto. “Este observatorio -explica Gianibelli- se lo colocó en Pilar porque prácticamente es el centro geográfico del país, y era el punto de donde partían entonces, todas las expediciones para elaborar las cartas magnéticas de la Argentina. Esto era en su momento algo muy importante y estratégico”.

Cabe recordar, que las cartas magnéticas resultaban claves para la orientación en superficie ya sea para la acción militar o la navegación civil. Los datos que ofrecen de la declinación, es decir el ángulo que existe entre la dirección al Norte Geográfico y la dirección al Norte Magnético, permiten con una brújula en mano averiguar en qué posición uno se halla. “Aún hoy se usa como último recurso para la aeronavegación civil o comercial, en caso de quedarse la nave sin ningún sistema de posicionamiento en el espacio”, compara.





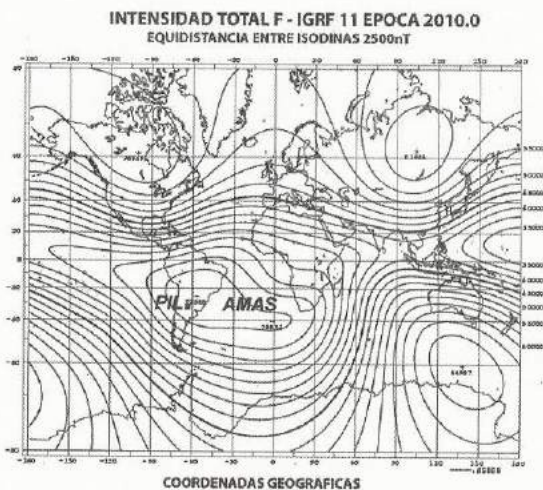
Primera Carta Isógona de la República Argentina 1914.

Pilar clave resultó este observatorio, además, por otra razón, según marca el geofísico Gianibelli: “Pilar tiene una posición estratégica porque se halla en la zona de la llamada “Anomalía Magnética del Atlántico Sur”, que es la más grande del mundo y está teniendo injerencia sobre las características globales del planeta. Por eso es importante tener registro de qué es lo que pasa”.

Esta Anomalía abarca una gran parte de la Argentina central y norte, Chile, Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay, un sector del Océano Atlántico y llega hasta el sur de África, así como a un área del Pacífico. Se caracteriza por tener un campo magnético menor de todo el planeta. “En Pilar, se registran del orden 23.000 nanoTeslas, cuando deberíamos tener del orden de 40.000”, remarca. Este debilitamiento del campo magnético implica mayor vulnerabilidad a las radiaciones cósmicas.

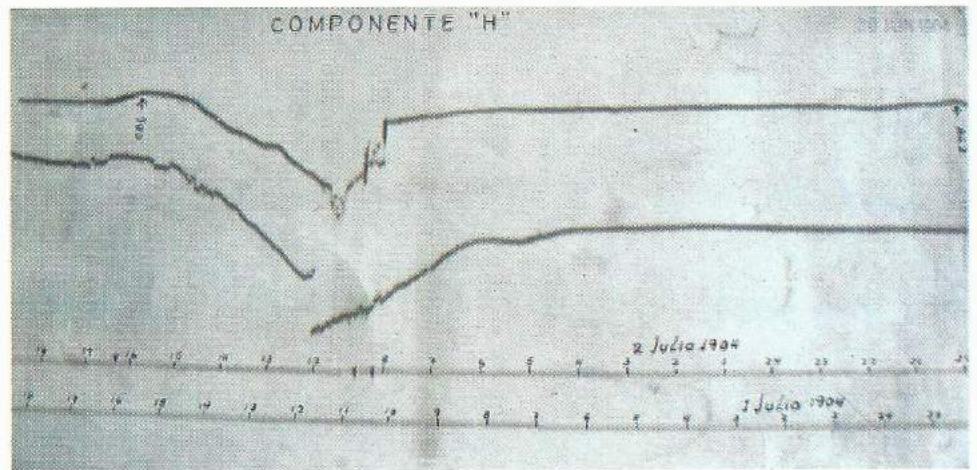
Al azotar el temporal cósmico, nuestro paraguas planetario, la magnetósfera, no puede siempre protegernos y partículas cargadas de energía logran filtrarse. “Encuentran tres lugares por donde pueden penetrar a la Tierra: el Polo Magnético Norte, el Polo Magnético Sur y la Anomalía del Atlántico Sur, produciendo fenomenologías interesantes que las empezamos a observar comparativamente con otros observatorios de latitudes mayores”, señala.

Las tormentas magnéticas a simple vista pueden provocar un espectáculo asombroso, como las auroras. Aquellos que han presenciado este espectacular resplandor -más habitual en las latitudes próximas a los polos-, describen que si un arco iris logra emocionar, la aurora deja sin aliento al observador ubicado desde la platea terrena.



Ubicación del Observatorio Magnético de Pilar (PIL) respecto de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS)





*Primer Magnetograma de la Declinación registrado en 1904 en Pilar.*

Más allá de esta grata manera del cosmos de advertir tempestades, las tormentas magnéticas pueden generar efectos desagradables. “Los eventos solares pueden perjudicar, por ejemplo, la transmisión de señales para la computación, la transmisión de las líneas de alta tensión de electricidad”, advierte y enseguida plantea en relación con la máxima del ciclo solar que se esperaba para 2012 y ahora se aguarda para 2013: “Si tenemos una gran eyección de masa coronal lo que va a producir es interferencia en la grandes redes de alta tensión del Hemisferio Norte. En el Hemisferio Sur puede ser en Australia o Nueva Zelanda. No, a nosotros, salvo que sea muy grande e intensa. Entonces, podríamos ver auroras ya que tenemos una minimización del campo magnético por la Anomalía del Atlántico Sur”.

### **Pasado y futuro**

En 1904 cuando el Observatorio Geomagnético de Pilar comenzó a operar, la tecnología disponible tenía sus peculiaridades. Hoy se guardan esos archivos como “los valores medios horarios de todas las lecturas que se hacían a ojo de los magnetogramas que se tenían en aquel momento”, historia. El magnetograma es el gráfico de la variación continua del campo magnético, que entonces se obtenía a través de un sistema fotográfico. “Al cabo del día, una persona sacaba la banda, la revelaba y así sucesivamente. Hoy, -compara- el registro es digital y automático, pero periódicamente (casi todos los días) un observador debe realizar observaciones absolutas con un instrumento que se denomina Teodolito Magnético, y así poder determinar los niveles de referencia (llamado línea de base) en forma absoluta”.

A estos datos que se toman en superficie se suman los que aportan las sondas espaciales dentro o fuera de la magnetósfera como el SOHO y ACE. “Ellos registran importante información, y se correlaciona con los datos que se registran en superficie de la tierra como en Pilar. Fundamentalmente indican la densidad, así como velocidad de las partículas, y el campo magnético arrastrado por ese conjunto de partículas cargadas. Ese campo magnético nos permite modelar la dinámica de la magnetósfera”, detalla

El SMN, además del Observatorio de Pilar, cuenta con la Estación Antártica Orcadas y el Observatorio Geomagnético y Meteorológico La Quiaca, en Jujuy. La Argentina también posee el Observatorio Magnético de Trelew que depende de la Universidad Nacional de La Plata, y dos estaciones: “Las Acacias”, cerca de La Plata y “Zonda”, de la Universidad Nacional de San Juan, según enumera. “El patrimonio del geomagnetismo es del SMN y resulta un hito en Latinoamérica”, resalta Gianibelli, asesor ad honorem de SMN.

Con la mira puesta a futuro, el experto quien asumió el compromiso “de formar el recurso humano” para llevar adelante esta tarea, concluye: “En el Observatorio Geomagnético de La Quiaca se proyecta colocar instrumental en conjunto con el Servicio Meteorológico Real de Bélgica y el British Geological Survey. Pensamos que entre 2013 y 2014 tener la gente preparada para atenderlo”.



Por JUAN JACINTO BURGOS \*\* y ARTURO L. VIDAL \*\*\*

nen. — Los autores hacen una reseña del método empírico de Thornthwaite para el cálculo de la evapotranspiración potencial y del balance hídrico reciente desarrollo, y analizan la bibliografía en que este método se ha originado, y, a la vez, la que ha originado. Presentan el ajuste de la humedad del suelo observada y calculada por el método en algunas estaciones agrometeorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, como comprobación del método estudiado, a falta de otros datos experimentales. Incluyen, con el mismo fin, las comparaciones de algunos valores de escurrimiento de cuencas y de consumo de agua por el cultivo, con los de exceso de agua y deficiencia de agua, respectivamente, computados por el método analizado. Construyen el mapa de evapotranspiración potencial o necesidad de agua, de exceso y el de deficiencia de agua en base a las observaciones de la red de estaciones meteorológicas argentinas. Presentan los tipos de climas de la República Argentina de acuerdo con la nueva clasificación y su análisis frente a la distribución de la vegetación natural del país. Por último, hacen una revisión crítica de la aplicación de otros sistemas de clasificación climática para la República Argentina.

Summary. — The authors make a review of Thornthwaite's empirical method for the calculation of the potential evapotranspiration and the hydric balance of recent development. They analyze the bibliography in which this method has its origin and, at the same time, the one originated by it. They show the adjustment of the soil moisture observed and computed by this method in some Agrometeorological Stations of the National Meteorological Service, as a checking method, according to the lack of other experimental data. With the same purpose, they include the comparison among some values taken off from watersheds and the water used for irrigation with those of surplus and deficiency of water respectively, computed by the analyzed method. They show a map of potential evapotranspiration or need of water, of surplus and one of deficiency of water, according to the observations carried out by the Argentine Meteorological Network. The different types of climates in the Argentine Republic according to this classification are shown. These climate types are analysed in view of the natural vegetation distribution in this country. In the last, they make a critical revision of the application of other systems of climatic classification for the Argentine Republic.

— OBJETO Y BASE DE LAS CLASIFICACIONES CLIMATICAS

La clasificación de los climas tiene por objeto caracterizar unidades climáticas en sus elementos principales y de mayor acción sobre la superficie terrestre, como son la temperatura y la lluvia. Además, trata de establecer la analogía y la relación de esas grandes unidades climáticas po-

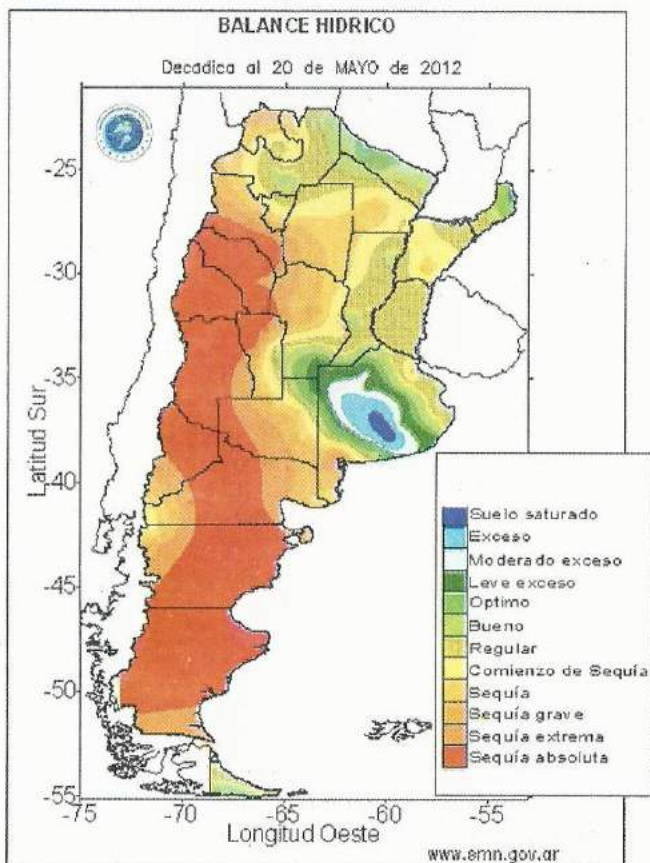
En  
Meteoros,  
Año I,  
1951

También presentado al Ier. Congreso Sudamericano de Investigaciones en Materiales Agrícolas, en el Instituto Técnico y Superior "La Estrella", de la República Oriental del Uruguay, el 13 de Mayo de 1949.

Investigación Agrícola, I, de la Dirección de Agrometeorología del S. M. N.  
Investigación Agrícola, La Teoría de la Dirección de Agrometeorología del S. M. N.



# La agrometeorología y el SMN



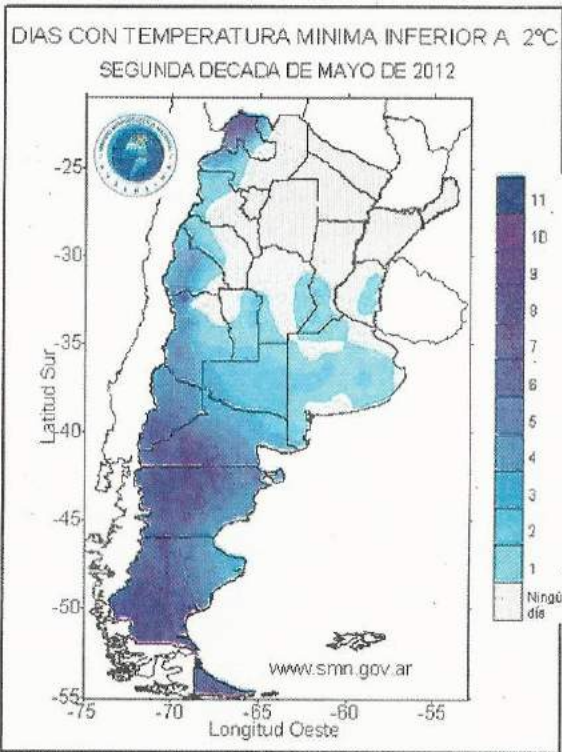
Producto del Boletín Agroclimatológico Decádico

Desde 1935, la agrometeorología ocupa un lugar importante en esta institución. En ese año, se re-estructura la Oficina Meteorológica Argentina pasándose a llamar Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología y poco tiempo después se organiza el Servicio Agrometeorológico, el que con los años se transformaría en el actual Departamento Agrometeorología.

En la actualidad, el Departamento Agrometeorología, dada la tecnología a la que tiene acceso, realiza un monitoreo diario de todas las variables meteorológicas, a partir de datos de superficie, satelitales y de radar, y elabora una gran variedad de productos de alta calidad, en distintas escalas temporales:

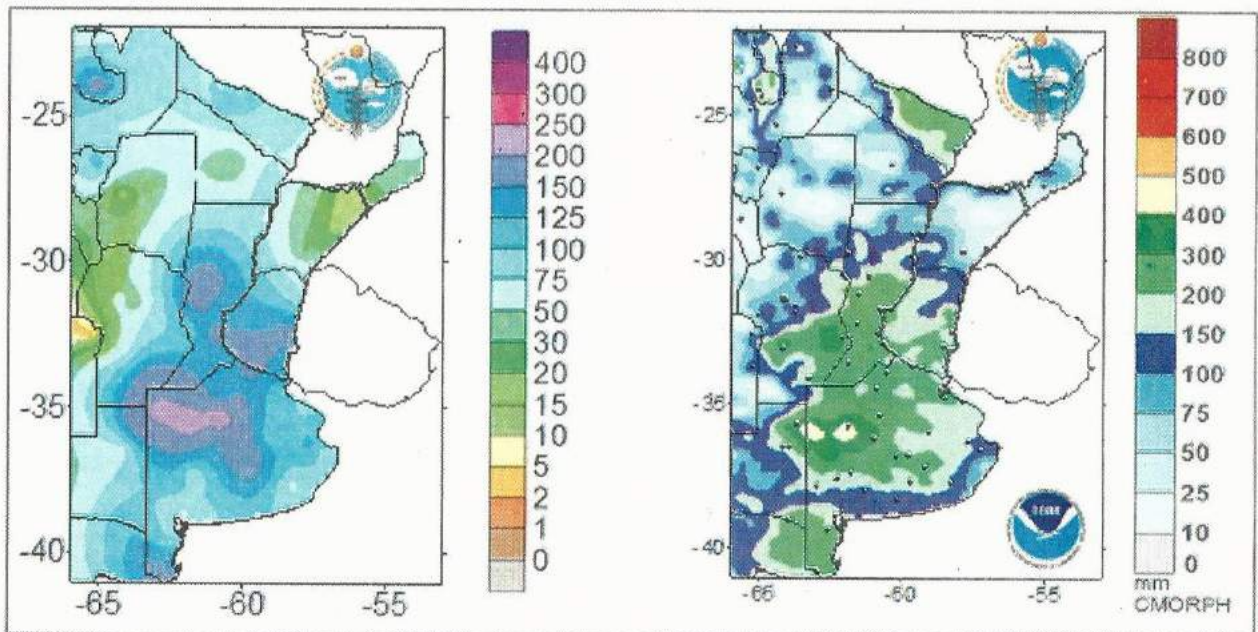
- *diariamente*: mapas de las distintas variables y actualización de los Bancos de Datos de Temperatura de Suelo, Granizo y Fenómenos Meteorológicos, con el objetivo de realizar análisis y estudios para distintos fines, tanto de investigación, como de elaboración de productos para diferentes usuarios privados o estatales;
- *semanalmente*: informes para los diarios;
- *decadalmente* (10 días): el Boletín Agroclimatológico Decádico, con el diagnóstico de las variables meteorológicas relacionadas con el agro, que incluye un balance hídrico seriado;
- *quincenalmente*: la Evolución de los Cultivos a través de un informe sobre la evolución fenológica de los cultivos más importantes de la región agrícola de secano (sin riego artificial);





Producto del Boletín Agroclimatológico Decádico

- *mensualmente*: el Boletín Agroclimatológico Mensual, preparado con la colaboración del INTA y en el que además del diagnóstico de las distintas variables meteorológicas se brinda un informe de los aspectos generales más relevantes de las tareas agropecuarias y del estado de los cultivos en las distintas áreas de la Pampa Húmeda. Estos últimos productos pueden ser obtenidos del sitio web o solicitados, sin costo alguno. Ante eventos atípicos o extremos se realizan informes especiales, y a requerimiento se brinda asesoramiento a distintos usuarios mediante informes y peritajes.



Izquierda: precipitación acumulada mensual

Derecha: Precipitación acumulada mensual estimada por satélite



El Departamento interactúa con organismos nacionales e internacionales. Participa de las reuniones de la Comisión Nacional de Emergencia Agropecuaria, de la que se es miembro con voz y voto y para la cual se realizan informes específicos. En el ámbito internacional, CAgM ET 3.2 (Commission for Agricultural Meteorology -Expert Team Meeting on Weather and Climate Extremes and Impacts and Preparedness Strategies in Agriculture, Rangelands, Forestry, and Fisheries), el Subgrupo de Agrometeorología de la AR III (Sudamérica) y el GDEWS (Global Drought Early Warning System).

Esta información también puede ser consultada desde WAMIS-WMO (Wide Area Monitoring Information System – World Meteorological Organization, <http://www.wamis.org/countries/argentina.php>).

Se está trabajando en la actualización de la página web con la incorporación de productos derivados de información satelital, para el monitoreo de la evolución de los cultivos, el estado hídrico de los suelos, etc., y con una nueva área dedicada a la actividad pesquera, la que contendrá datos, análisis, diagnósticos y pronósticos.

En el área se ejecuta el Subproyecto de investigación “Climatología sinóptica del hemisferio sur occidental y Antártida”, del Proyecto de investigación del SMN “Métodos Físico-Matemáticos para el Pronóstico Numérico del Tiempo”. En este Subproyecto se analizan e identifican los factores meteorológicos que influyen o afectan al proceso productivo de alimentos y materia prima desde su origen en el campo hasta su traslado a los centros de distribución.

Se participa activamente en foros de discusión como congresos, simposios y reuniones, mediante la presentación de ponencias, posters y/o artículos que aborden la problemática de la agrometeorología.



RESOLUCIÓN DEL CONGRESO, 20 (1):  
*firma* su comprensión de la importancia  
tal de los servicios meteorológicos para  
aviación y su deseo de colaborar con la  
Organización de Aviación Civil Interna-  
cional para asegurar estos servicios.

*Invita* a la OACI a designar represen-  
tantes encargados de estudiar, con repre-  
sntantes de la OMM, los métodos a seguir  
para asegurar una colaboración eficaz entre  
ambas Organizaciones, en el interés común  
de la meteorología mundial y de la avia-  
ción civil internacional;

*Encarga* al Secretario General transmitir  
esta invitación al Secretario General de  
OACI.

*Autoriza* al Comité Ejecutivo o a sus  
representantes a investigar con la OACI  
los medios de asegurar, entre ambas  
organizaciones, una colaboración eficaz que  
no infrinja el carácter de universalidad de  
intereses de la OMM en el campo de la  
meteorología internacional, y a examinar,  
sobre la misma base, la posibilidad de  
llegar con la OACI a un arreglo de trabajo  
convenio que deberá entrar en vigor tan  
pronto como sea posible.

En  
Meteoros,  
Año I,  
1951

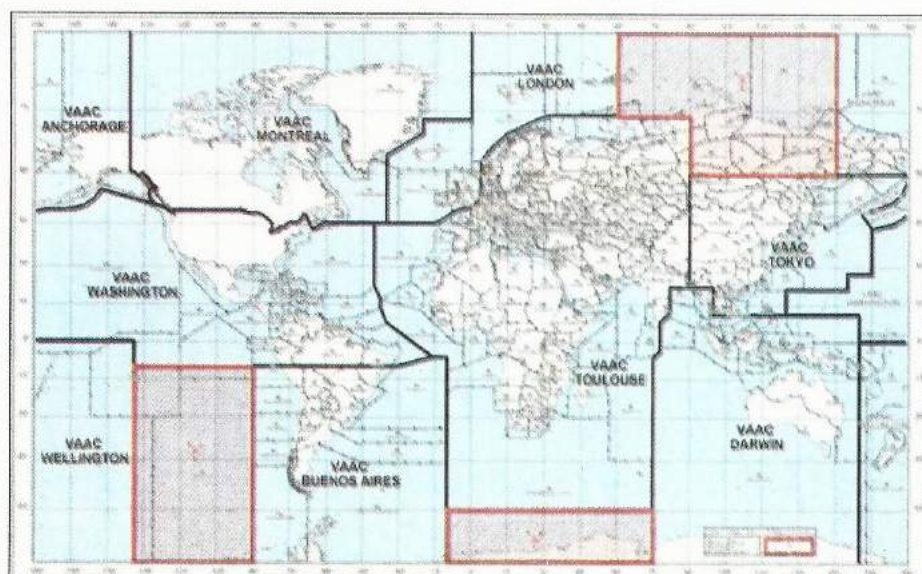


# Las cenizas volcánicas y su impacto en la aviación

En los últimos años, la erupción de algunos volcanes ha generado gran confusión en la aviación comercial por no decir “caos aéreo”. Esto en los años 50 no habría provocado ningún problema pues en aquella época los aviones eran a pistón y tenían filtros que evitaban la entrada de ceniza. Sin embargo, en la actualidad, si un avión intentara atravesar una nube generada por un volcán, expone los motores a merced de la suerte, pudiendo ocasionar una operación riesgosa. La industria aeronáutica – por ahora - es cada vez más vulnerable a las erupciones volcánicas y por consiguiente es cada vez más necesario conocer tanto el espesor y tope de la nube como su desplazamiento y densidad, tarea que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha confiado – entre otros - a meteorólogos y vulcanólogos.

En agosto del año 1991, la erupción del volcán Hudson, ubicado en el sur del territorio chileno, fue uno de los mayores sucesos volcánicos de las últimas décadas en esta parte del planeta. Esta y otras grandes erupciones como las de los volcanes Chaitén y Cordón Caulle han causado serias dificultades a la aviación, no solamente relacionadas con la seguridad operacional sino también con cuantiosas pérdidas económicas acarreadas por cancelaciones de vuelos.

Esta nueva realidad que debemos afrontar los actores de la aviación es la razón que mueve a coordinar acciones para mitigar la fuerza de estos eventos. En ese sentido, en el año 1998, la Organización de Aviación Civil Internacional, cuando pone en vigencia la enmienda 71 al Anexo 3 “Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional”, define la creación de nueve Centros de Avisos de Cenizas Volcánicas (VAAC), oportunidad en que el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina fue elegido para operar uno de ellos.



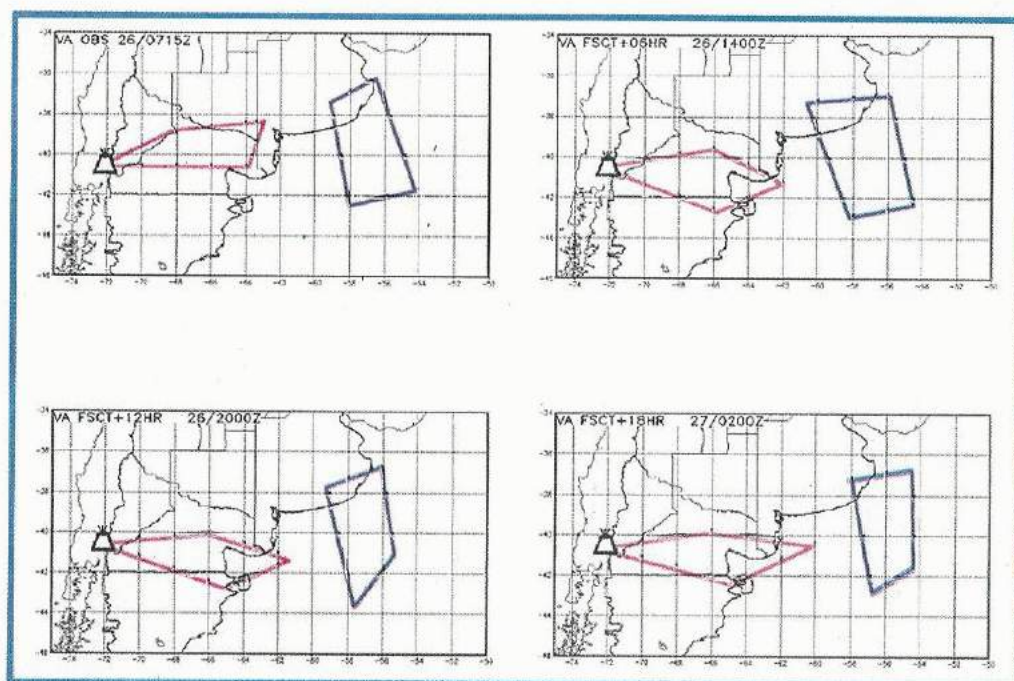
*El área de responsabilidad del VAAC Buenos Aires está comprendida entre los 10° y 90° de latitud sur y entre los 10° y 90° de longitud oeste.*



El VAAC Buenos Aires asesora acerca de la extensión y movimiento pronosticado de la nube de ceniza volcánica a las oficinas de vigilancia meteorológica, responsables de preparar las alertas para la aviación en general en Argentina, Uruguay, Brasil, Paraguay, Bolivia, Chile y Perú; como así también a los centros de control de área de dichos Estados, centros mundiales de pronósticos de área, bancos internacionales de datos, oficinas de información aeronáutica y líneas aéreas.

Se puede afirmar que el VAAC Buenos Aires es uno de los centros que más experiencia adquirió en los últimos años, pues con las erupciones de los volcanes Chaitén y Cordon Caullé, el 2 de mayo de 2008 y el 4 de junio de 2011 respectivamente, además de eventos volcánicos de menores magnitudes - por citar algunos, volcán Lascar, Llaima, Ubinas, Planchón Peteroa, entre otros, - sus operadores han demostrado estar en el nivel profesional que exige esta tarea.

La ubicación de los volcanes bajo vigilancia del VAAC Buenos Aires y los vientos predominantes del sector oeste, hacen que cantidades importantes de cenizas volcánicas se depositen sobre el suelo, para luego ser levantadas por la misma acción del viento y transportadas a cientos de kilómetros, según sea la situación sinóptica. Provocan los mismos efectos y dificultades que una nube de ceniza volcánica emitida directamente de un volcán, tanto a la actividad aérea como a otras.



*Ejemplo de pronóstico, hasta 18 horas de validez, en formato gráfico emitido por el VAAC Buenos*



*Aeronave en el aeropuerto de Bariloche  
afectada con ceniza volcánica luego de la  
erupción del volcán Cordón Caulle.*

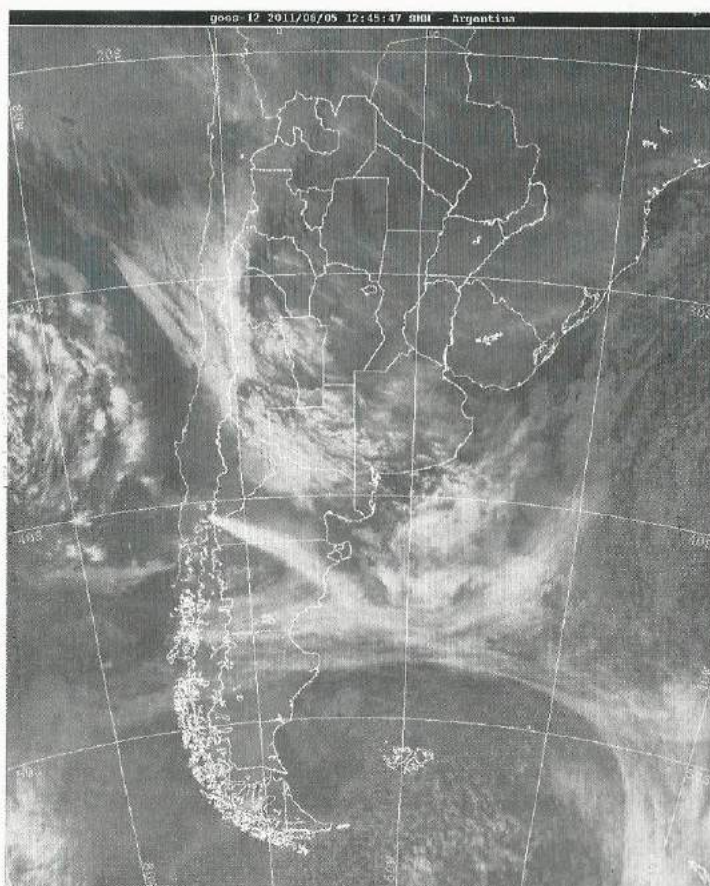


Estas situaciones particulares de cenizas volcánicas levantadas por acción del viento no han sido experimentadas por otros VAAC de la misma forma que en el VAAC Buenos Aires, pues en la mayoría de ellos la ceniza volcánica emitida por los distintos volcanes ha caído sobre extensas superficies de agua. Estas experiencias, recogidas de situaciones reales, han sido motivo de consulta de profesionales de otros VAAC a quienes se les transfirió el conocimiento de estas prácticas.

Sin lugar a dudas, desde su creación en el año 1998 hasta la fecha, el VAAC Buenos Aires creció con sus herramientas y equipamiento técnico a la par del avance tecnológico; y profesionalmente a la par de las experiencias del personal que lo opera. Su trabajo ha sido objeto de reconocimiento y felicitaciones por parte de las autoridades de la Organización de Aviación Civil Internacional.

Durante la última década, los vulcanólogos, los geofísicos, los meteorólogos, los pilotos, y los especialistas de control del tránsito aéreo han estado colaborando para preparar normas mundiales de notificación de una erupción y de la presencia de nubes de cenizas volcánicas. El efecto acumulado ha sido la preparación de una serie de mensajes utilizados por la aviación para notificar a todos los usuarios acerca de una erupción volcánica y de las subsiguientes nubes de cenizas lo cual forma parte del sistema de la OACI de vigilancia de los volcanes en las aerovías internacionales (IAVW).

*Imagen satelital del día 5 de junio de 2011 a las 12:45  
UTC, donde se visualiza la nube de ceniza volcánica  
emitida por el volcán Cordón Caulle.*





# APLICACIÓN DE MÉTODOS OBJETIVOS A LA PREVISIÓN DE LLUVIAS, EN BUENOS AIRES

Por WERNER SCHWERDTFEGER \*

En  
Meteoros,  
Año IV,  
1954

Resumen. — Se afirma la importancia de atribuir un "factor de confianza" al pronóstico de lluvias que refleje la probabilidad de su acierto. Como primera base para el procedimiento podrían servir los resultados de estudios realizados mediante una metodología objetiva. Se explica su concepto en forma detallada y se lo aplica a la ocurrencia de lluvias clasificadas según distribución e intensidad. Como principales parámetros independientes se recurre a una clasificación de la situación sinóptica diaria y a los factores que representan las condiciones en la troposfera media, al oeste y al norte de la zona en cuestión. Expónense los resultados de la previsión de lluvia para la zona de la ciudad de Buenos Aires y alrededores, con un plazo de 24 y 48 horas. En toda la elaboración se ha dado particular importancia al examen riguroso de la posible influencia del azar, teniéndose en cuenta incluso el efecto de la persistencia, sobre las series analizadas. Brevemente se extiende el análisis, además, a la determinación de las situaciones generales (macro tiempo), mediante dos índices de circulación regionales, y a su aplicación a pronósticos con un plazo más extendido.

Summary. — Considering the variable uncertainty of rainfall prediction in zones of scarce aerological observations, there is recommended the use of a confidence factor to indicate the probability attributable to the forecast in different synoptic situations. This probability, strictly spoken the relative frequency of the occurrence of rainfall during 24 and 48 hours, is determined for analogous synoptic conditions. The necessary classification of rain occurrence is based on a combination of its distribution over the forecast area and the mean amount of 12 stations. The possible influence of chance and the effect of persistence are rigorously examined. Finally, the objective methods applied to extended forecasting of rainless periods of several days, by means of regional circulation indices as independent parameters.

## I. INTRODUCCION

Es notorio que los pronósticos del tiempo adolecen del defecto de no decir nada sobre la mayor o menor probabilidad de su acierto. Por lo menos ello es lo habitual. Esto tendría menor trascendencia si todos los pronósticos contaran con una probabilidad relativamente elevada, digamos superior al 80 %, como es el caso para la previsión a corto plazo en gran parte del hemisferio Norte. Pero aun allí la situación cambia de aspecto, si se trata de la previsión de cantidades de lluvia o de la previsión a medio plazo. Y en los demás países que quedan expuestos a mayores dificultades en cuanto al trabajo de los servicios sinópticos, como es el caso en Sudamérica, con la falta absoluta de observaciones del océano Pacífico al sud del paralelo 34°S, tal circunstancia logra mucha importancia para cualquier tipo de pronósticos. Aquí, por ejemplo, la base frecuentemente usada de "bueno y algo nublado", o, en un sentido

\*) Doctor en Filosofía (Meteorología y Geofísica), Universidad de Leipzig; Asesor Técnico de la Dirección de Investigaciones del Servicio Meteorológico Nacional.



# Centro Meteorológico Nacional

Esta es la misión del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), siendo el Centro Meteorológico Nacional (CMN) quien tiene la responsabilidad de llegar a la comunidad a través de sus predicciones y advertencias. Los desastres naturales de orden meteorológico ocurren en varias escalas diferentes, tanto temporales como geográficas. Por eso, las emisiones continuas de pronósticos, más allá de advertir sobre aquellos fenómenos severos o violentos, ayudan a la población a prepararse antes que éstos se desencadenen en desastres naturales. Es una valiosa herramienta que mejora las estrategias cuando están en peligro las vidas y bienes de las personas. Para hacer efectivo este compromiso, el SMN mantiene una muy buena coordinación y una fuerte relación de trabajo con los organismos de seguridad pública, de emergencias y organismos gubernamentales y no gubernamentales, cuya función está directamente relacionada con la respuesta y prevención ante los desastres de distintos orígenes, como principal objetivo y que tienen como directos usuarios a la población en general. Cuando se trata de desastres naturales relacionados directa o indirectamente con fenómenos meteorológicos, la activación de estos programas de advertencias o alertas por tiempo severo o violento, o de asistencia a cualquier región que está en situación vulnerable, está dada por el SMN a través del Sistema de Alertas Meteorológico. Este puede abarcar desde el muy corto plazo al mediano plazo y que se elabora en el CMN.

A través de los años se ha ido consolidando la interacción entre el SMN y la Dirección Nacional de Protección Civil, dependiente del Ministerio del Interior y Transporte, manteniendo un diálogo permanente. A esto, se le suman coordinaciones particulares con distintas Direcciones Provinciales, como la de Santa Fe y la de Buenos Aires, y la Dirección de Protección Civil de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Líneas dedicadas de telefonía celular posibilitan tener un enlace más rápido con los Jefes de Operaciones de cada una de ellas. Se mantienen, como siempre, las otras vías de comunicación como fax, FTP y correo electrónico.

The screenshot shows the website of the Servicio Meteorológico Nacional (SMN). The header includes the SMN logo, the text "Servicio Meteorológico Nacional Creado el 4 de octubre de 1872", and "140 Años Al servicio del País". A navigation menu at the top contains links for "Inicio", "¿Qué es el SMN?", "Links", "Boletines del Clima", "Preguntas frecuentes", "RSS", and "Estudios Especiales".

The main content area is titled "Alertas Meteorológicas" and displays a "AVISO ALERTA METEOROLOGICA 1 (13:00 HOA)". The alert details are as follows:

- Zona de cobertura:** OESTE Y CENTRO DE CHUBUT, ZONA CORDILLERANA Y PRECORDILLERANA DE MENDOZA, NEUQUEN, OESTE Y CENTRO DE RIO NEGRO, ZONA CORDILLERANA Y PRECORDILLERANA DE SAN JUAN.
- Fenómeno:** POR VIENTOS INTENSOS Y NEVADAS
- Situación:** UNA MASA DE AIRE MUY FRIO DE ORIGEN POLAR SE UBICA SOBRE EL OCEANO PACIFICO Y SE DESPLAZA HACIA EL AREA DE COBERTURA.
- SE PREVE QUE LA MISMA PRODUCE ENTRE LA MAÑANA Y LA NOCHE DEL MIERCOLES 04 DE JULIO, UNA INTENSIFICACION DE LOS VIENTOS DEL SECTOR OESTE SOBRE LA REGION, ACOMPAÑADOS DE NEVADAS. ALGUNAS LOCALMENTE FUERTES, Y VIENTO ZONDA EN LA PRECORDILLERA DE MENDOZA Y SAN JUAN.**
- SE ESTIMAN VIENTOS DEL SECTOR OESTE CON VELOCIDADES ENTRE 50 Y 80 KM/H CON RAFAGAS Y EN LA ZONA CORDILLERANA DE NEUQUEN, MENDOZA Y SAN JUAN PODRIAN ALCANZAR VALORES DE HASTA 160 KM/H CON RAFAGAS.**

At the bottom of the alert, it states: "BUENOS AIRES, 03 de Julio de 2012" and "ESTE INFORME SE ACTUALIZARA A LAS 03:00 HORAS. (\*)".

On the right side of the page, there is a weather widget for Buenos Aires showing a current temperature of 12.3°C and "Fresco". Below this is a vertical menu with various services and information links, including "Apoyo Meteorológico", "Observaciones", "Estado del Tiempo", "Centro de Meteorología por Sensores Remotos", "Ozono", "Productos Elaborados", "Pronósticos y alertas", "Información Aeronáutica", "Climatología", "Agrometeorología", "Hidrometeorología", "Met. Marítima y Fluvial", "Meteorología Antártica", "Prensa y Difusión", "Formación Profesional", "Biblioteca Nacional de Meteorología", and "Museos Meteorológicos".



...“Observar, comprender, predecir el tiempo y el clima en el territorio nacional y zonas oceánicas adyacentes con el objeto de contribuir a la protección de la vida y la propiedad de sus habitantes y al desarrollo sustentable de la economía; y proveer a la representación del país ante los organismos meteorológicos internacionales y al cumplimiento de las obligaciones asumidas por el país ante los mismos...”

**Servicio Meteorológico Nacional**  
Creado el 4 de octubre de 1877  
Secretaría de Planeamiento  
Ministerio del Interior

**140 Años**  
Al servicio del País

Inicio | Internet SMN | Links | Breves del CMN | Preguntas frecuentes | RSS | Estudios Especiales

Configurar esta ciudad como la página de inicio de este sitio

**Pronóstico y Estado del Tiempo para la República Argentina**  
Última información disponible - Haga clic sobre la Provincia para más detalles

**INFORME FINAL - TORMENTA SEVERA A DE ABRIL DE 2012**

Las condiciones de otras ciudades

Alertas en el país

Pronóstico | Estado del Tiempo | SMN | Noticias

Pronóstico Numérico ETA - SMN

Tema | Noticias | Estadísticas | Datos | Mapa

Estado Numérico de Clima

Pronóstico de Tormentas

La modelación climática en el país se realiza a través de los datos de observación y no se realiza para otros países, a través del Instituto Meteorológico Nacional.

El índice de calor representa la temperatura mínima esperada por la mañana y la máxima de la tarde.

En cada observación (viento, sol, etc.) se indica los datos que se observaron de temperatura a lo largo del día, según indica el color del cielo que la temperatura mínima se le registra en la zona que la máxima de la tarde.

Temperatura actual en la Ciudad de Buenos Aires: 14.1°C

Friso

« NOVEDADES »

- « Anaya Meteorológica »
- « Observaciones »
- « Estado del Tiempo »
- « Centro de Meteorología por Señales Remotas »
- « Datos »
- « Productos Elaborados »
- « Pronósticos y alertas »
- « Información Atmosférica »
- « Climatología »
- « Agrometeorología »
- « Hidrometeorología »
- « Mat. Nival y Pluvial »
- « Meteorología Anárquica »
- « Prensa y Situación »
- « Formación Profesional »
- « Biblioteca Nacional de Meteorología »
- « Museos Meteorológicos »
- « Material Didáctico »
- « Hobbies »
- « Proyectos de Investigación »
- « Observadores Voluntarios »
- « Fenómenos Extraños »

El SMN es el Centro de Información del Clima

El SMN es el Centro de Información del Clima

VAAC  
Buenos Aires

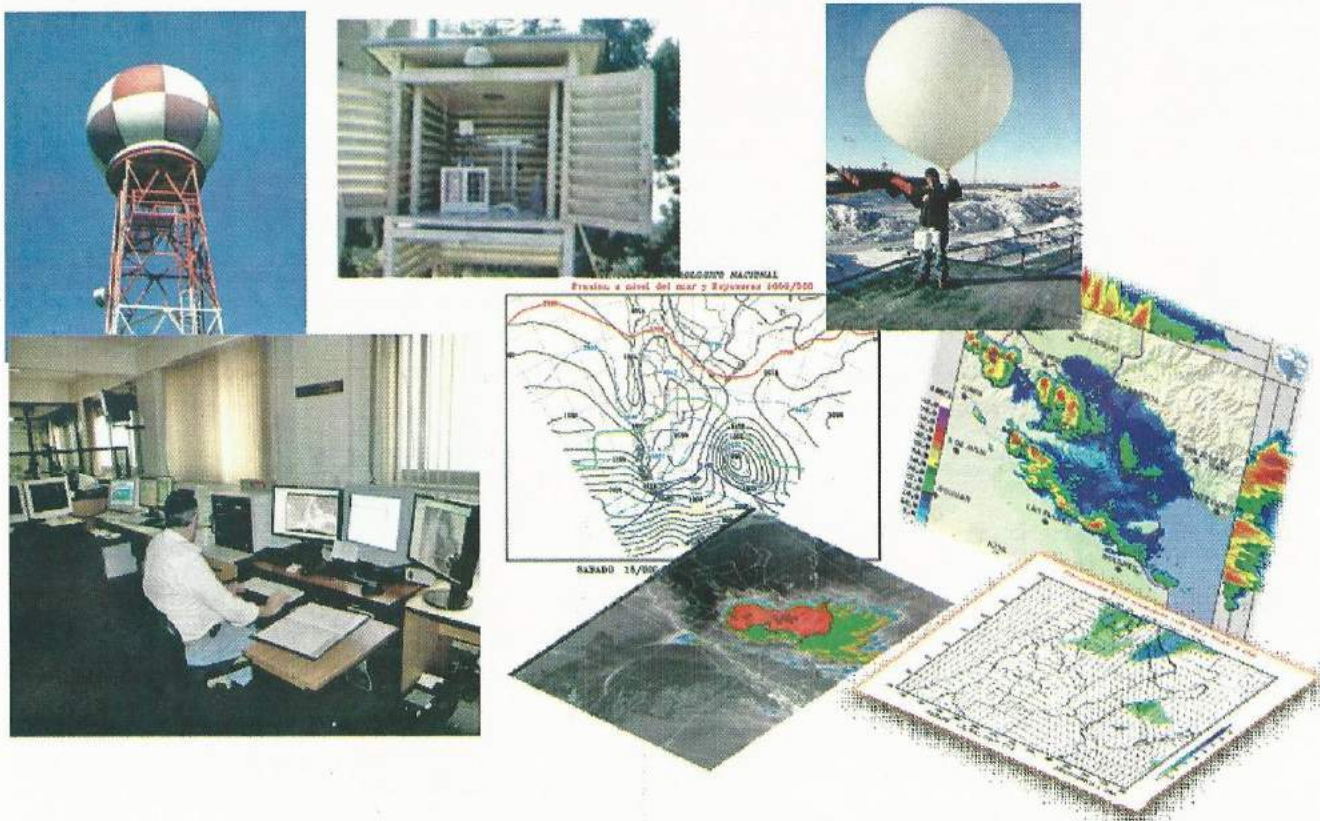
La Dirección Nacional de Protección Civil (DNPC) distribuye la información del Sistema de Alerta a todas las Direcciones Provinciales de Protección Civil. En tanto el SMN, emite a través de fax y correo electrónico a todas las dependencias provinciales propias, a las agencias estatales, agencias de noticias, tanto estatales como particulares, publica en su sitio web, envía la información a sus suscriptores, y atiende a los usuarios que así lo requieran por teléfono.

Entretanto, las coordinaciones por eventuales emergencias de origen nuclear se realizan directamente con la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). En cumplimiento con los protocolos internacionales, se viene realizando una interacción no sólo a través de productos derivados del modelo de pronóstico numérico ETA-SMN, sino con la participación activa del CMN en los simulacros propuestos por ARN, que se realizan mensual y anualmente.

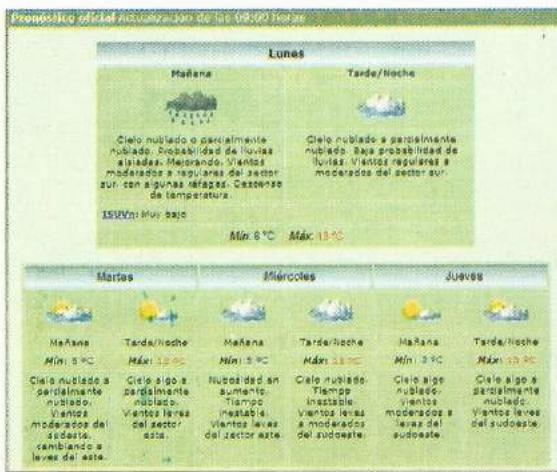


Se brinda en estos casos, información relativa a la deposición y trayectorias de las plumas radioactivas, con asistencia de los centros mundiales de Washington y Montreal. En el 2011, se utilizó el modelo de dispersión HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) dentro del marco del modelo de predicción ETA-SMN. Con respecto al transporte de sustancias tóxicas, ante el requerimiento realizado por la DNPC, se realizaron los protocolos necesarios a fin de dar una respuesta inmediata y la información más relevante para el caso de algún derrame en la vía pública.

Otros organismos gubernamentales y no gubernamentales tienen establecida una relación directa de cooperación mutua, no sólo ante la emergencia sino en la prevención y la producción. El Instituto Nacional del Agua (INA), la Subsecretaría de Recursos Hídricos y distintos organismos del área energética (por ejemplo, Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande), agrícola y de turismo, utilizan para su planificación el asesoramiento de los productos que el CMN realiza para cada usuario en particular. De acuerdo a sus necesidades, se destacan los fenómenos o parámetros más sensibles para cada sector.







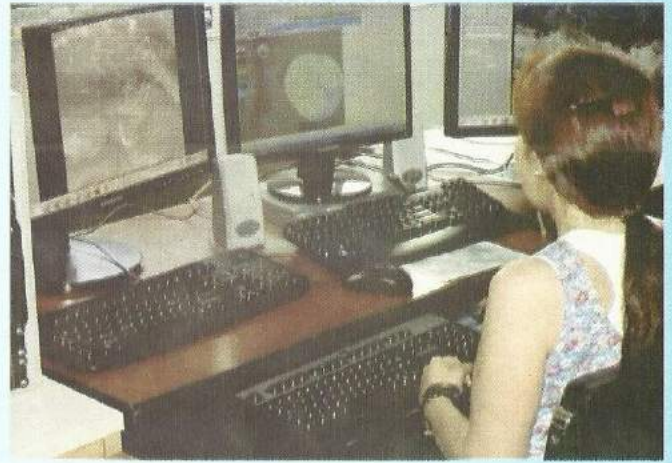
El SMN permanentemente participa de las diversas actividades y programas científicos del Programa de Observación Voluntaria de Buques y el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (GMDSS, por sus siglas en inglés). Desde 1932, tras la firma del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS, por sus siglas en inglés), el CMN brinda información meteorológica (pronósticos para navegantes) destinada a preservar la seguridad de las personas que se dedican al servicio de las actividades de transporte, recreación, pesca, investigación, etc. en el Océano Atlántico Sur. Esta información se cursa a Prefectura Naval, quien retransmite a sus usuarios, tanto en puertos como embarcados. Además, esta disponible en la página web del SMN, en la página web del GMDSS (<http://weather.gmdss.org/VI.html>) y via Inmarsat-C SafetyNET en el marco del sistema de transmisión marina de la Organización Meteorológica Mundial.

A principios del año 2008, la erupción del Volcán Llaima, luego en mayo del mismo año, la del volcán Chaitén y posteriormente la del Volcán Cordón-Caulle en junio del 2011, -destacado por su actividad por más de 10 meses-, mantuvo muy activa a la VAAC-BUE (Buenos Aires Volcanic Ash Advisory Center), perteneciente a la División Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos. Su tarea de vigilancia y pronóstico de las trayectorias de las nubes de ceniza volcánica, produce información de gran valor para la seguridad en las vías de aeronavegación. La información que elaboran los pronosticadores que la operan, no sólo exige la vigilancia permanente de toda el área bajo responsabilidad, sino también la generación de parámetros para inicializar los modelos de dispersión y transporte de ceniza volcánica que se procesan en el SMN, y luego interpretar y diagnosticar esas salidas realizando los mensajes y la cartografía necesarias para dar cumplimiento a las normas vigentes. La interacción con las otras ocho VAAC del resto del mundo, es permanente y en especial con la VAAC Washington. En éste último evento, destacable por su gran magnitud y persistencia, fue invitado personal operativo del área para interactuar con personal de la NOAA, asesorándose y compartiendo experiencias sobre los informes, salidas de modelos de dispersión y la vigilancia. Por ésta y otras actuaciones que viene realizando la VAAC-BUE, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), recientemente destacó su labor.

Otras de las prestaciones que realiza el CMN es el apoyo al Plan Nacional de Manejo del Fuego, asesorando a su personal y elaborando pronósticos de aplicación para asistencia en caso del desarrollo de incendios forestales o de pastizales.

Pero, en muchas otras ocasiones, las previsiones del tiempo, sirven para planificar o dar respuesta a preguntas más sensibles en la vida diaria. Cómo abrigarse una mañana de invierno, una planificación de fin de semana, un paraguas que será necesario más tarde, es también parte de nuestra reconocida y útil información, que está permanentemente disponible al usuario como un servicio.





La información meteorológica permite a los usuarios desarrollar o adoptar tácticas en respuesta a los cambios de tiempo, que pueden tener incidencia directa, sobre pequeñas y grandes economías. Con conocimientos apropiados, redes meteorológicas, modelos numéricos de pronósticos de alta resolución, redes de radares, procesadores de imágenes satelitales, comunicaciones confiables y veloces, los pronósticos llegan a sectores de la comunidad que se benefician con productos y servicios que aumentan su seguridad, además de dar un valor agregado a sus actividades.

El SMN se renueva permanentemente aplicando y experimentando con nuevas tecnologías. Pone especial cuidado en la actualización del personal, que desarrolla sus tareas operativas las 24 horas los 365 días del año. Las tareas que se realizan en esta área son monitoreo, vigilancia, diagnóstico y pronóstico, las que exigen alta especialización, actualización y experiencia. Éstas se adquieren, no sólo a través del trabajo, la investigación y el estudio, sino también desde el compromiso del personal con su labor diaria, para brindar un servicio de calidad y utilidad a la comunidad permanentemente.

Legales Suscripción Institucionales Acerca de... Contacto QMM

**Servicio Meteorológico Nacional**  
Creado el 4 de octubre de 1872  
Secretaría de Planeamiento  
Ministerio de Defensa

**140 Años**  
Al servicio del País

Inicio Intramet SMN Links Breves del Clima Preguntas frecuentes RSS Estudios Especiales

Buscar en el sitio

Temperatura actual en la ciudad de Buenos Aires  
**18.1°C**  
Frio

NOVEDADES

- Apoyo Meteorológico
- Observaciones
- Estado del Tiempo
- Centro de Meteorología por Sensores Remotos
- Ozono
- Productos Elaborados
- Pronósticos y alertas
- Información Aeronáutica
- Climatología
- Agrometeorología
- Hidrometeorología
- Met. Marítima y Fluvial
- Meteorología Antártica
- Prensa y Difusión
- Formación Profesional
- Biblioteca Nacional de Meteorología
- Museos Meteorológicos
- Material Didáctico
- MeteoBlogs

**Pronóstico meteorológico para la navegación en el Río de la Plata**

Buenos Aires, 02 de Julio de 2012

**CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LA COSTA SUDESTE DE URUGUAY, RIO DE LA PLATA Y DELTA DEL PARANA A LAS 9:00 HORAS DE HOY:**

**COSTA SUDESTE DE URUGUAY:** Soplaban vientos del sector sur con velocidad alrededor de 15 kt. con ráfagas. El cielo se hallaba nublado. Se registraban lluvias aisladas y chaparrones.

**RIO DE LA PLATA EXTERIOR:** Soplaban vientos del sector sur con velocidad alrededor de 10 kt. El cielo se hallaba nublado. Se registraban lluvias aisladas y chaparrones.

**RIO DE LA PLATA INTERIOR Y DELTA DEL PARANA:** Soplaban vientos del sector sur con velocidad alrededor de 10 kt. El cielo se hallaba nublado. Se registraban lluvias aisladas y chaparrones.

**PRONOSTICO DE LAS 12:00 HORAS CON VALIDEZ HASTA LAS 06:00 HORAS DEL DIA MARTES**

**COSTA SUDESTE DE URUGUAY:** Vientos fuertes (22 a 27 kt) o muy fuertes (28 a 33 kt) del sector sur, con ráfagas, en disminución hacia el final del periodo. Cielo nublado. Probabilidad de lluvias y chaparrones. Mejoramientos temporarios.

**RIO DE LA PLATA EXTERIOR:** Vientos fuertes (22 a 27 kt) o muy fuertes (28 a 33 kt) del sector sur, con ráfagas, en disminución hacia el final del periodo. Nubosidad variable. Probabilidad de lluvias aisladas. luego mejorando.

**RIO DE LA PLATA INTERIOR Y DELTA DEL PARANA:** Vientos fuertes (22 a 27 kt) del sector sur, disminuyendo a moderados (11 a 16 kt) hacia el final del periodo. Cielo parcialmente nublado a nublado. Probabilidad de lluvias aisladas. Mejoramientos temporarios.

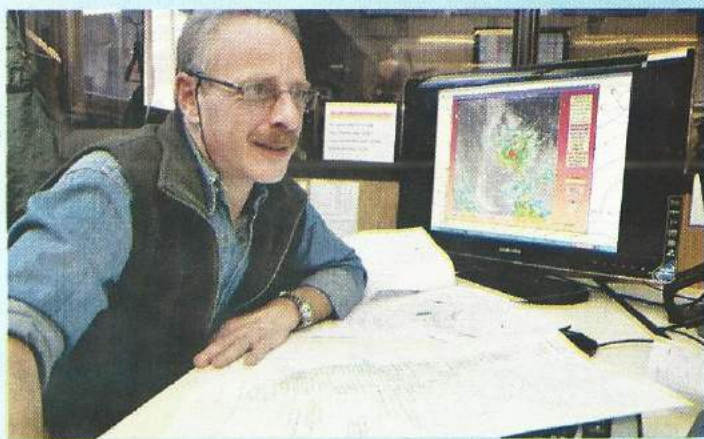


## A la hora de declarar alerta meteorológica

“¿Podemos dejar la entrevista para otro momento? Hoy es un día complicado”, dijo en el primer encuentro María Eugenia Guichandut, Jefe del Centro Meteorológico Nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Justamente, en esa fecha desde esa dependencia se había lanzado el alerta meteorológico por lluvias para distintos distritos de la Argentina. El temporal no daba tregua. Es más, en algunos sitios ya había un centenar de personas evacuadas, rutas cortadas y suspensión de clases. La oficina del sexto piso del edificio porteño de 25 de Mayo 658 estaba dedicada de lleno a la ajetreada actividad. Distintos organismos nacionales y locales aguardaban sus informes para decidir acciones a tomar.

Una semana después, cuando el alerta había cesado, fue posible el reportaje. Ahora, se registraba más calma y “satisfacción por el trabajo realizado dado que se advirtió a tiempo de la situación a los organismos de respuesta correspondiente”, indica Guichandut, quien tiene a su cargo la parte operativa donde se elaboran los pronósticos, se realiza la vigilancia meteorológica y se declaran los alertas en base a la numerosa información meteorológica de superficie, de altura y satelital, además de los modelos de pronóstico numérico que permanentemente reciben y procesan.





“El pronosticador que está de turno operativo evalúa toda esta información, realiza un diagnóstico de lo que está pasando, y elabora entonces sus predicciones. Esta tarea tiene un alto nivel de complejidad puesto que se debe interpretar y analizar las informaciones que aportan las imágenes satelitales y los radares, los modelos de pronóstico numérico donde la nueva tecnología avanza cada día más, y los datos meteorológicos de todo el país, obtenidos por la Red de Estaciones Meteorológicas”, señala., sin dejar de destacar: “La experiencia tiene gran importancia, ésta fue adquirida no sólo a través de los años sino por la continuidad en las tareas, teniendo en cuenta que las predicciones que se realizan son para todo el país y mares adyacentes. Por supuesto, que se vale de herramientas tecnológicas, como principal aliada la computadora, que sirve para procesar, superponer imágenes, presentaciones, mapas entre otros que de acuerdo con la situación necesitará observar con más o menos detenimiento”, precisa, y enseguida compara en relación con el pasado: “Hoy podemos tener más información y procesarla de manera más rápida. Antes se hacía un pronóstico a 48 horas, hoy es a 96 horas. La gente cada vez exige más. Lo que uno hace tiene un valor para aplicar muy alto que también es demandado por el sector energético, productivo para plantear estrategias y hasta en la parte social: ¿salgo de viaje o no el fin de semana?”

Cuando el buen tiempo acompaña es posible compartir algún mate en la jornada laboral, pero si el panorama se oscurece comienzan a vivirse allí la tormenta antes que en ningún otro lugar. ¿En las ocasiones que deben declarar el alerta, cómo lo deciden? “A través del análisis de datos, de los modelos, de los distintos indicadores; el pronosticador evalúa. Entonces, viene la consulta porque la decisión se toma en equipo”, precisa Guichandut con 33 años de profesión.

En este sentido, Alicia Cejas, pronosticadora con 20 años de experiencia, relata: “En el momento de decidir si dar un alerta o no, esto se charla. No es una decisión de una sola persona. Somos varios los que interactuamos en este piso. Se piensa mucho antes de tomarla, porque para nosotros sería más fácil alertar, por las dudas. En el SMN eso no se hace. Tratamos que cuando salga una información que pueda afectar a la población, tener cierta seguridad. No se debe alarmar por alarmar”.

En este sentido, Cejas coincide con Gabriela Scetta, pronosticadora auxiliar, en que “del informe que salga de esta oficina dependerá la decisión importante que adopten muchos organismos. Para nosotros es una responsabilidad muy grande”.

No hay puntos medios. “La decisión de dar el alerta es: sí o no. Blanco o negro”, describe Guichandut. Precisamente, esa situación aunque puede repetirse numerosas veces a lo largo de los años de profesión, siempre ofrece el mismo desafío y no poca adrenalina. “Es el momento más importante del meteorólogo porque puedo advertir a la gente de un suceso que es importante transmitirlo”.

Una vez resuelto dar el alerta, se debe definir el área geográfica que abarcará y el texto que transmitirá la noticia. Un protocolo instaurado desde hace varios años define los organismos de respuestas que deben recibir el mensaje. El primero de ellos es la Dirección Nacional de Protección Civil, así como Prefectura, Hidrografía, Instituto Nacional del Agua, entre otras dependencias oficiales. Por otra parte, también se informa a las agencias noticiosas.



## De avisos y volcanes

“El alerta meteorológico tiene una vigencia de seis horas. El aviso a corto plazo está dedicado a un área más restringida”, diferencia Guichandut. En el mismo piso, se ubica la División de Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos, a cargo del pronosticador Gabriel Damiani. “El alerta meteorológico maneja una escala mayor de tiempo y espacio, en cambio nosotros detectamos fenómenos puntuales dentro de áreas ya en alerta. Damos aviso cuando vemos que una zona determinada puede ser afectada en el corto plazo por granizo o tormentas severas”, ejemplifica Damiani, quien también es responsable de VAAC Buenos Aires, como se conoce al Centros de Avisos de Cenizas Volcánicas, de los cuales hay nueve en todo el mundo, siendo uno de ellos el de la Argentina.

“Nuestra tarea de monitoreo y pronóstico de la dispersión de ceniza para la aeronavegación es una de las funciones principales. VAAC Buenos Aires, de donde soy supervisor, cubre casi la totalidad del espacio aéreo de Sudamérica”, grafica Damiani. En el último tiempo, ha tenido en sus manos el seguimiento de los efectos causados por la erupción del Chaitén y Puyehue en la cordillera de los Andes. ¿El balance de la gestión? “No hubo accidentes. Hubo un pequeño incidente con una aeronave en Bariloche en el caso del Chaitén, que tuvo un daño menor. Luego, no hubo daños ni accidentes”, evalúa. Cabe aclarar, que ambos casos ocuparon un lapso prolongado en el tiempo, alrededor de un año cada uno.

En el caso del Puyehue no los tomó de sorpresa. “Recibimos el alerta roja el día antes. Unas 12 ó 18 horas antes de la erupción nos llegó el informe”, recuerda. Y ante la consulta de cuál es a su criterio la situación de su trabajo más gratificante, contesta: “Es diaria. Cuando uno puede ayudar, avisar de la erupción volcánica lo antes posible de manera que ninguna aeronave corra riesgo de entrar dentro de ella, o tratar de pronosticar la dispersión de las cenizas del mejor modo para mantener la seguridad de vuelo, sin restringir demasiado la misma”.

La misma filosofía comparte el equipo que tiene en sus manos los informes meteorológicos y alertas. “Hoy, los camiones que cruzan la cordillera por el paso internacional “Cristo Redentor” en Mendoza esperan el informe en la localidad de Uspallata antes de subir. Antes la gente quedaba atrapada en la nieve porque no podían bajar. El alerta es para ellos un gran avance y puede salvarles la vida”, rescata Guichandut.

## Siempre hay luz

Los 365 días, durante las 24 horas, el servicio trabaja para atender las más diversas necesidades de todo el país. “Hay usuarios de pronósticos especiales. Los transportadores de gas tienen desde hace 20 años contacto directo y se les informa como será la temperatura a 36 horas, para anticiparse al pedido de los clientes”, marca Guichandut, y agrega: “Recursos Hídricos tiene un pronóstico más extendido como el de temperatura sostenidas altas en verano, porque en esas circunstancias habrá más demanda eléctrica y, por ende, mayor consumo a conformar”.





Nochebuena, Año Nuevo y feriados diversos se viven trabajando. “Aquí siempre hay gente. De noche, acá siempre se verá una luz encendida”, señala Guichandut. A pesar de que los turnos son de doce horas, aún luego de haber terminado la jornada laboral, siguen conectados con su trabajo. “Si uno se va dejando toda una área con anuncio de nevadas, tormentas fuertes, uno se va a la casa con preocupación, y no es raro que uno se conecte a Internet para fijarse”, comenta Scetta.

Se trata de un trabajo con una peculiaridad como advierte Cejas: “Quizás haya otros así, pero el nuestro es uno de los pocos que cuando uno se equivoca lo sabe todo el mundo. Si un oficinista comete un error, lo sabe sólo su jefe”, compara. Claro, que en el caso contrario como ocurre la mayoría de las veces, “es lo más gratificante de la tarea. Si uno pronostica que habrá una mejora del tiempo al mediodía, y a esa hora observa salir el sol, es muy gratificante”, subraya Cejas, quien remarca: “Me gusta lo que hago porque es un desafío diario a la naturaleza”.

Si bien hay días difíciles, situaciones límites en que deben tomar decisiones claves con enorme responsabilidad, también saben que fruto de su trabajo recogen logros muy valiosos como el de salvar vidas o anticiparse para minimizar las inclemencias del tiempo a millones de argentinos. Como señala Guichandut: “Es estresante, pero hay un espíritu fuerte de trabajo para adelantarse y advertir a tiempo”. O quizás, podría decirse una verdadera pasión por la profesión.

### Llamadas de todo tipo

- *Me voy a casar en dos noches. ¿Lloverá?*
- *Sí.*
- *¿Qué hago?*
- *Cásese*

Este diálogo ocurrió y es uno de los tantos llamados que ha atendido, María Eugenia Guichandut, Jefe Centro Meteorológico Nacional del SMN, a lo largo de su extensa trayectoria.

Por su parte, la pronosticadora Alicia Cejas, menciona que por cambios de la organización ya no se atienden más llamados del público, pero no olvida que cuando cumplía el turno nocturno era habitual “el llamado de gente sola con miedo a las tormentas”. En este sentido, Gabriela Scetta, recuerda: “Todos los días a la tardecita llamaban mamás para completar la tarea escolar de sus hijos, y preguntaban, por ejemplo, cómo se dividía la atmósfera”.



# PROBABILIDAD DE LAS LLUVIAS INTENSAS EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Por ADOLFO A. MARCHETTI\*

estudia la probabilidad de las lluvias intensas de corta duración de Buenos Aires con una serie de datos pluviográficos de (1-1950) registrados en el Observatorio Central. Se han considerado duraciones de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos. Este trabajo será complementario del publicado en "Meteoros", Año II, página 7.

Los datos obtenidos se representan en un gráfico de probabilidad en el que se traza una recta para cada uno de los períodos de duración. Con estas líneas es posible determinar el valor probable de la intensidad de las lluvias de un período determinado que puede producirse una vez cada cierto número de años.

In this work is studied the probability of the intense rainfalls of short duration in the city of Buenos Aires, based on data from the rain gauge at the Central Observatory, of Buenos Aires, during a period of (1-1950). Periods duration of 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes are considered. We can take this work as a complement of that published in "Meteoros", Año II, Nos. 1-2, 7th page.

The data obtained are showed in probable graphic, in which is traced a straight line for each duration period. With these lines is possible to determine the probable value of the intensity of precipitation of a determined period which can produce it one time in a certain period of years.

## MÉTODO

En el presente trabajo de las lluvias intensas publicado por el autor en esta misma obra se marca la frecuencia de los casos registrados durante 30 años en el Observatorio Central de la Ciudad de Buenos Aires, para obtener curvas representativas de intensidad y cantidad de lluvia en función del tiempo para frecuencias de 1, 2, 3, 4, etc., veces por año para períodos de tiempo de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos.

En el presente trabajo, complementario del anterior y realizado con los datos de registro, estudia la probabilidad de las lluvias intensas en función de los intervalos de tiempo.

Para predecir fenómenos naturales se emplean procedimientos lógicos basados en la predicción en los record de datos registrados. Con el uso de estos procedimientos para la determinación de intensidad de precipitación que pueden producirse con cualquier frecuencia se puede obtener resultados aceptables siempre que existan series de datos registrados en los que se pueda apoyar la determinación, ya habido interrupciones importantes en los períodos de tiempo. Los procedimientos de probabilidad se aplican frecuentemente

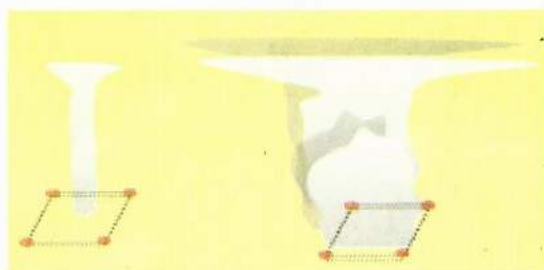
En Meteoros,  
Año III,  
1953



# ¿Cómo lograr un pronóstico más preciso de las tormentas?

En Argentina, las tormentas pueden producir fenómenos, que según su intensidad pueden ser considerados "severos", tales como los tornados, el granizo gigante, las lluvias intensas, y los vientos fuertes, afectando a la población. El impacto social y económico de estos fenómenos ha motivado la investigación basada en observaciones y también en productos de modelos conceptuales o numéricos.

El pronóstico de este tipo de eventos se puede realizar utilizando modelos numéricos de la atmósfera que consisten en complejos programas de computación. Los mismos realizan un pronóstico de las condiciones meteorológicas, mediante la resolución de un sistema de ecuaciones matemáticas que representan la física de la atmósfera. Estas ecuaciones parten de una condición inicial conocida y pronostican el estado de la atmósfera en un tiempo futuro, resolviendo las ecuaciones en puntos de retícula distribuidos regularmente. La distancia entre dos puntos de retícula es lo que denominaremos la resolución horizontal del pronóstico.



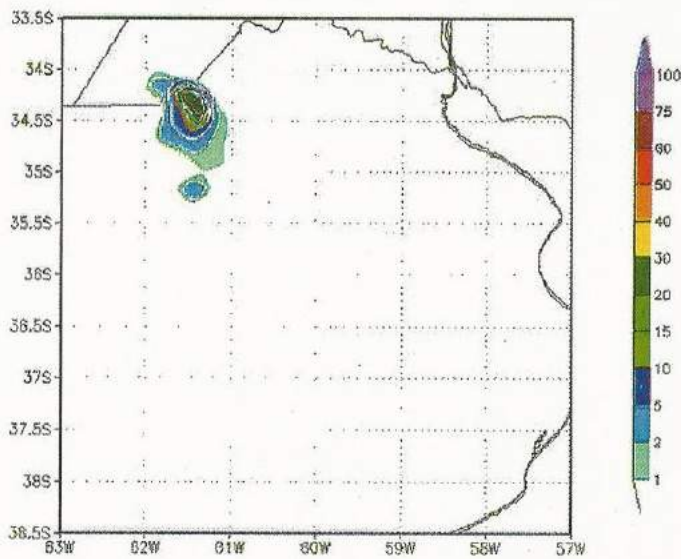
En el caso del pronóstico de las tormentas, dado que es un fenómeno cuya escala espacial es chica, para poder describir las características de este tipo de fenómenos, es necesario trabajar con una resolución horizontal alta, de algunos pocos kilómetros. Como se ve en la figura de arriba, si la nube de tormenta es más chica que la distancia entre dos puntos de retícula consecutivos, el modelo no podrá representar el fenómeno correctamente. Al aumentar la resolución se incrementa el número de puntos de retícula necesarios para cubrir una misma región, esto hace que el número de cálculos aumente y en consecuencia el tiempo de cómputo necesario para realizar el pronóstico.



Foto gentileza Luciano Vidal



Pronóstico de precipitación del modelo BRAMS-SMN 8km



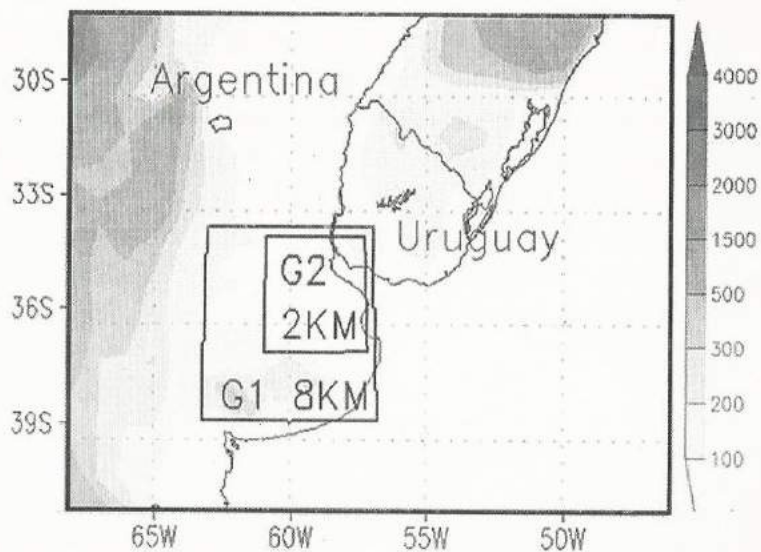
Los modelos numéricos nos brindan información de cómo serán las condiciones meteorológicas en un tiempo futuro. En la figura se puede ver como resulta la precipitación pronosticada a 4 horas para un día en particular, en un intervalo de 10 minutos de tiempo.

Este pronóstico abarca el período nocturno, en el que la formación y desarrollo de tormentas es más frecuente en esta región. Tanto la extensión del área y el tiempo de pronóstico están limitados por la capacidad de cómputo, dado que es necesario generar el pronóstico en un tiempo que resulte de utilidad para realizar una previsión.

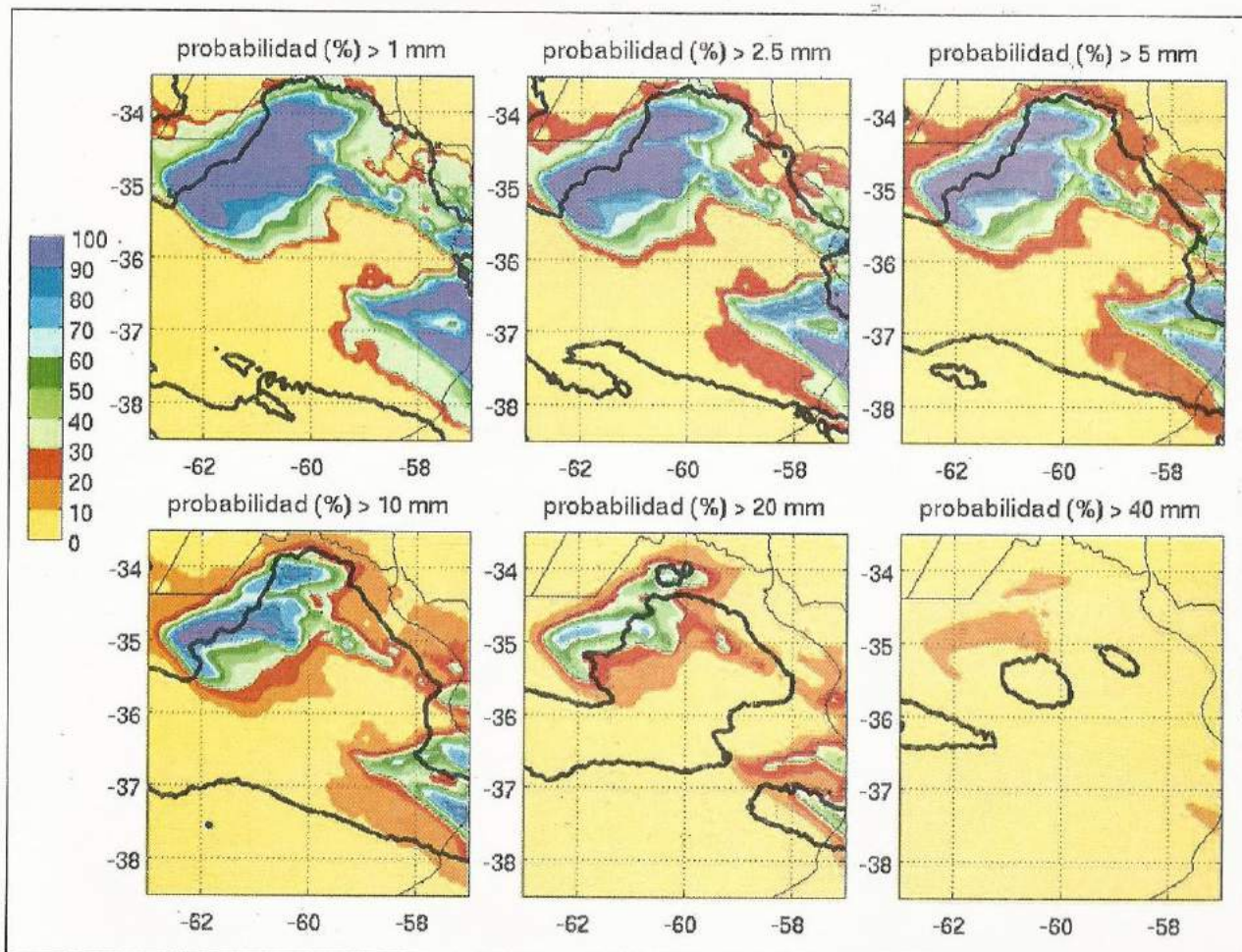
Dada la naturaleza caótica de la atmósfera, el pronóstico del tiempo mediante modelos numéricos tiene un grado de incertidumbre que depende del día de pronóstico en particular y además aumenta a medida que trabajamos en una escala más pequeña. Por ese motivo es necesario cuantificar de alguna forma dicha incertidumbre dándole un valor de probabilidad de acierto al pronóstico para lo que se realiza un pronóstico probabilístico. A partir de los errores del pronóstico para una secuencia de días, mediante el método de regresión logística, se calcula la probabilidad de acierto del pronóstico en cada punto del dominio. En la figura se muestra a modo de ejemplo la probabilidad de acierto del pronóstico de precipitación acumulada de 12 horas superior a diferentes valores umbrales.



Actualmente en el Servicio Meteorológico Nacional, se realiza una vez al día, un pronóstico a 18 horas con el modelo Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System (BRAMS). Se puede ver en la figura la región que cubren los dominios de alta resolución.



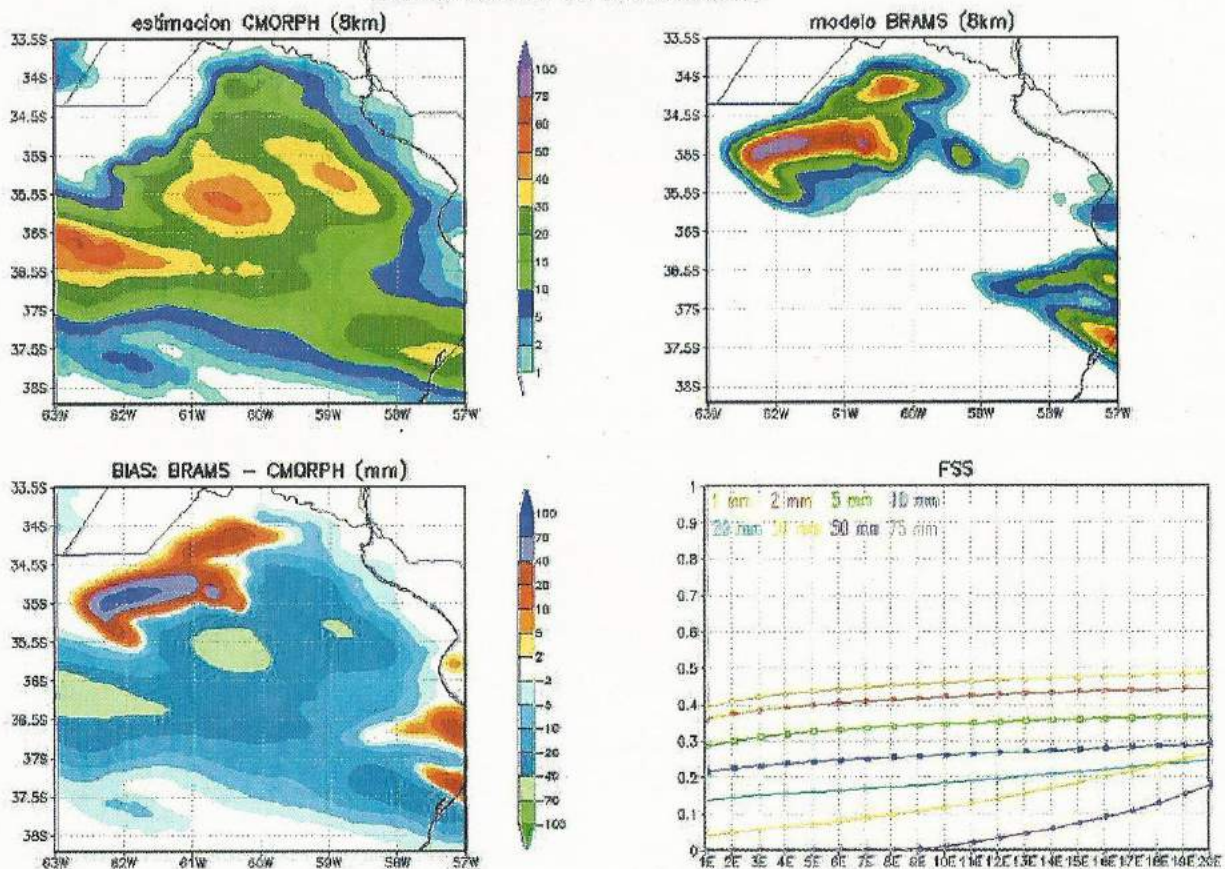
Pronóstico Probabilístico de lluvia





Por otro lado, es fundamental realizar una evaluación del pronóstico con observaciones, con el fin de medir la calidad del mismo. Al trabajar en alta resolución, surge la dificultad que representa disponer de información que cubra toda el área con una resolución acorde a la del pronóstico. Actualmente se están utilizando estimaciones de precipitación mediante satélite con una resolución espacial de 8km y temporal de 30 minutos (CMORPH), para realizar la verificación de los pronósticos. Es importante destacar que este tipo de medición indirecta no deja de ser una estimación y requiere ajustes, especialmente en la región de Sudamérica.

Verificación de precipitación acumulada en 12 horas (mm)  
desde las 00Z a las 12Z del día 31ENE2012

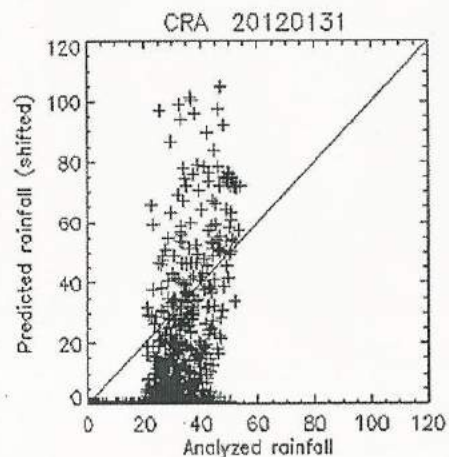
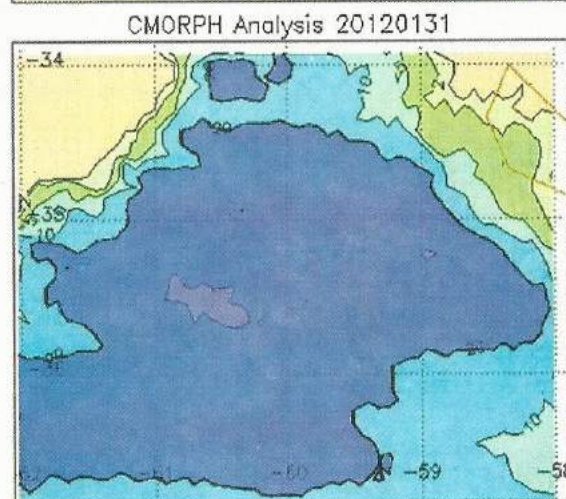
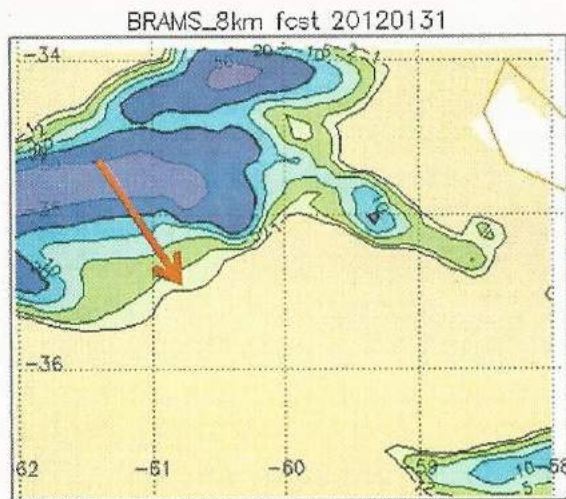


DSB: CMA/DES



Para la verificación del pronóstico se aplican distintas metodologías, que incluyen el cálculo estadísticos tradicionales pero también otras más apropiadas para la alta resolución, como los métodos de verificación difusa y la identificación de entidades. El sistema de pronóstico en alta resolución implementó en forma experimental con el modelo BRAMS en el Servicio Meteorológico Nacional, con un pronóstico determinístico, un pronóstico probabilístico y un esquema de verificación de los resultados. El desarrollo e implementación de este sistema se pudo llevar a cabo gracias al esfuerzo conjunto de investigadores del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el CONICET, el Departamento de Ciencias de la Tierra y la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires (DCAO-UBA) y el Centro de Investigación y Desarrollo en Meteorología y la Atmósfera (CIMA).

Verificación objetiva de precipitación



BRAMS\_8km 00-12 fcst 20120131 n=1127  
 (-36.75°, -61.93°) to (-33.95°, -58.01°)  
 Verif. grid=0.072° CRA threshold=20.0 mm/d

	Analyzed	Forecast
# gridpoints $\geq 20$ mm/d	1005	212
Average rainrate (mm/d)	28.30	10.83
Maximum rain (mm/d)	53.85	104.67
Rain volume (km <sup>3</sup> )	2.05	0.79
Displacement (E,N) = [-0.62°, 0.79°]		
	Original	Shifted
RMS error (mm/d)	32.43	24.36
Correlation coefficient	-0.539	0.497
Displacement may be wrong - correlation not signif.		
Error Decomposition:		
Displacement error	43.6%	
Volume error	29.0%	
Pattern error	27.4%	





## La atmósfera, vigilada por expertos

Es el mismo día y cada uno acude a su lugar de trabajo enfrentando las diferencias climáticas de la Argentina. Se trata del 29 de agosto de 2012 y temprano a la mañana en el Observatorio de Pilar en Córdoba se registra  $5,1^{\circ}$  de temperatura, y viento norte a 16 kilómetros por hora; en tanto en La Quiaca, en Jujuy, el termómetro a las 8 horas marca  $-4,4^{\circ}$  con viento calmo. En el otro extremo, a la misma hora en la Base Antártica de Marambio, la sensación térmica es de  $-8,9^{\circ}$ , con viento a 33 kilómetros por hora en una mañana nublada.

Cada uno de ellos forma parte del equipo de Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica (VAyGEO) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que tiene como misión: medir y estudiar variables que influyen en el clima global y regional como radiación solar, radiación ultravioleta (UV), gases de efecto invernadero y monitoreo de la capa de ozono. Además de medir el Campo Magnético Terrestre y la Ionósfera.



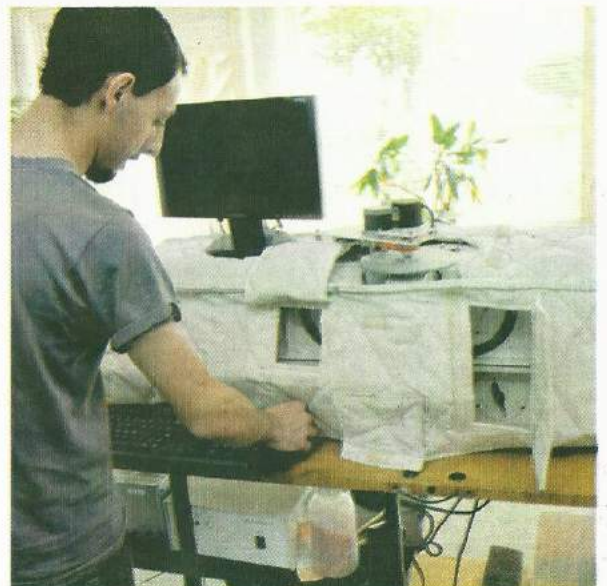
Desde el Observatorio Central de Buenos Aires, el Jefe de Departamento de VAYGEO, MSc. Gerardo Carbajal Benítez, señala: “Todos los datos que se toman en las distintas estaciones de todo el país, los concentramos acá. Una de las tareas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) es enviar todos estos datos a los centros mundiales. El del ozono está en Canadá; para los gases de efecto invernadero hay que remitirlo a Japón; muy próximamente tendremos que hacerlo para radiación solar, que está ubicado en Rusia. Y actualmente estamos por entrar a la base mundial de datos geomagnetismo”.

Durante las 24 horas, desde La Quiaca hasta la Antártida, un plantel de medio centenar de personas llevan adelante el objetivo de VAYGEO, que como lo define MSc Carbajal Benitez es “coordinar las actividades de las divisiones, observatorios y estaciones, donde se realizan mediciones de algunas variables que influyen en el clima global y regional, así como el Campo Magnético Terrestre y la Ionosfera. Con la finalidad de poner a disposición los datos obtenidos en los centros mundiales de recolección de datos, además de instituciones de carácter nacional que así lo soliciten”.

Para cumplir con este fin, desde VAYGEO se realizan diferentes actividades. Algunas de ellas son la calibración de sensores y equipos mediante intercomparaciones nacionales, regionales y mundiales; lanzamiento de ozonosondas en Marambio y Ushuaia.; las mediciones de radiaciones solar y UV, gases de efecto invernadero. Ozono Troposférico, Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Clorofluorocarbones, Ozono Estratosférico; procesamiento de datos; investigación y participación en Congresos Científicos, simposios, Workshop, etc.

“Ante la OMM, somos centro regional de calibración de espectrofotómetro Dobson. En el año 2010 –precisa MSc Carbajal Benitez- hubo una intercomparación a nivel regional. Vinieron representantes de Brasil, Chile, Paraguay, Cuba, México, Uruguay, Perú Suiza, Estados Unidos y Japón. También Argentina es centro regional de calibración de sensores que miden radiación ultravioleta, instrumentos para medir ozono superficial (TEI49 y TEI49C). Y en el mismo año se realizaron intercomparaciones para cada una de ellas”.

Por último, MSc Carbajal Benítez, destaca que “uno de los proyectos es la actualización de los mapas de geomagnetismo, que resultan de importancia para el tráfico aéreo. Éstos se hicieron año tras años hasta 1969; y en el 2013 la Argentina lo retomará”.







A lo largo y ancho de la Argentina, VAYGEO tiene sus diversas sedes. Es que está conformado por el Observatorio Geomagnético y Meteorológico La Quiaca, en Jujuy; el Observatorio Geomagnético y Meteorológico Pilar, en Córdoba; el Observatorio Mendoza; Estación de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) Ushuaia, en Tierra del Fuego; Observatorio Córdoba y Museo; Observatorio San Julián, en Santa Cruz; Estación Antártica Marambio (VAG) y Estación Antártica Orcadas (geomagnetismo).

Además, VAYGEO realiza intercambios y convenios con numerosos organismos nacionales e internacionales. Algunos de ellos son INTA, ESPAÑA; IFM, FINLANDIA; IHM, HOLANDA; UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, ESPAÑA; CITEFA; INSTITUTO DE FÍSICA DE ROSARIO (IFIR); UNIVERSIDAD DE LUJÁN (GERSolar); BRITISH GEOLOGICAL SURVEY, Reino Unido; UNIVERSIDAD DE TAKUSHOKU, Japón; NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), Estados Unidos; CENTRO MUNDIAL DE RADIACIÓN (PMD/WRC), Suiza y ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AVIACIÓN CÍVIL (ANAC).

### De ayer a hoy

La tarea que se realiza a diario en las distintas estaciones es explicada por MSc Carbajal Benítez: “La vigilancia de la atmósfera es automática. Los sensores cada minuto toman medidas, salvo el Dobson, que se hace cada hora manualmente. Todos estos aparatos están conectados a una computadora que centra toda



la información. Los observadores deben vigilar que el proceso se esté cumpliendo”. Estas labores que hoy forman parte de la rutina eran muy diferentes en el pasado. “Las mediciones de radiación solar eran totalmente manuales, es decir debía ir el operador y apuntarlo al sol, dejarlo una hora, y otra vez mover el aparato. Se usaban sensores gráficos, con una manijita que iba pintando. Esto lo hacía muy impreciso porque el papel con la humedad hace expandir la tinta, y no es seguro”, ejemplifica y a renglón seguido, añade: “Con el tiempo, el equipamiento tendió a automatizarse”. Otro aparato, que fue sacado del olvido por Daniel Agüero y puesto en exposición en el Museo “Walter G. Davis” del Observatorio Central de Buenos Aires, es señalado por MSc Carbajal Benítez: “Este instrumento es a cuerda y se llamaba impactómetro, hoy se conoce como medidor de polvo. Es como una aspiradora y a través de filtros va tomando la muestra”.

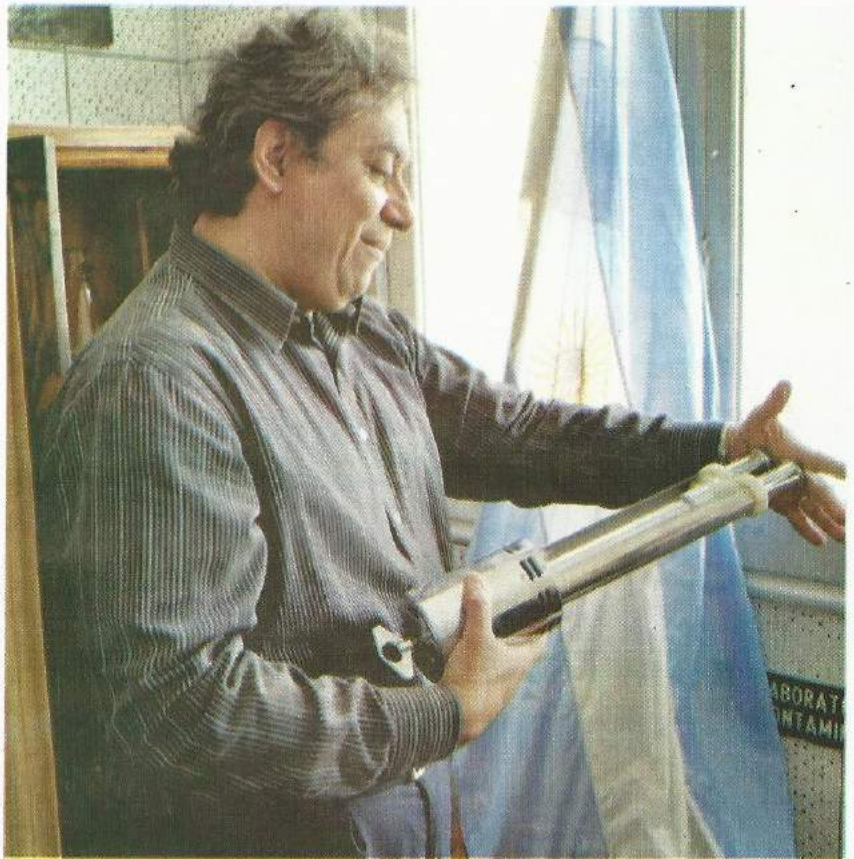


## Con miras a futuro

Ozono, Radiación y Geomagnetismo son las tres divisiones de VAYGEO, que son seguidos de cerca día tras día. “Los ozonosondeos se hacen en Ushuaia y Marambio, dos veces por semana en temporada de agujero, y sino una vez por mes porque cada uno se calcula que tiene un costo de mil euros por lanzamiento. Los datos de inmediato se mandan a OMM porque con eso se arman los boletines”, detalla.

Con respecto a la radiación, en el norte del país se observa un hecho inquietante. “En La Quiaca se presenta los valores mas altos a nivel mundial de radiación ultravioleta, arriba de 19 ó 20, cuando la escala que propuso la Organización Mundial de la Salud establece que de 0 a 4, es un valor normal, hasta 8 es moderado, y luego peligroso. Allí hemos llegamos a medir 21. Se está trabajando para sacar boletines de alerta de radiación ultravioleta”, anticipa.

Por último, MSc Carbajal Benítez, destaca que “uno de los proyectos es la actualización de los mapas de geomagnetismo, que resultan de importancia para el tráfico aéreo. Éstos se hicieron año tras años hasta 1969; y en el 2013 la Argentina lo retomará”.





## Valoración de posibles observaciones meteorológicas en el Océano Pacífico, al oeste de Chile, para la previsión del tiempo en la Argentina

Por WERNER SCHWERDTFEGER \*

La mayoría de los meteorólogos que se han ocupado del problema de circulación atmosférica sobre el hemisferio austral y del problema afín a la previsión del tiempo en el mismo ámbito — entre ellos el autor de estas líneas (8)— opinan que el paso más importante hacia un mejoramiento de los pronósticos a corto y medio plazo consistiría en una extensión hacia el oeste y el suroeste de la red de observaciones en superficie y en altura. Son notorias las dificultades que se oponen a la realización de semejante proyecto, pero sólo en base a tales observaciones podrían conocerse, a la par que las demás características de las situaciones sinópticas generales, los sistemas béricos y alobéricos sobre el Océano Pacífico austral, y calcularse las grandes corrientes en altura que influyen decisivamente en la propagación de aquéllos, razón por la cual se las llama "conducentes".

Ha de tenerse en cuenta, pues, que el análisis diario de las corrientes de aire en distintos niveles sobre los océanos del hemisferio norte, constituye el recurso más importante para el franco mejoramiento de todos los servicios de previsión del tiempo en Europa y Norteamérica a que se ha apelado durante el último decenio. La importancia práctica de los mapas sinópticos hemisféricos que así se trazan en base al trabajo de una red de buques meteorológicos en el Océano Atlántico, y en particular, en el Pacífico, está vinculada a la gran frecuencia con que existen, en la troposfera media y superior, corrientes aéreas desde el sector este. Por lo tanto, el valor de tales observaciones debería ser mayor aún en las latitudes medias del hemisferio sur, ya que la frecuencia de tales corrientes es mayor en este hemisferio que en el norte.

Por estas razones, no deja de llamar la atención que un conocido meteorólogo, el Dr. G. DEDEBANT (2), haya expresado en esta misma revista (pág. 196): "y se puede esperar que la falta de observaciones del Océano Pacífico Sud no constituye, finalmente, un obstáculo tan prohibitivo como lo ha sido para Europa, durante muchos años, la falta de observaciones del Océano Atlántico Norte".

Dada la importancia del tema y ante la eventualidad de que una opinión tal, expuesta en una revista de carácter científico, pueda gravitar

En  
Meteoros,  
Año IV,  
1954



# Algunas aplicaciones de un modelo de pronóstico regional en el SMN

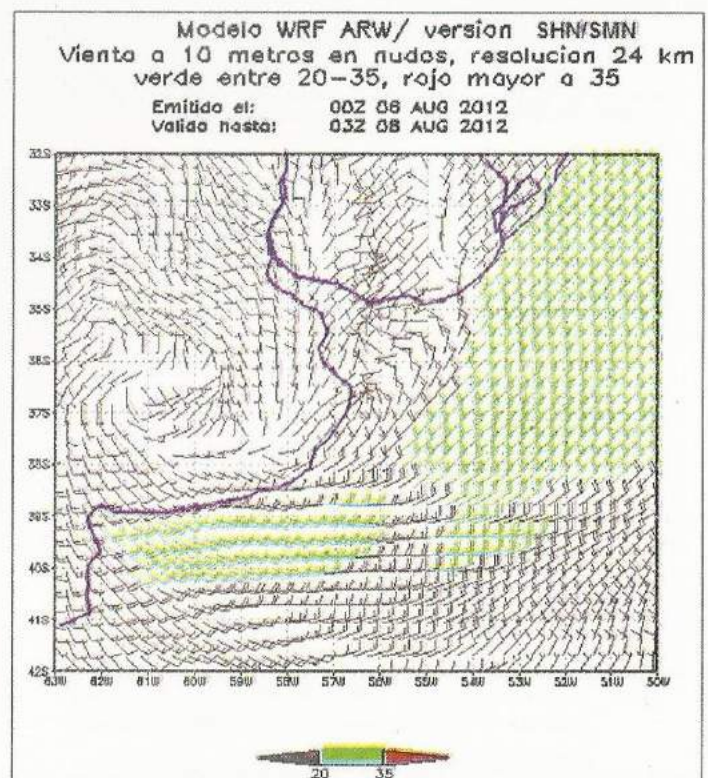
El modelo numérico de pronóstico del tiempo WRF-ARW (Weather Research and Forecasting – Advanced Research Weather), desarrollado entre diversas Instituciones de Estados Unidos, fue implementado desde febrero de 2010 en el marco de un convenio entre el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Servicio de Hidrografía Naval (SHN). El mismo, se procesa diariamente para el ciclo de las 00 UTC (21 hora local) en forma experimental, en un dominio que comprende Sudamérica y los océanos adyacentes, con una resolución espacial de 24 km. Se proveen pronósticos hasta 3 días, cada 3 horas, de las principales variables meteorológicas: campos de precipitación, presión a nivel del mar y temperatura a 2 metros, entre otras. En particular, sobre zonas costeras de Argentina y cubriendo áreas seleccionadas del Atlántico Sur, se provee mapas del viento a 10 metros, siendo de gran utilidad en los avisos a los navegantes (Figura 1).

Además de este procesamiento diario experimental, se desarrolla un amplio espectro de estudios de investigación con el objetivo principal de mejorar el pronóstico numérico del tiempo en la región.

## Verificación de los pronósticos

La verificación de los pronósticos del tiempo consiste principalmente en la comparación de los eventos pronosticados con los observados, con el fin de establecer la calidad de los mismos. Se ha implementado un sistema de verificación siguiendo la metodología que utiliza el Departamento de Procesos Automatizados del SMN, para la verificación del modelo operativo ETA. El análisis se realiza para las temperaturas extremas a 2 metros pronosticadas por ambos modelos (tanto el WRF-ARW como el ETA) a 24, 48 y 72 horas, en 20 estaciones de la red meteorológica del territorio argentino. Se completa el análisis de los datos con el cálculo de índices estadísticos y gráficos de dispersión. En la mayoría de las estaciones, independientemente del mes del año, se halló que el WRF-ARW tiene un mejor desempeño en el pronóstico de la temperatura mínima, mientras que el ETA, presenta un mejor desempeño en el pronóstico de la temperatura máxima (Figura 2)

Figura 1: Campos de velocidad y dirección del viento a 10 metros pronosticados por el WRF-ARW.





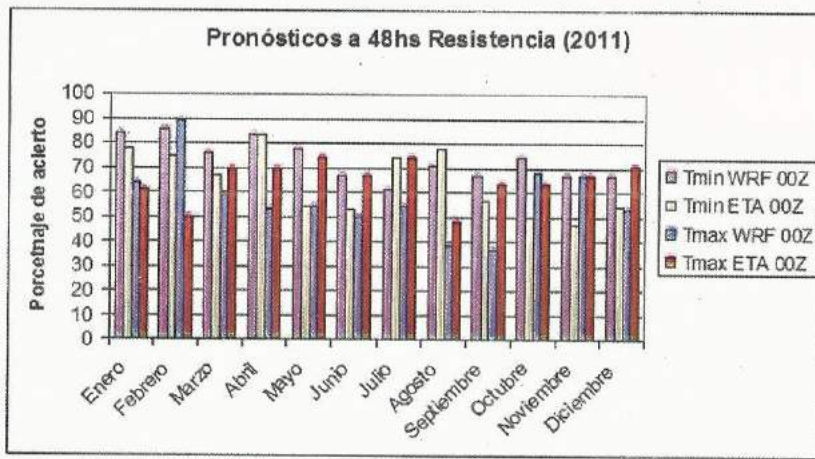


Figura 2: Porcentaje de aciertos del pronóstico a 48hs de temperaturas extremas del WRF y del ETA, inicializados a las 00Z, para la estación de Resistencia, durante los meses de 2011

En la actualidad, se retomó la utilización del paquete de software llamado MET (Model Evaluation Tool) en su versión v3.1, desarrollado por el DTC del NCAR (Development Testbed Center, National Corporation for Atmospheric Research) para la verificación de los pronósticos del WRF-ARW. Se están realizando pruebas de la evaluación de la temperatura pronosticada, con respecto a las observaciones de radiosondeo en los niveles estándar realizadas a las 12 UTC, en las estaciones meteorológicas de los aeropuertos de Córdoba, Resistencia, Mendoza, Ezeiza, y Santa Rosa, para meses seleccionados del 2011 (Figura 3). En una próxima etapa, no sólo se completará la verificación con las otras variables del radiosondeo, en particular el viento, sino también con la precipitación registrada por las observaciones de superficie.

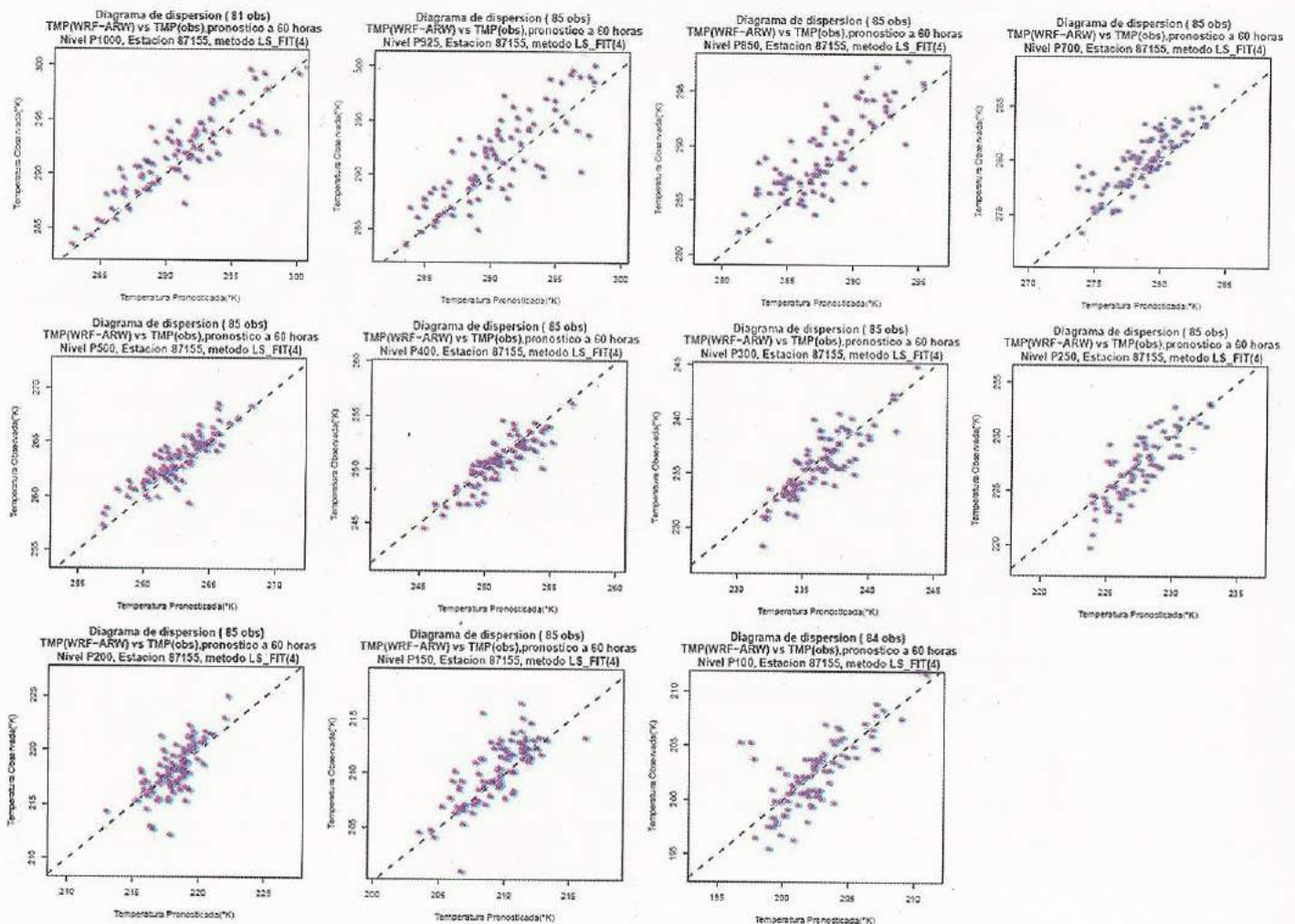


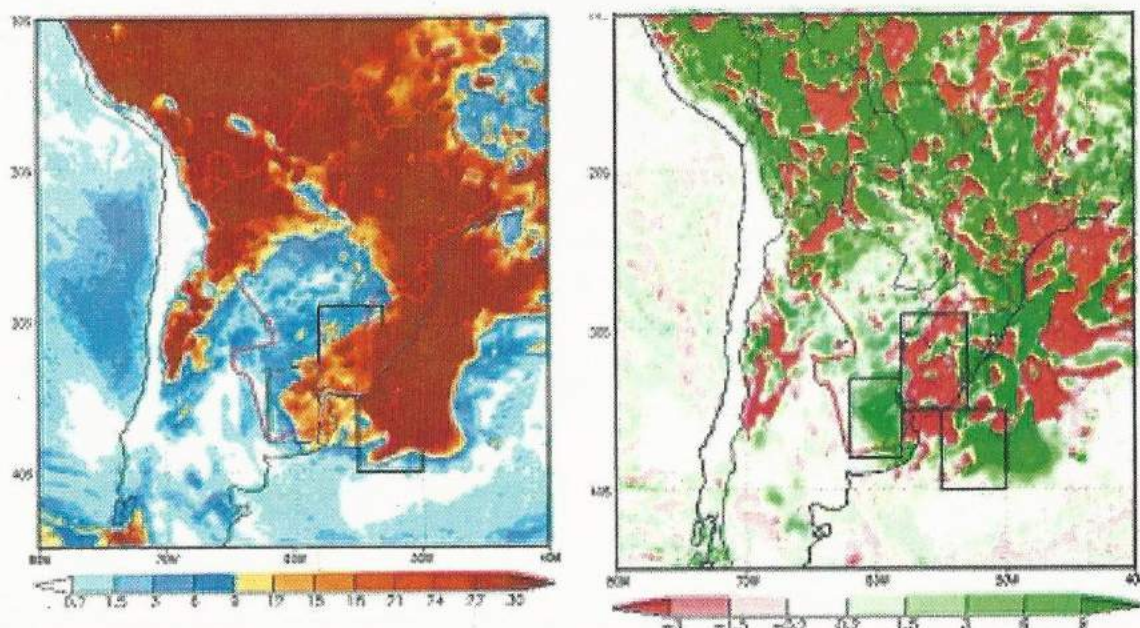
Figura 3. Gráficos de dispersión para Resistencia en el mes de octubre de 2011, entre las temperaturas pronosticadas por el WRF-ARW y las provenientes de las observaciones de radiosondeo.



## Estudios de sensibilidad a la inicialización con campos de humedad de suelo

En los modelos que describen la atmósfera son muy importantes las condiciones de borde inferior, es decir el estado del suelo y los océanos. En particular, se han realizado varios experimentos modificando el contenido inicial de la humedad del suelo en el tiempo de inicialización del modelo WRF-ARW, con el fin de estudiar la sensibilidad del mismo. Para ello, se utilizaron los datos de humedad del suelo provenientes de los modelos de suelo desacoplados del Sistema Global de Asimilación de Datos de Suelo (Global Land Data Assimilation System o GLDAS) y del CPTC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos). Se aplicaron también procesos de normalización, para evitar las posibles inconsistencias que pudiera producir el acoplamiento entre los distintos modelos de suelo y el propio del modelo atmosférico. Los resultados preliminares muestran la influencia de las diferentes condiciones de borde inferior tanto en los campos de precipitación como en otras variables, para las predicciones de corto y mediano plazo (Figura 4).

Figura 4: Precipitación acumulada (mm) a 120 horas pronosticada por el modelo WRF-ARW (a) y su diferencia con respecto a la corrida del modelo WRF inicializado con la humedad de suelo del CPTC (b). Los cuadrados indican la ubicación de las subregiones de estudio (extraída de Collini et al.; AAGG 2010).





Por otro lado, para evaluar el grado de representatividad de estos modelos desacoplados con respecto a las estimaciones de esta variable, se realizaron comparaciones con conjuntos de datos provenientes de diversas fuentes. Entre ellas se encuentran las campañas de medición efectuadas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en un predio experimental de la provincia de Córdoba, durante 2009 y 2010, y las estimaciones satelitales obtenidas del sensor de microondas pasivo AMSR-E, las cuales abarcan una amplia cobertura del país.

Cabe destacar los esfuerzos que se están realizando entre la CONAE y el SMN en la configuración de una red estable de medición de humedad de suelo en la zona productiva de nuestro país, que comenzó a principios de 2012 y ya involucra a las estaciones de Venado Tuerto y Coronel Suárez.

#### **Pronóstico de dispersión y depósito de cenizas volcánicas**

La República Argentina, en cuanto al riesgo volcánico, mantiene una situación paradójica: los volcanes activos se sitúan preferentemente en la vecina República de Chile o bien en el límite internacional pero, por el efecto de la circulación atmosférica en latitudes medias, la dispersión de cenizas se produce preferentemente sobre el territorio y espacio aéreo argentino.

En la investigación que se lleva a cabo en este tema, se trabajó en la evaluación del modelo de dispersión y depósito de ceniza FALL3D-6.2, para las erupciones del Volcán Hudson (45° 54' S, 72° 58' W) durante el período del 08 al 16 de Agosto de 1991 en modo diagnóstico, del Volcán Chaitén (42° 50' S, 72° 39' W) durante el período del 02 al 09 de Mayo de 2008 y del reciente Cordón del Caulle (40° 30' S, 72° 12' W), ambos en modo pronóstico. En el caso de este último, además de realizarse estudios especiales para el período eruptivo más fuerte (del 04 al 30 de Junio de 2011), durante los días hábiles de todo el período de erupción se mantuvo una rutina de procesamiento operativo, en apoyo de la VAAC (Volcanic Ash Advisory Center) Buenos Aires, que funciona dentro de la estructura del SMN.

Los resultados demostraron una apreciable concordancia entre lo pronosticado por el modelo y los datos satelitales en cuanto a la localización de la pluma de cenizas; mientras que para el depósito modelado, la comparación con los mapas de isopacas, es decir de isolíneas de espesores, publicados por diversos autores, mostraron resultados dispares según el volcán. Dichos estudios permiten desarrollar un sistema de pronóstico de dispersión y depósito de ceniza en nuestra región que, aplicado de manera operativa, ayudaría a la toma de decisiones y al planteo de planes de contingencia a fin de evitar mayores catástrofes.



Cabe agregar que una nueva línea de investigación, enfocada en el fenómeno de removilización eólica de los depósitos volcánicos de caída, tendrá como resultado la implementación de una herramienta de diagnóstico y pronóstico de trayectorias y concentraciones en superficie durante episodios de resuspensión tal como el que ocurrió el fin de semana del 15-16 de octubre de 2011 que afectó principalmente la ciudad de Buenos Aires y zonas aledañas, provocando serios inconvenientes en el transporte aéreo, terrestre y fluvial.

La implementación del sistema de pronóstico descripto, y la variada gama de aplicaciones y desarrollos realizados, fueron llevados a cabo en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo para la Defensa (PIDDEF N° 41/10) "Aplicaciones de modelos numéricos de última generación, en el ámbito del Servicio Meteorológico Nacional para el pronóstico del tiempo. Estudios de vulnerabilidad del medio ambiente e impacto socioeconómico". Dentro de este contexto se está cooperando estrechamente con el Grupo de Recursos Geológicos y Geotérmicos del Instituto de Energía No Convencional (INENCO y GEONORTE) de la Universidad Nacional de Salta-CONICET, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y el Instituto de Investigación en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA-CONICET) a fin de constituir un grupo interdisciplinario para la atención de crisis volcánicas en Argentina y el Cono Sur Americano en el marco del Proyecto CYTED CENIZAS (410-RT0-392) del Barcelona Supercomputing Center (BSC-CNS). Asimismo, el proyecto PIDDEF 41/10 mantiene una estrecha colaboración con CONAE en lo referente a las mediciones de humedad del suelo realizadas dentro del marco del proyecto SAOCOM.

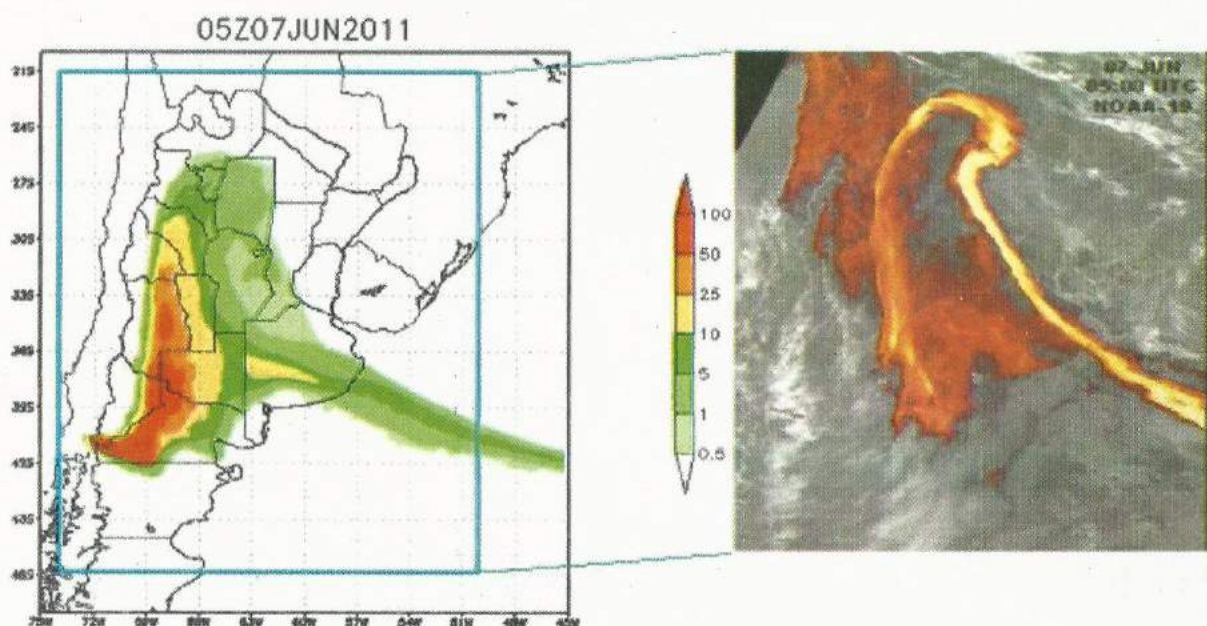


Figura 5: Campo pronosticado por el FALL3D de la masa total integrada ( $Tn Km^{-2}$ ) para el 7 de junio de 2011 a las 05UTC y comparación con la imagen satelital NOAA 19 donde está resaltada la presencia de la pluma volcánica mediante algoritmos de procesamiento de imágenes (extraída de Osoreo et al.; CONGREGMET 2012)



An aerial photograph of a river system, likely the Río Uruguay, with a green and brown color overlay. The river flows from the top left towards the bottom right, with several tributaries branching off. The surrounding land is a mix of green and brown, suggesting a natural or semi-natural environment.

# El Programa de Vigilancia Ambiental del Río Uruguay

El Programa de Vigilancia Ambiental del Río Uruguay inició sus actividades en el Servicio Meteorológico Nacional en abril de 2008 mediante un convenio firmado con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. El objetivo del programa es brindar información y asesoramiento meteorológico sobre el transporte y dispersión de sustancias gaseosas y material particulado emitidos a la atmósfera desde la fábrica de pasta de celulosa instalada sobre el Río Uruguay, en proximidades de la ciudad de Gualeguaychú.

Las tareas incluyen la operación de una red de monitoreo con 3 torres meteorológicas instaladas para tal finalidad sobre la costa del río Uruguay, como así también la realización diaria de pronósticos de calidad de aire hasta 72 horas de validez.

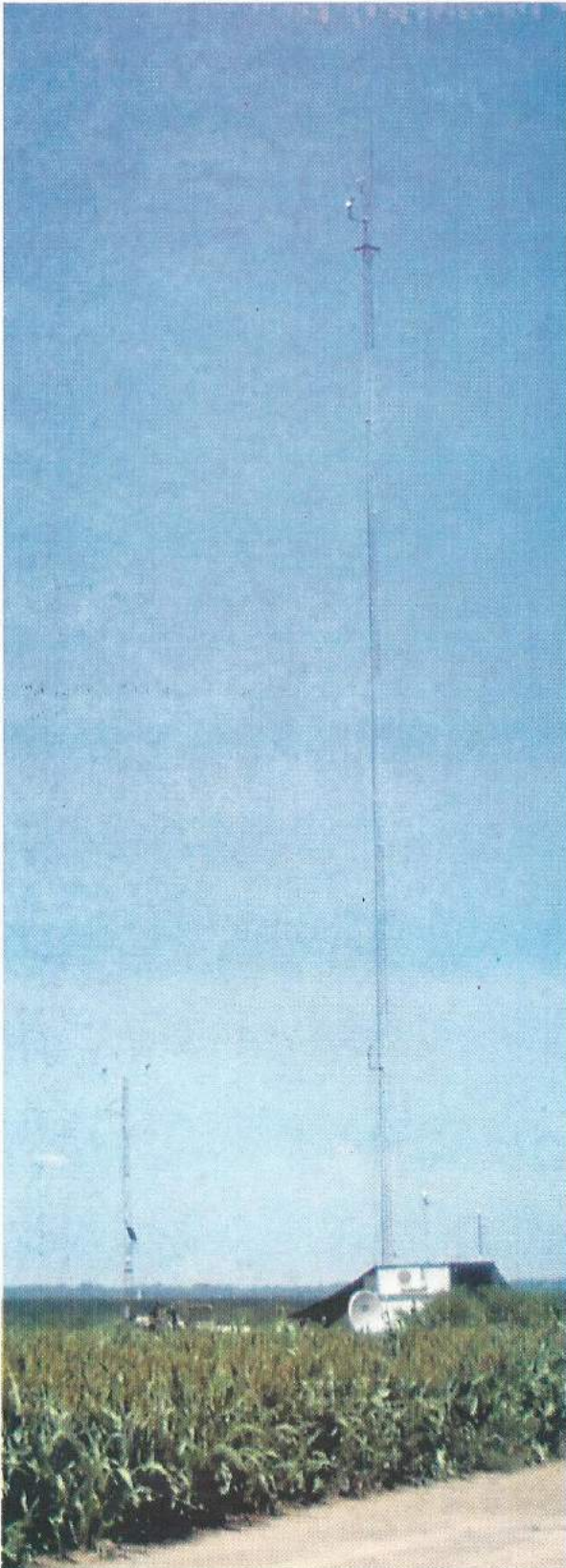


Las torres meteorológicas disponen de tres niveles de medición de las siguientes variables: a) temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación y radiación solar entrante a 1.5 metros de altura; b) dirección y velocidad del viento a 10 metros de altura, y c) temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento a 42 metros de altura. Las torres meteorológicas funcionan a baterías recargables mediante paneles solares y registran los datos cada 10 minutos, grabándolos en la memoria del equipo que cuenta con una capacidad máxima de almacenamiento de 15 días. Desde la sede central del SMN se interroga periódicamente via Internet a las torres para actualizar la base de datos y garantizar la autonomía de almacenamiento. El personal técnico del SMN realiza visitas periódicas de inspección y mantenimiento de los equipos, lo que ha permitido lograr el funcionamiento sin interrupción de los mismos y disponer de una base de datos con menos de un 1% de información faltante.

*Mapa de la región y ubicación de las torres meteorológicas*







El pronóstico de calidad de aire consiste de un conjunto de mapas en que cada uno de ellos muestra la región que se verá afectada por la pluma contaminante durante 6 períodos consecutivos de 12 horas cada uno, sobre la región del Río Uruguay en Gualeguaychú y zonas aledañas. El pronóstico se realiza con un sistema de previsión desarrollado especialmente con tal finalidad. Se emplea un modelo de capa límite atmosférica –MCL- especialmente adaptado para el pronóstico meteorológico en capas bajas sobre la región. El modelo se ejecuta diariamente forzado por condiciones de borde definidas a partir de las observaciones locales y las salidas de los modelos de pronóstico operativo disponibles para la región. Uno de éstos es el modelo Eta/SMN y el otro es el modelo WRF-ARW que funciona operativamente en un cluster de 20 procesadores dedicado exclusivamente a esta tarea en el SMN.

El modelo MCL proporciona el campo tridimensional de variables meteorológicas que luego utiliza un modelo de trayectorias lagrangianas –MTL-. El modelo MTL calcula el desplazamiento de sucesivas bocanadas o puffs emitidos desde la chimenea de la planta, las que viajan según el vector viento en cada punto y se dispersan de acuerdo a coeficientes de dispersión gaussianos en función de la estabilidad atmosférica.

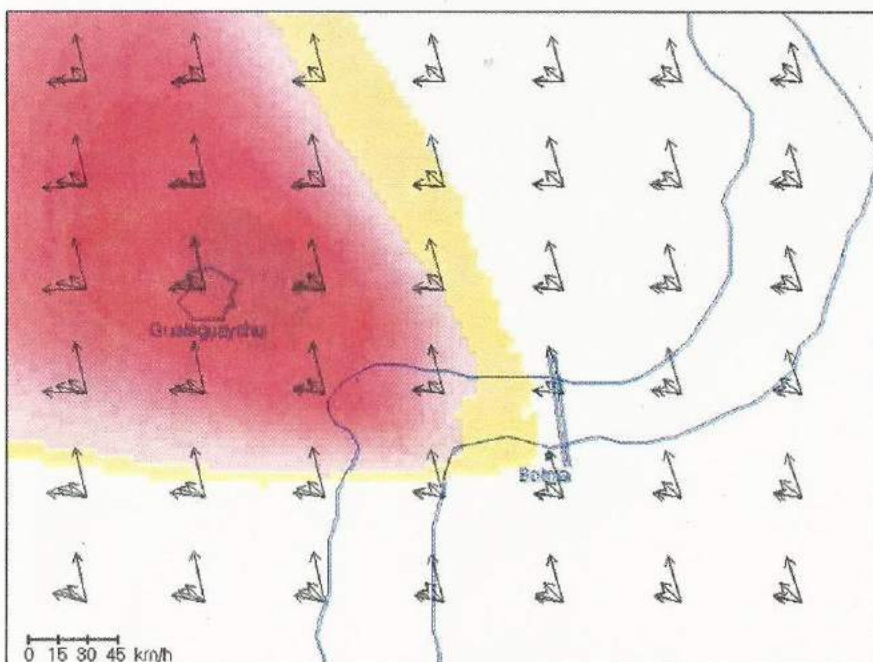
*Torre Norte en proximidades del balneario Ñandubaysal, Entre Ríos*



La frecuencia con que se realizan los cálculos es 10 minutos y así se obtiene la concentración resultante en superficie sobre una red de puntos representados por cuadrados de 500 metros de lado que cubren toda la región. Para ello se supone una emisión continua a tasa de emisión unitaria de un contaminante genérico gaseoso y pasivo. Los sucesivos valores de concentraciones en superficie calculados para cada punto, se acumulan a lo largo de cada período de 12 horas. A fin de facilitar la interpretación del pronóstico, los valores resultantes se expresan como el porcentaje del valor máximo absoluto de toda la región. De este modo se puede apreciar más claramente la distribución relativa del impacto potencial de la pluma contaminante en la región.

Los datos de las torres meteorológicas se emplean además en la realización de validaciones de los pronósticos meteorológicos para calibrar los modelos empleados y la metodología de cálculo con la finalidad de reducir el error del pronóstico.

*Ejemplo de pronóstico de calidad de aire. Las concentraciones se expresan en porcentaje del valor máximo acumulado en un período de 12 horas (representado por el color rojo más intenso). El color amarillo indica la región de influencia de la pluma contaminante que no alcanza la superficie. Los vectores indican el viento cada 3 horas*



*Personal técnico del SMN en tareas de mantenimientos de la Torre Este en proximidades del Puente Internacional Libertador General San Martín, Entre Ríos*





## Midiendo ozono en la Antártida

La Antártida es casi el segundo hogar para Ricardo Sánchez de la División Ozono del Servicio Meteorológico Nacional. Allí fue por primera vez en 1989 y nunca más se detuvo. Algunas de sus campañas son de un año de duración, y lo han llevado a distintos lugares del continente helado. La mayoría de las veces tuvo como destino a la Base Marambio; en tres ocasiones ha estado en la base más austral de la Argentina como es Belgrano, y hasta ha ido en moto hasta la desaparecida base Sobral, a casi mil kilómetros del Polo Sur geográfico, donde estuvo varios meses en carpa.

“Tuve la suerte de participar de la expedición a la base de avanzada “Dr. José M. Sobral” en el año 2000. Nos preparamos unos meses y cuando llegó la primavera, a principios de septiembre, seis personas con trineos y motos nos desplazamos 500 kilómetros al sur de la base General Belgrano con el equipamiento de medir ozono, además de todo lo necesario para soportar tres meses en carpa”, relata Sánchez, técnico electrónico de profesión, casado, con dos hijas que nacieron cuando él estaba en la estepa helada. Es más, recién las pudo tener en sus brazos varios meses después, casi cuando ellas estaban próximas a cumplir un año de vida.





Téc. R. Sánchez

El viaje a Sobral no fue sencillo. A casi mitad del inicio de la travesía, uno de los integrantes del equipo sufrió un principio de congelamiento del pie derecho, que obligó a volver atrás parte de lo andado para hacer el recambio porque se debía evacuarlo para que recibiera el tratamiento correspondiente. “El herido que tenía peligro de gangrena era el especialista en radio, así que me confié la antenas y el equipo”, relata. El periplo resultó en varios sentidos peor de lo pensado. “Tardamos un mes y diez días; y no quince días como habíamos previsto para la ida. Nos tocó mal tiempo. La baja temperatura afectó el rendimiento de las motos, y las grietas en el camino eran nuestro enemigo más peligroso”, describe.

Casi cincuenta toneladas de equipamiento para sobrevivir a las inclemencias polares, llevaba a que la marcha se hiciera en vaivén, es decir ellos avanzaban unos kilómetros dejaban parte de la carga y volvían por el resto. Este “trabajo hormiga” como él lo define, hacía que adelantaran un promedio de 35 kilómetros diarios, gran parte de ellos en zigzag con el fin de sortear grietas o zastrugis, es decir superficies irregulares nevada con surcos agudos formados por la erosión del viento.





En el trayecto, el grupo dejaba tambores de combustible para usar a la vuelta y marcaban el lugar de depósito con cañas y banderines para reconocerlos a simple vista (si la nieve lo permitía), además de archivar los datos de su ubicación en el GPS como punto estratégico. En ese trayecto, Sánchez recuerda: “Viví el día más frío de mi vida, justo el día de la primavera. El 21 de septiembre de 2000 salí de la carpa para ver el termómetro, y marcaba -59°”.

### **Agujero de ozono**

Equipados con cremas y lentes protectoras para la alta radiación ultra violeta, este equipo constituido por especialistas de la nieve, mecánicos de motos, enfermero y un técnico científico, realizaban este periplo en la época del año en que la atmósfera está menos protegida, y lo hacían en dirección a lo que sería el ojo del huracán. “Desde principios de los 80, se detecta durante tres meses, en la primavera, una disminución importante de la capa de ozono. El agujero de ozono llega a disminuir un 50 por ciento de la cantidad que debería tener. Nosotros íbamos en ese momento de mayor delgadez –precisa- a medir el ozono en la parte más virulenta, en la parte central del agujero”.





Una larga historia de mediciones tiene la Argentina en la materia. "Desde 1987 nuestro país mide el ozono en la Antártida, en la base Marambio. Desde entonces, ininterrumpidamente, se lleva adelante esta tarea y se presta especial atención a la luz ultravioleta", memora, quien también recuerda que la Argentina fue el primer país en 1904, con una base científica en el continente blanco, en las islas Orcadas, justamente destinada a la meteorología.



En uno de los trineos, protegidos con dos colchones, iba el aparato clave para la misión de medir ozono y radiación ultravioleta, el espectrofotómetro Brewer, junto con no pocos interrogantes para Sánchez. "¿Y si los golpes que daba el trineo por las dificultades del terreno, así como el frío, dañan el instrumento? ¿Qué hago si lo armo y no funciona?", enumera entre sus dudas más temidas del viaje

Los temores finalmente se despejaron tras llegar el 10 de octubre a la base Sobral, o a lo que se suponía estaría allí dado que esta base está abandonada desde 1970. "Entre la base Belgrano y el Polo Sur, a 81º Latitud Sur, hay un puntito en el GPS que se llama Sobral, que fue una base del ejército. En realidad, cuando llegamos ahí no había nada a la vista. Si había algo, estaba tapado por la nieve", destaca.

### **Base Sobral**

Hasta los primeros días de diciembre, seis hombres compartirían sus vivencias en medio de la estepa blanca, en el que la flameante bandera argentina daba un punto de color, junto con las carpas. "Estuvimos –puntualiza- casi dos meses viviendo allí. Hubo días de viento de 40 ó 50 nudos, es decir casi 100 kilómetros por hora. Como no hay objetos que se muevan alrededor, salvo nieve, uno no se da cuenta. Sólo se observa cuando uno quiere caminar y cuesta hacerlo o directamente lo impide, cuando esto ocurre es porque hay unos 50 nudos".



Derretir hielo para tomar café, proteger al instrumental del frío y compartir a pleno 24 horas en condiciones extremas era lo cotidiano para estos seis hombres, que tenían como objetivo la medición de ozono, pero cuya experiencia en sí resultaba un verdadero experimento. “La convivencia –evalúa- fue muy enriquecedora. Tomamos las mediciones sin inconveniente, y en el tiempo de ocio jugábamos a las cartas, al fútbol o leíamos. También, salíamos a caminar en busca de restos de la base Sobral”.

Uno día de estas excursiones se toparon con un camino muy agrietado, luego un glaciar y pensaron, tras andar 10 kilómetros a pie, que era mejor volver al campamento. “Era todo blanco, y azul por el cielo despejado. A lo lejos uno de los compañeros ve un puntito negro en medio de la nada. Para mí no había nada. Pero seguimos. Pensé si no sería un banderín que marcaba donde dejábamos el combustible para el regreso. Tras caminar, caminar, caminar, ¡¡¡jieran las antenas de la base Sobral!!!”, destaca sin ocultar la alegría que aún hoy perdura, y enseguida detalla: “Se veían sólo 3 metros de las torres que tenían 12 metros de altura, el resto estaba tapado por la nieve. Fue una emoción terrible”.





Si la ida tuvo lo suyo, la vuelta también. Si bien ya eran las 24 horas del día, a diferencia del viaje de ida que era casi todo el tiempo de noche, “el camino resulta más peligroso, porque en diciembre, el sol descongela el terreno y aparecen más grietas. Y si uno cae allí, es un tema”, señala.

En caravana y con menos carga, iban aprovisionándose de combustible de los depósitos que habían dejado a la ida. “Cargábamos el combustible y traíamos los tachos vacíos para no dejar basura. El regreso fue muy rápido. Si tardamos un mes y diez días a la ida, la vuelta sólo nos llevó dos días. El recibimiento en la base Belgrano fue de gran algarabía. Habían reservado un champagne para el reencuentro y lo descorchamos, a pesar de que arribamos a las 6 de la mañana. Fue todo un acontecimiento”, sonríe al revivirlo.

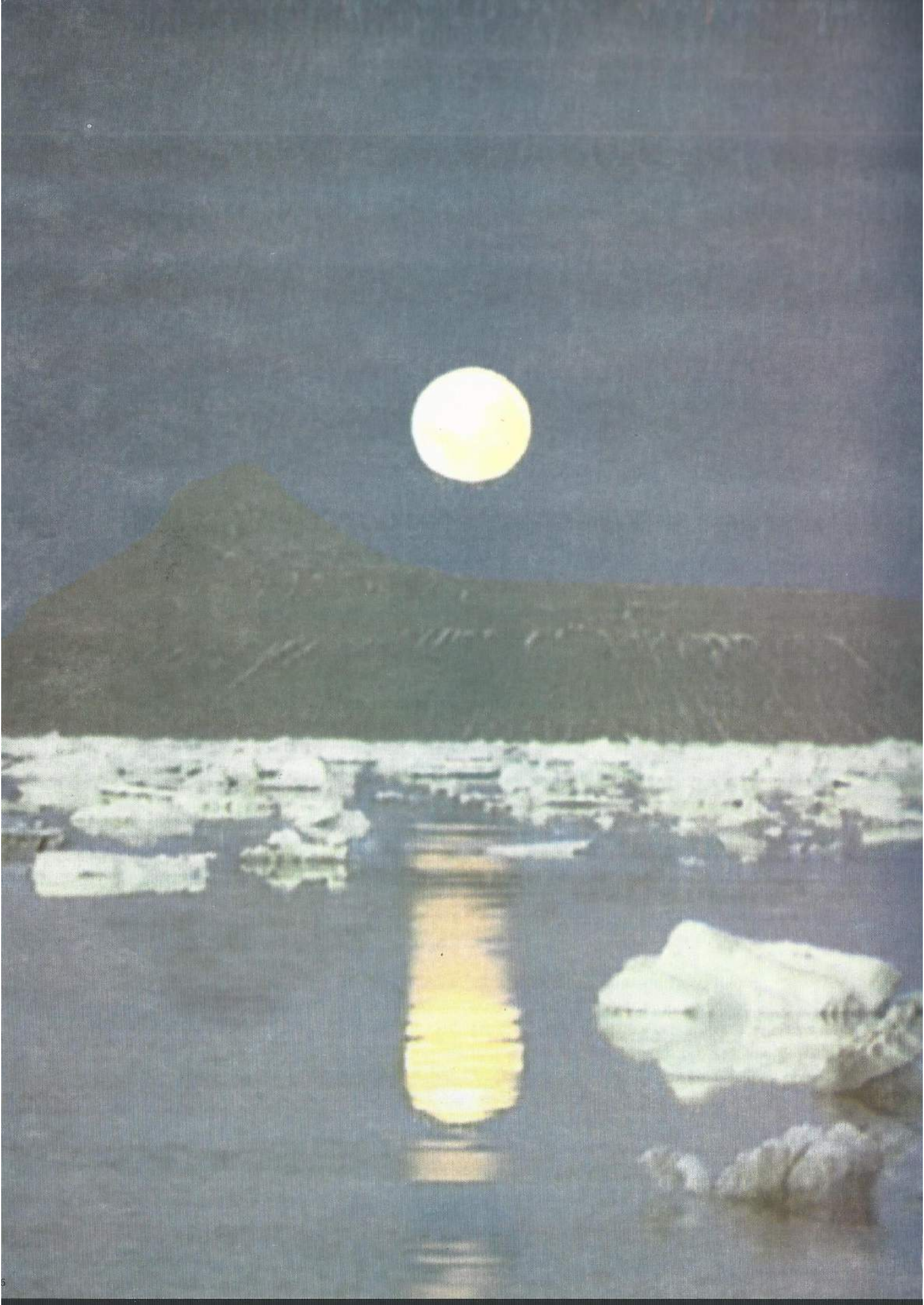


Los 2617 kilómetros que recorrieron en la expedición del año 2000 por esos hielos australes resultaron inolvidables, al igual que todas sus campañas, tres de ellas en Belgrano. “Ahí los inviernos son muy crudos, de  $-45^{\circ}$  a  $-48^{\circ}$ , sin decir la sensación térmica. En días así, uno trata de proteger los instrumentos de mediciones, que no se vuelen, no se congelen. Se espera la salida del sol para algunas mediciones. Y, durante los cuatro meses del año que no hay luz, se mide con globos meteorológicos”, precisa.

El duro panorama a veces ofrece un paisaje increíble como las auroras. “Este fenómeno se da a 100 kilómetros de altura, en la magnetósfera, que protege a la tierra del campo magnético. Se ven luces de distintos colores, según las partículas. Si es nitrógeno es verde, rojo por el oxígeno. Son silenciosas, es un juego de luces de artificios y puede durar toda la noche o lo que dura la tormenta solar. Algunas tienen forma de anillo, otras de bastones o parecen como si fuera un cortinado”, grafica.

Marambio es su próximo destino, al que ya ha ido varias veces. Allí, todos los días se toman mediciones y dos veces por semana se lanzan los ozono sondas. “Entonces, empezamos a trabajar a las 5 o 6 de la mañana. Cuando hay viento o nieve, se complica la operación”, indica, desde la portefa base de Villa Ortúzar, mientras se prepara a relevar un compañero en la tarea austral. “La Antártida la vivo como un privilegio. Es una experiencia de vida única. A uno lo marca de una manera que va más allá de una actividad laboral. Es una forma de vida. Da el don de cultivar la paciencia, de conocer a la gente y a uno mismo, de una manera que en ningún otro lado uno lo va a aprender”, concluye.







Aclaraciones:

- Pág. 25. CAgM ET 3.2: Siglas en inglés para: Comisión de Meteorología Agropecuaria - Equipo de expertos en climas extremos e impactos, y estrategias preparativas en agricultura, pastizales y pesca.  
GDEWS: Siglas en inglés para: Sistema de alerta temprana de sequías mundiales.
- Pág. 31. Sitio web: <http://www.smn.gov.ar/?mod=pron&id=3&variable=ALERTA>
- Pág. 34. NOAA: Siglas en inglés para: Administración nacional de los océanos y las alturas, de EEUU.
- Pág. 35. Sitio web: <http://www.smn.gov.ar/?mod=pron&id=12>
- Pág. 48. Foto superior: Biómetro Silver Light 501.  
Foto inferior: Piranómetro de radiación difusa.
- Pág. 49. Unidad de medidas: IUV: Índice de radiación ultravioleta.
- Pág. 62. Foto: Preparación del ozono sonda.
- Pág. 64. Foto: Apreciación de auroras boreales.
- Pág. 65. Foto: Lanzamiento del ozono sonda.





**Servicio  
Meteorológico  
Nacional**

**Servicio Meteorológico Nacional  
25 de Mayo 658  
Buenos Aires - Argentina  
Tel: +54 011 5167-6767  
E-mail: [smn@smn.gov.ar](mailto:smn@smn.gov.ar)  
Website: [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar)**