

Servicio Meteorológico Nacional **meteoros**

Segundo Ciclo



Ministerio de Defensa
Secretaría de Ciencia, Tecnología y Producción

Revista de Meteorología y Geofísica

Año 7 - Agosto 2013

Argentina

Nº 2

**Grupo Editorial**

Dra. Mónica Marino

Dra. Paula Etala

Dra. María Alejandra Salles

Lic. Cynthia Matsudo

Lic. Luciano Vidal

Diagramación de notas y entrevistas

Lic. Laura de los Santos

Diseño de tapa

Public. Emiliano Scrugli

Fotografía

Téc. Arnoldo Suter

Imprenta

Sup. Carlos Cerutti

Colaboran en este número

Lic. María de los Milagros Skansi

Lic. Julia Reartes

Lic. Claudia Lanzani

Lic. Diana Rodríguez

Lic. Silvana Carina Bolzi

Lic. Inés Velasco (FCEyN)

Ing. Manuel Cupeiro

Lic. Rodolfo A. Merlino

Téc. Sinopt. Clara Padován

Lic. Liliana Núñez

Prof. Dr. Antolín Ernesto Moral

Téc. Silvia Bordón

Lic. Miguel Ángel Rebolledo

Editorial

Estamos nuevamente con ustedes, continuando con esta segunda etapa de Meteoros, que deseamos permanezca en el tiempo como testimonio de lo que fuimos como Institución, de cómo somos en la actualidad y qué planificamos e imaginamos en lo por venir.



El número anterior sirvió de puente entre el primer ciclo de Meteoros y el actual, mostrando lo que se realizaba en la década del '50 y lo que está ocurriendo en la actualidad.

A partir de este número presentaremos cuál es la gestión del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en diferentes aspectos: dentro de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en capacitación, avances tecnológicos, en investigación científica, en instrumentos, en la red de observación, etc.

En este número, respecto de la participación del SMN en la OMM, presentamos el Centro Regional del Clima del sur de América del Sur (CRC-ASA), el que se encuentra en su fase de demostración.

En capacitación se explica cómo es el sistema del aula virtual desarrollado en el SMN sobre plataforma Moodle, que involucra a los alumnos de todo el país para los cursos impartidos por la Institución.

Una necesidad urgente del SMN es contar con una red de radares para la prevención de eventos que pudieran, entre otras, implicar pérdidas de vidas y de bienes de la población. Para ello el SMN participa del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME) y aquí se muestran los lineamientos del proyecto.

Como el tiempo es transversal a la mayoría de las actividades del ser humano, el arte refleja muchas veces el estado del mismo. En este número mostramos a un artista cuya obra se encuadra en el género pictórico de "paisaje cósmico o sublime", se trata de Caspar David Friedrich.

Dentro de la investigación científica se presentan dos artículos, uno sobre sensores remotos aplicados al estudio de nubes de sal y otro sobre el Índice MovN de precipitación acumulada en promedios móviles.

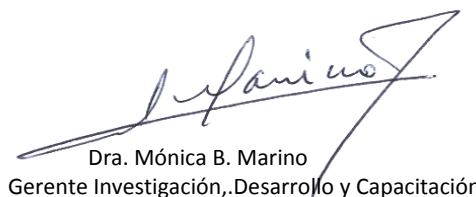
Es nuestra intención mostrar en cada número artículos sobre el instrumental que se utiliza en nuestra actividad. En esta ocasión se desarrolla lo concerniente a la medición de la columna de ozono a través de ozono sondeos.

Nuestro deseo es que el interior de nuestro país esté presente en la publicación. En esta ocasión nos comparten historias el personal de la estación meteorológica de Cipoletti y de la Oficina de Vigilancia Meteorológica Resistencia.

También incluimos la efeméride correspondiente al 30° aniversario de la Estación Satelital de Alta Resolución, que funciona en el Departamento de Teledetección y Aplicaciones Ambientales, en Villa Ortúzar.

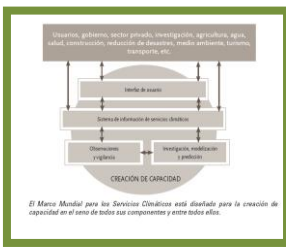
Por último queremos compartir algunas curiosidades con ustedes, la sabiduría colectiva a través de refranes populares relacionados con nuestra actividad.

Invitamos a la comunidad del Servicio Meteorológico Nacional a proponer temas o enviar artículos para ser publicados en esta revista Meteoros, Segundo Ciclo. Porque la revista es de todos.



Dra. Mónica B. Marino
Gerente Investigación, Desarrollo y Capacitación

Índice



Pág. 1: Centro Regional sobre el Clima de la Organización Meteorológica Mundial

Pág. 6: Plataforma Moodle SMN

Pág. 11: SiNaRaMe – Sistema Nacional de Radars Meteorológicos

Pág. 17: Caspar David Friedrich

Pág. 23: Análisis Espectral de Nubes de Sal Originadas en las Cercanías de la Laguna de Mar Chiquita Utilizando Sensores Remotos

Pág. 33: Ozonosondeo

Pág. 38: Estación Meteorológica Cipolletti "110 Años"

Pág. 46: Museo Meteorológico Nacional "Dr. Benjamín Gould"

Pág. 52: Departamento Teledetección y Aplicaciones Ambientales "30° Aniversario"

Pág. 55: Precipitación Acumulada en Períodos Móviles -MovN-

Pág. 64: Oficina de Vigilancia Meteorológica de Resistencia

Pág. 69: Refranes Populares

$$MovN(r) = \sum_{s=r-N+1}^r p(s)$$

Bulgaria: "Cuando llueve y el sol brilla, el diablo se casa"
Alemania: "Cuando llueve y el sol brilla, viene buen tiempo"
Rusia: "Cuando llueve y el sol brilla, crecen las setas"
Hungria: "Cuando llueve y el sol brilla, el demonio le pega a su mujer".

Centro Regional sobre el Clima de la Organización Meteorológica Mundial

Por: Lic. María de los Milagros Skansi

En el siglo XXI, los habitantes de nuestro mundo enfrentarán múltiples desafíos asociados con la variabilidad y el cambio climático. La toma de decisiones relacionadas con esta empresa, hará imprescindible la disponibilidad de una cantidad creciente de información climática. En consecuencia, tiene cada vez mayor relevancia la necesidad de los Servicios Climáticos, que se definen como “la provisión y diseminación de información climática útil y relevante para tomar decisiones.”

La información y los conocimientos provistos por los Servicios Climáticos ayudarán a los tomadores de decisiones tanto individuales como de instituciones, no solamente a evitar

y gestionar riesgos climáticos, sino también a beneficiarse de las oportunidades que ofrece el clima.

A fin de fortalecer las capacidades de distintas regiones del mundo para ofrecer mejores servicios climáticos, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) promueve la creación de una serie de Centros Regionales sobre el Clima (CRC). Los CRC son centros de excelencia que generan productos climáticos regionales, entre ellos diagnósticos de condiciones presentes y predicciones a largo plazo, reforzando y mejorando así la capacidad de los Miembros de la OMM de una determinada región, para ofrecer mejores servicios climáticos a los usuarios nacionales.

Los CRC deben cumplir ciertas funciones obligatorias que pueden dividirse en cuatro grandes grupos:

- Producción operacional de predicciones climáticas a largo plazo;
- Actividades operacionales para la vigilancia del clima;
- Servicios operacionales de datos en apoyo de las actividades de predicción a largo plazo y de vigilancia del clima;
- Entrenamiento y mejoramiento de las capacidades de los especialistas actuantes para una mejor utilización de los productos y servicios operacionales de los CRC.

Hay funciones adicionales de los CRC que también son altamente recomendadas, por ejemplo “ayudar a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos nacionales (SMHN) a desarrollar y mantener bases de datos climáticos históricos”, “ayudar a los SMHN a mejorar sus relaciones con los usuarios, incluida la organización de talleres multidisciplinarios y otros foros sobre las necesidades de los usuarios” y “ayudar al uso apropiado de mo-

delos de decisión para usuarios finales, especialmente aquellos modelos relacionados con el uso de pronósticos climáticos probabilísticos”. Asimismo, se recomiendan otras funciones asociadas con la investigación y el desarrollo, tales como “promover estudios sobre el valor económico de la información climática” y “desarrollar prácticas de consenso para manejar información climática divergente para la Región.”

Centros Regionales Climáticos en Sudamérica (Región III de la OMM)

Para Sudamérica, se han propuesto a la OMM tres CRC: (1) el **CRC para el sur de Sudamérica (CRC-SSA)**, que brindará servicios a La Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, y que es liderado conjuntamente por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de La Argentina y el Instituto Nacional de Meteorología (INMET) de Brasil; (2) el **CRC para el oeste de Sudamérica**, que cubre Bolivia, Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, liderado por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); y (3) el **CRC para el norte de Sudamérica**, que abarca el norte de Brasil, Colombia, Guayana Francesa, Surinam y Venezuela, y cuya responsabilidad está a cargo del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), en colaboración con la Guayana Francesa.

CRC para el Sur de Sudamérica

Luego de la reunión inicial que se llevó a cabo en Brasilia en abril de 2011 para definir la implementación de los CRC de la OMM, los responsables del CRC-SSA emprendieron actividades preliminares con vistas a la implementación en fase de prueba de este CRC.

El 26 de junio de 2013 se celebró una reunión en Porto Alegre, Brasil, en la cual participaron los Representantes



Permanentes ante la OMM de La Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, junto con técnicos de estos países.

Este grupo produjo un documento consensuado que sienta los Principios Básicos para la Organización y Operatividad del CRC-SSA. Asimismo, se estableció un plan detallado de acción para los próximos meses, con el objetivo de implementar una página web del CRC en fase piloto, en diciembre de 2013 a más tardar.



El CRC-SSA no sólo estará integrado por los SMHN de la región, sino que invitará a la participación activa de otros organismos públicos, asociaciones, universidades y centros de investigación. En la estructura planeada también serán sumamente apreciables los aportes de diferentes sectores y tipos de usuarios de la información climática, dado que el objetivo central es generar información relevante para

la toma de decisiones. Las cuatro áreas prioritarias en las que el CRC-SSA se enfocará inicialmente son: agricultura y seguridad alimentaria, salud, manejo de recursos hídricos y reducción de los riesgos de desastres naturales.

Aportes del Proyecto IAI CRN3035

Un aspecto único en la implementación del CRC-SSA es la innovadora asociación estratégica propuesta entre el Centro y un proyecto de investigación financiado por el programa de Redes Cooperativas de Investigación (CRN, por sus siglas en inglés) del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). El Proyecto IAI CRN-3035, que involucra a organizaciones académicas, gubernamentales y no gubernamentales de la Argentina, sur de Brasil y Paraguay, colaborará activamente con los SMHN del CRC-SSA en el diseño e implementación de la producción y disseminación

efectiva de información climática en el sur de Sudamérica.

El objetivo principal de la colaboración entre el Proyecto CRN-3035 y el CRC-SSA es la definición, mejoramiento y evaluación de productos y procesos para la producción y comunicación de información climática útil para distintos sectores del sur de Sudamérica, sensibles al clima. La colaboración propuesta es sumamente innovadora, ya que incluirá no solamente investigación en ciencias climáticas (una tarea prevista por la OMM para los CRC), sino también estudios sobre la manera en que la información climá-

tica es sintetizada, comunicada, interpretada y combinada con protocolos de decisión existentes, de usuarios potenciales. Para cumplir con este ambicioso objetivo, la asociación entre el CRC y el proyecto IAI está promoviendo un diálogo sostenido y continuado entre investigadores de diferentes disciplinas, instituciones sectoriales intermedias (por

ejemplo, organismos de investigación agrícola e hidrológica, organizaciones de productores agrícolas, y agentes sociales sensibles al clima). Como resultado del diálogo propuesto, se espera una mejora progresiva del ajuste entre las capacidades de los productores y las necesidades y expectativas de los usuarios de la información climática.

Marco Mundial para los Servicios Climáticos

Los Jefes de Estado y de Gobierno, los ministros y los jefes de delegaciones asistentes al Segmento de alto nivel de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en Ginebra en 2009, tras haber considerado las conclusiones del Segmento experto de la Conferencia, decidieron establecer el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (en adelante, el "Marco") con el fin de reforzar la producción, la disponibilidad, el suministro y la aplicación de predicciones y servicios cli-

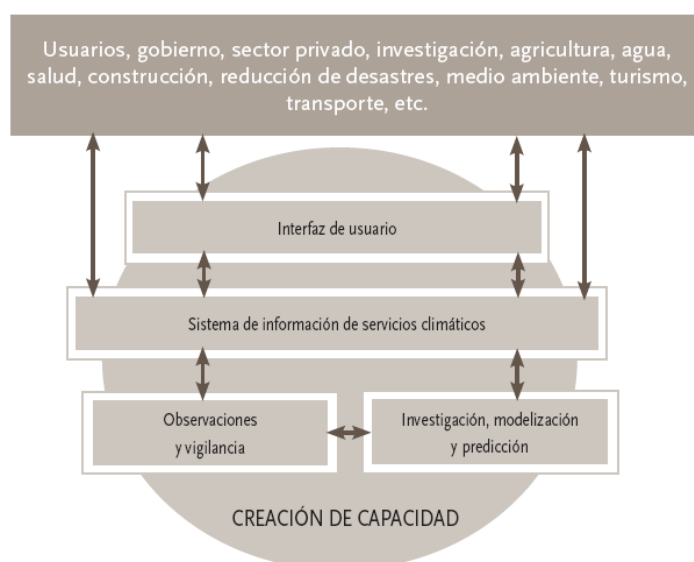
máticos basados en conocimientos científicos.

El objetivo principal del Marco es "permitir una mejor gestión de los riesgos que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático, así como de la adaptación al cambio, mediante la elaboración y la incorporación de información y predicciones climáticas sustentadas científicamente en la planificación, las políticas y la práctica en los ámbitos mundial, regional y nacional".

¿Por qué esta iniciativa?

- Los efectos y el costo que los fenómenos climáticos adversos (ej. sequías, crecidas, olas de calor) que afectan a todo el mundo, pueden atenuarse mediante la cooperación a nivel mundial y el intercambio de datos y de conocimientos especializados.
- La información climática es ampliamente utilizada y muy beneficiosa, no sólo para evitar y gestionar los riesgos climáticos, sino también para beneficiarse de las oportunidades que ofrece el clima.
- No todos son conscientes de los beneficios latentes, o por carecer de los conocimientos necesarios no pueden acceder a esa información.

En la siguiente figura se muestran los componentes involucrados en los Servicios Climáticos y sus interrelaciones:



El Marco Mundial para los Servicios Climáticos está diseñado para la creación de capacidad en el seno de todos sus componentes y entre todos ellos.

Entre los días 1 y 5 de julio del corriente año, se llevó a cabo la primera reunión de la Junta Intergubernamental sobre Servicios Climáticos, en Ginebra. Se analizó un Plan de Ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos y se establecieron los órganos dependientes de la Junta Intergubernamental. Se constituyó también un Comité de Gestión con la representación de 28 países de todo el mundo, en el que La Argentina, representada por su delegada principal, la Dra. Mónica Marino, ocupa un lugar.



Plataforma Moodle SMN

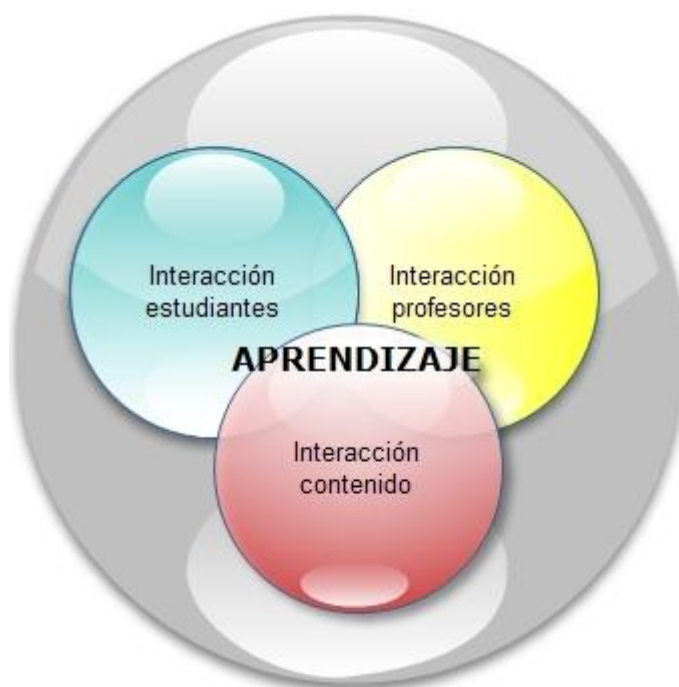
Entrevista a **Julia Reartes**,

Responsable de Actividades de Formación Virtual en Plataforma Moodle SMN.

Coordinadora Técnica de Capacitación.

P: ¿Qué es la Plataforma Moodle?

Moodle es un sistema de gestión de cursos que fue diseñado sobre la base del constructivismo social como teoría del aprendizaje. Por ello, cuenta con herramientas como los foros y las wikis, que potencian el aprendizaje colaborativo y social. En las aulas se pueden



colocar enlaces a sitios de interés en la web (sitios de universidades, organismos, etc.) o a otro tipo de recursos didácticos con los que se quiera trabajar (una nota periodística publicada en algún diario online, un video).

Hoy en día, a través de Internet, podemos tener acceso a materiales educativos de gran calidad. Con el auge de la Web 2.0 la información y el conocimiento están siendo creados y compartidos por cientos de usuarios, por miembros de comunidades de aprendi-

zaje, y por otros actores sociales, como universidades, organizaciones públicas, las Organizaciones No Gubernamentales, etc.

Una de las ventajas principales de Moodle, en comparación con software similares, es que es de libre distribución, no requiere del pago de licencia para su uso. Esto, en las administraciones públicas, significa un gran ahorro y la posibilidad real de desarrollar iniciati-

vas de formación a distancia para las cuales basta con convocar los equipos de trabajo: docentes especialistas, gestores de la plataforma y el soporte del área de sistemas.

En un organismo como el Servicio Meteorológico Nacional, que tiene personal en todo el país, y, como Centro Regional de Formación de la OMM, necesitamos poder superar las distancias y llegar a quienes necesitan capacitarse. En este sentido, la plataforma viene a cubrir una necesidad que es la de reemplazar lo que se hacía antes “artesanalmente” usando correo electrónico y Facebook, por un campus virtual.

Por supuesto que existen limitaciones; hay cursos con aspectos prácticos que siguen requiriendo la enseñanza presencial para que se pueda ejercitar lo aprendido. También quedan regiones del país que aún no cuentan con una conexión a internet que les permita un acceso regular, ni la posibilidad de bajar y subir archivos, o ver un video.

P: ¿Qué se necesita para poder acceder a los cursos?

Para crear los usuarios necesitamos contar con algunos datos personales de ellos. Dado que los datos de acceso los enviamos al correo electrónico indicado, es fundamental que no haya en él ningún error.

Departamento de Capacitación SMN

Usted se ha autenticado como **Julia Reartes** (Salir)

Español - Internacional (es)

Activar edición

Esta es una plataforma de e-learning que permite el desarrollo de actividades de formación diseñadas por el Servicio Meteorológico Nacional.

Asimismo, es utilizada para la gestión de contenidos y proyectos colaborativos, los cuales son desarrollados e implementados por diversos equipos de trabajo.

Menú principal

Descarga Gratuita de Adobe Reader

Cursos disponibles

Meteorología General Básica
 Profesor: Hernan Ciminari
 Profesor: Teresa Ibarzabal y Donangelo
 Profesor: Maria Ines Campos
 Profesor: Lucas Berengua
 Profesor: Graciela Rolon
 Profesor: Pablo Talarico
 Profesor: Maria Elena Fernandez Long
 Profesor: Natalia Bonel
 Profesor: Maria Laura Cosci

Parámetros Meteorológicos I
 Profesor: Maria Elena Fernandez Long
 Profesor: Teresa Ibarzabal y Donangelo
 Profesor: Maria Ines Campos

Instrumental Meteorológico y Métodos de Observación I

Libreta Meteorológica I
 Profesor: Teresa Ibarzabal y Donangelo

Claves Meteorológicas I
 Profesor: Graciela Rolon
 Profesor: Maria Elena Fernandez Long
 Profesor: Teresa Ibarzabal y Donangelo
 Profesor: Maria Ines Campos

Usuarios en línea
 (últimos 5 minutos)
 Gabriela Alfonso
 Julia Reartes

Calendario
 March 2013

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

- Imagen de la página principal de la Plataforma Moodle en internet. -

P: ¿Desde cuándo está en funcionamiento la plataforma Moodle en el SMN?

El equipo de Sistemas instaló la plataforma a fines del 2012 y, en marzo de este año, la inauguramos con el curso “Observador Meteorológico de Superficie” (OMS).

P: ¿Cuáles son los objetivos del curso OMS y cómo es la metodología de trabajo en plataforma?

Este curso, que está reconocido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y por el Ministerio de Educación, tiene como objetivo la formación integral de los observadores meteorológicos; que cuenten con la capacidad de observar e interpretar procesos atmosféricos, de usar el instrumental de las estaciones y de realizar los procedimientos de codificación y transmisión de la información en forma adecuada.

La modalidad de cursada es semipresencial: las materias teóricas se cursan en modalidad virtual en la Plataforma del SMN, y las prácticas se realizan en las estaciones de observación más cercanas al domicilio del participante.

En el cronograma del curso contemplamos un módulo introductorio, para que los participantes se familiaricen con las herramientas del aula virtual, para que conozcan la propuesta formativa (programa, reglamento, cronograma de trabajo, etc), y para que conozcan a sus tutores y compañeros del curso. En esa primera semana también se gana tiempo para resolver eventuales problemas de acceso al campus. En las aulas hay espacios de comunicación habilitados para

consultas a los docentes, y foros de dudas técnicas para resolver dificultades con el uso de las herramientas del aula.

Cada materia teórica tiene una secuencia de trabajo, en donde a partir de un material de lectura y/o audiovisual, los participantes deben resolver una actividad sobre los conceptos abordados. En las materias prácticas, a la vez que hay materiales de lectura y actividades, las aulas funcionan como espacios de apoyo para el trabajo de campo; los participantes suben las observaciones que realizan en las estaciones y, desde acá, el equipo de tutores sigue la evolución y responde consultas.

Para aprobar el curso, los participantes deben obtener una nota de 7 o más, en los exámenes finales de cada materia.

A lo largo del curso se hace un seguimiento personalizado de la situación de cada alumno en las materias. La plataforma permite ver la actividad de los usuarios en las aulas, con lo que se puede identificar fácilmente si alguien ha accedido o no a los materiales de lectura o si ha entregado las tareas solicitadas, entre otras cosas. Esto nos permite reforzar la comunicación con los participantes rezagados para poder revertir la situación a tiempo.

P: ¿Puede inscribirse cualquier persona a este curso?

Este año, se presentó la necesidad institucional de formar 55 personas contratadas para 33 estaciones del país que necesitaban personal, por lo cual, todas las vacantes fueron para ellos. Para el 2014 la inscripción será abierta a la comunidad. El curso regular tiene 12 materias, su duración es de un año y medio, y los únicos requisitos para la realización son: poseer título secundario y abonar el arancel correspondiente.

P: ¿Cómo es el sistema de evaluación?

A lo largo de la cursada, los participantes deben realizar y entregar las actividades solicitadas dentro de los plazos indicados. Si los profesores observan errores conceptuales, se lo indican en las devoluciones. Nuestro objetivo es que los participantes se sientan acompañados en el proceso de aprendizaje. Cuando termina el período de cursada, los participantes en condición regular, están habilitados para rendir el examen final.

P: ¿Cómo funcionan los foros?

Los foros son espacios de comunicación asincrónicos, porque en él las personas escriben sus mensajes y se comunican

sin necesidad de estar online en el aula a la misma hora.

A la hora de diseñar una actividad de capacitación en modalidad virtual, tenemos que saber que los foros pueden ser usados con diferentes fines didácticos. Podemos abrir un foro para la socialización de compañeros y tutores del curso (Foro de bienvenida y de presentaciones personales).

Podemos usarlos como foros de consulta (sobre contenido o para soporte técnico), la participación es optativa y la función es ayudar al participante a superar una dificultad o resolver una duda.

Otra posibilidad es utilizarlos como foros de disenso, en los que, a partir de una consigna planteada, se busca generar un debate conceptual. Se puede exigir para la participación el acceso previo a un material propuesto.

Podemos también, abrir un foro para que nos entreguen alguna actividad (en un posteo se puede adjuntar un archivo).

Un foro además puede utilizarse para organizar la producción: imaginemos una sala de profesores virtual en donde los docentes puedan coordinar el diseño de los materiales de su curso y compartir recursos.

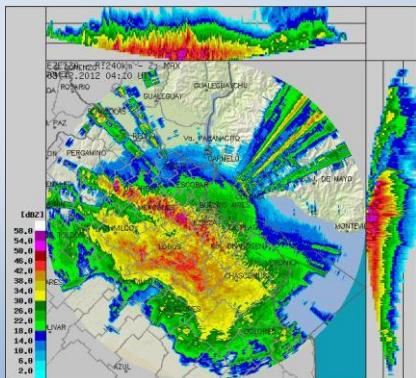
Como vemos, las posibilidades son muchas, lo importante es que dé respuesta a lo que se necesita.

P: ¿Qué cursos ofrece el SMN en Plataforma Moodle?

Por el momento, se está dando únicamente el curso de observador, pero estamos en etapa de diseño de otros referidos a temas tales como Radiación Solar, Geomagnetismo y Radiosondeo. La plataforma está a disposición de las áreas del SMN que necesiten implementar una capacitación en modalidad virtual o semipresencial.

The screenshot shows the Moodle interface for the 'CURSO DE OBSERVADOR METEOROLÓGICO DE SUPERFICIE' course. The left sidebar contains navigation links for 'Personas', 'Buscar en los foros', 'Administración', and 'Cursos'. The central content area features the logo of the 'SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL ARGENTINA' and a welcome message for participants. The right sidebar includes a 'Uso del aula virtual' section, 'Usuarios en línea', a 'Calendario' for March 2013, and a 'Mensajes' section.

- Imagen del aula de la Plataforma Moodle en internet. -



SiNaRaMe

Sistema Nacional de Radares Meteorológicos

Por: **Lic. Luciano Vidal**

En un país como La Argentina, donde se presenta una de las más amplias variedades de climas de Sudamérica, el monitoreo hidrometeorológico es fundamental y prioritario. Las variables medio-ambientales deben ser monitoreadas en forma permanente, tanto para el normal desarrollo de las actividades cotidianas como para la planificación a largo plazo. El monitoreo consiste en la identificación, análisis, seguimiento y evaluación de los fenómenos hidrometeorológicos y de los procesos físicos que estos involucran, especialmente los asociados a fenómenos severos que generan pérdidas tanto humanas como económicas.

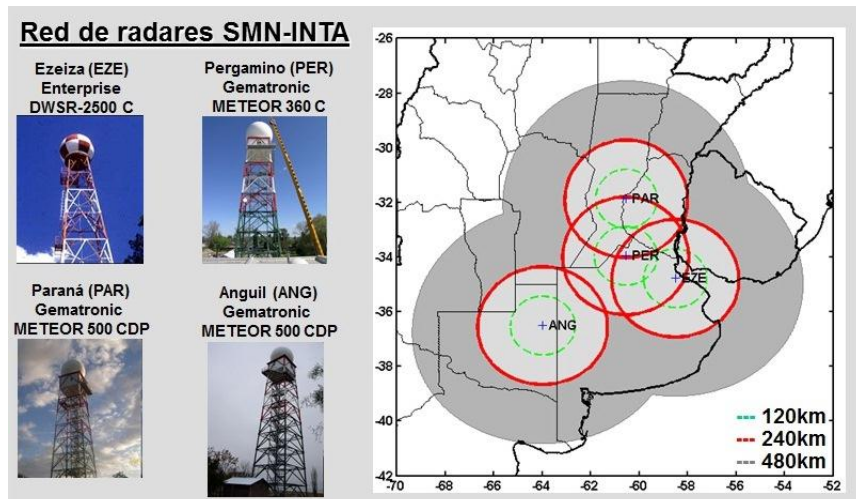
Existe actualmente una necesidad creciente de mejorar los sistemas de alerta temprana en pos de minimizar las consecuencias en la sociedad. Así, la importancia de la previsión meteorológica a muy corto plazo (*nowcasting* o *pronóstico inmediato*) ha experimentado un crecimiento importante en todo el mundo y nuestro país no puede quedar al

margen de esta tendencia, y más aún si pensamos en fenómenos tan extremos como las trágicas inundaciones del 2 de abril pasado en las ciudades de Buenos Aires y La Plata con cerca de 60 muertos y pérdidas económicas millonarias, o los tornados del 4 de abril de 2012 por los que fallecieron 26 personas, otras 893 quedaron heridas y se registraron pérdidas económicas por un total de 275,5 millones de pesos.

Consecuentemente, los sistemas de radar meteorológico han mostrado ser de gran utilidad operacional en la detección y monitoreo de estos fenómenos meteorológicos adversos.

En vista de lo expuesto anteriormente, queda claro que es necesario contar con una amplia red de radares meteorológicos que permita cubrir la gran extensión territorial de nuestro país, a fin de mejorar los conocimientos acerca de la dinámica de estas tormentas y poder así encarar un mejor sistema de alertas.

Hoy en día, La Argentina cuenta con un total de ocho radares para propósitos meteorológicos, de los cuales cuatro están ubicados en la Región Pampeana (Ezeiza, Pergamino, Anguil y Paraná), tres en la provincia de Mendoza (San



Martín, Cruz Negra y San Rafael) y uno en cercanías de la ciudad de San Salvador de Jujuy.

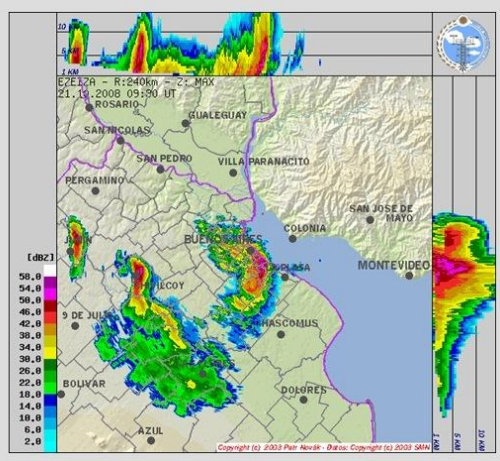
A su vez, sólo dos de ellos poseen tecnologías más modernas que permiten discriminar el tipo de precipitación presente dentro de una nube de tormenta; elemento indispensable por ejemplo, para saber si hay o no probabilidad de que caiga granizo o bien cuál será la intensidad de la precipitación que se espera para una determinada área en los próximos minutos. Considerando estas premisas, es de fundamental importancia llevar a cabo una ampliación y modernización de la actual red, en un corto plazo.

Es en este marco que, el 6 de junio de 2011, la Presidencia de la Nación anunció el lanzamiento del **Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SiNaRaMe)**.

A partir de este anuncio y en el marco del apoyo al desarrollo científico y tecnológico nacional, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, encomendó a la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

(SSRH) la coordinación y supervisión de este ambicioso proyecto de alcance nacional, que involucra a diversas instituciones nacionales, tales como el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Instituto Nacional del Agua (INA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), las universidades nacionales (UBA y UNC) y el INVAP S.E.

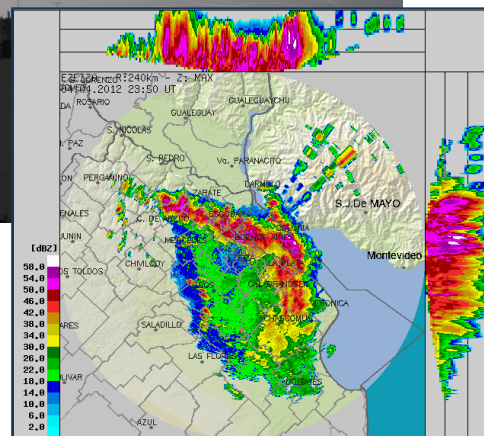
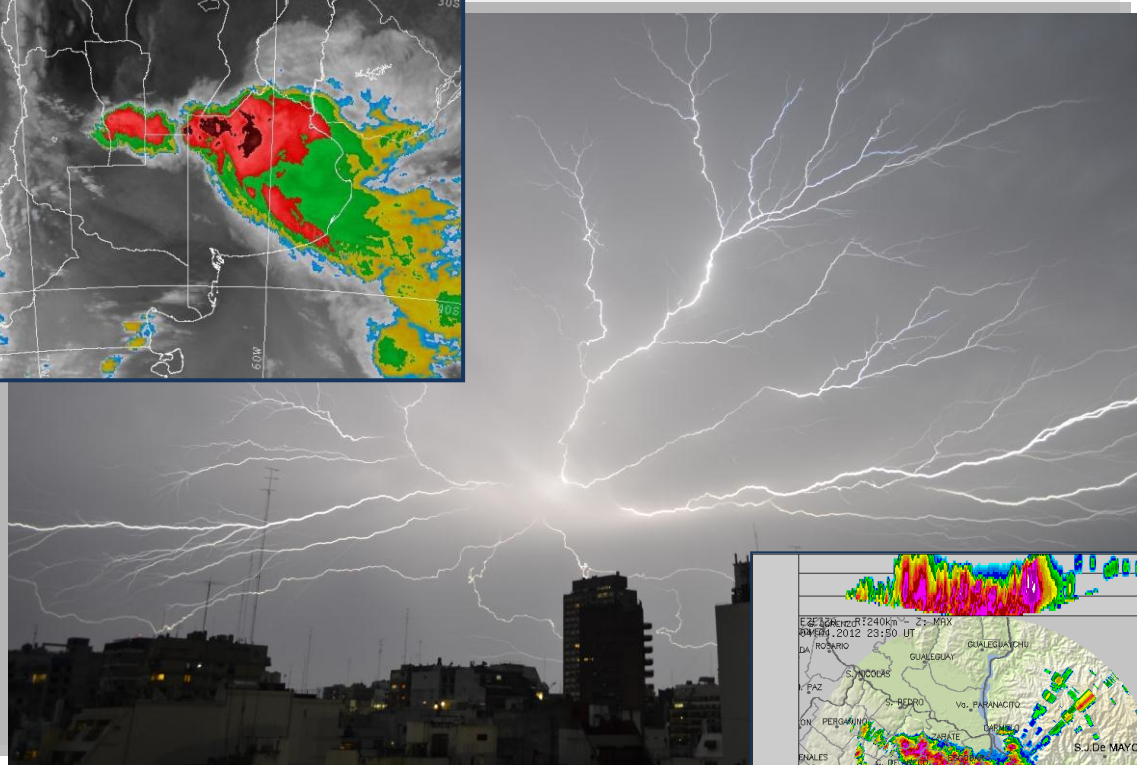
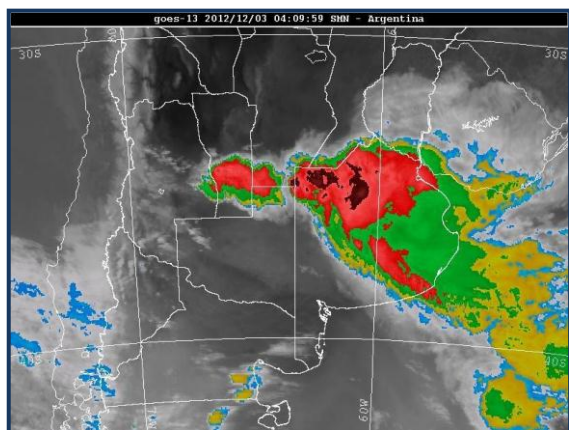
Tiempo Severo en Buenos Aires



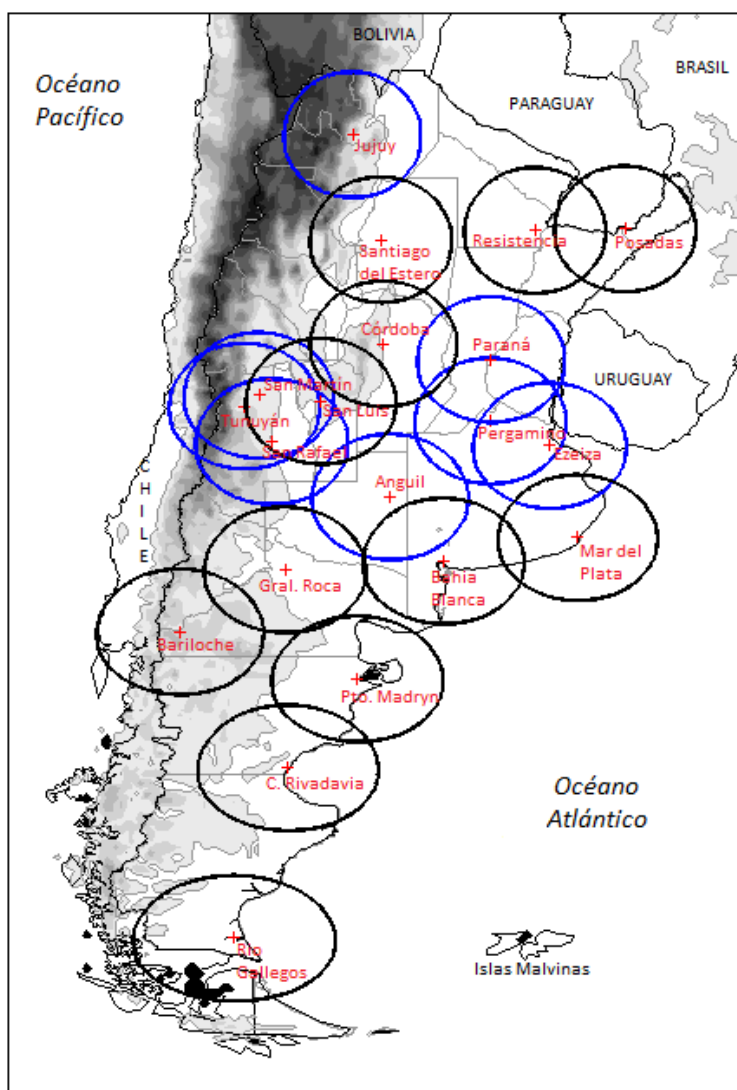
El proyecto busca proveer una parte muy importante de la información necesaria para el desarrollo de un servicio eficiente de alerta temprana, ayudando a prevenir los efectos causados por los desastres naturales que pudieren afectar a la población, la infraestructura,

el transporte y la producción.

Para ello, los objetivos principales se centran en el desarrollo y la construcción del primer radar meteorológico argentino con tecnología de última generación, y en el diseño e implementación de un moderno centro de operaciones, con capacidad para recibir, procesar y analizar los datos que proveen los radares existentes en el territorio nacional y los nuevos radares, optimizando así los recursos disponibles y sus prestaciones.



El proyecto contempla dos etapas. La primera incluye el desarrollo y la fabricación de los dos primeros radares denominados RMA0 y RMA1 (**R**adar **M**eteorológico **A**rgentino) por parte de la empresa INVAP S.E. El primero de ellos (RMA0) será utilizado como banco científico y tecnológico para el desarrollo y puesta a punto del primer radar meteorológico operativo (RMA1). El RMA0 será emplazado en cercanías de la Sede Central de INVAP S.E., en San Carlos de Bariloche, Río Negro. Por otro lado, esta fase incluye también el desarrollo y la implementación del Centro de Operaciones (COP), con capacidad de recepción y procesamiento de datos de la actual y futura red nacional de radares, la cual estará bajo la operación del SMN. Y como último punto, aunque no menos importante, la capacitación técnica de recursos humanos en la operación y en el mantenimiento del sistema.



En una segunda etapa se contempla la construcción y puesta en funcionamiento de otros diez radares meteorológicos, que serán instalados en diferentes lugares del país.

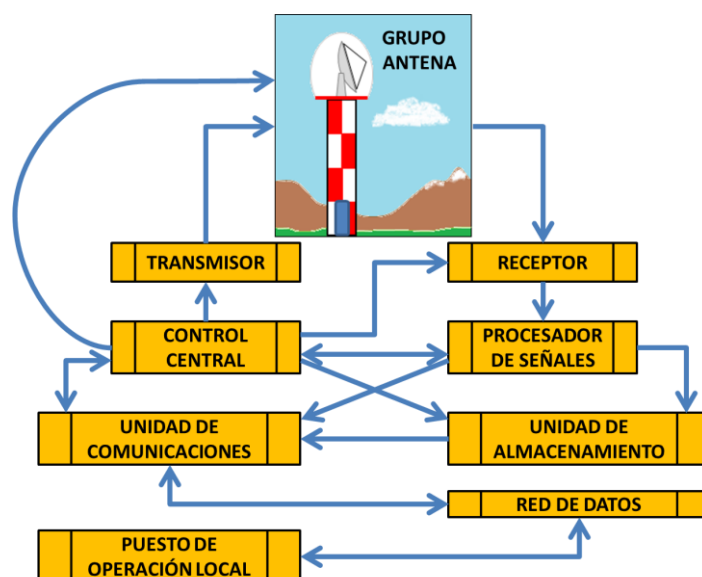
A través de la interconexión de estos once nuevos radares, más los ocho que actualmente están en funcionamiento, quedará consolidado el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos cubriendo gran parte del país, incluidas las áreas urbanas que se encuentran en regiones donde se producen la mayoría de los fenómenos meteorológicos severos.

- Los círculos azules representan la ubicación y cobertura de los radares existentes, mientras que los círculos negros muestran los posibles emplazamientos y cobertura de los nuevos radares. -

Principales características técnicas del RMA

BANDA C DOPPLER	Radar pulsado emitiendo en frecuencias entre 5,4 y 5,9 GHz.
POLARIZACIÓN DOBLE	Mejora la estimación de la lluvia y la identificación de hidrometeoros tales como el granizo.
MODO VIGILANCIA	Doble polarización – Gran alcance (>400km).
MODO TORMENTA	Doble polarización – Alcance intermedio (~240km) – Doppler. Maximiza la obtención de información referente a los hidrometeoros.
MODO DOPPLER	Mejora las mediciones de la velocidad y del ancho espectral de velocidades de las partículas – Alcance menor (<120km).
RED/AUTÓNOMO	Capacidad de funcionar en red o en forma independiente.
CONFIGURABLE	Adaptable a las necesidades de observación con barridos configurables.
COP	Operación, procesamiento, archivo y catálogo de datos centralizados; generación y difusión de productos de alto nivel y multisensor.

Arquitectura de diseño de las componentes del RMA



¿Cómo funciona un RADAR METEOROLÓGICO?

El radar es un sistema electromagnético para la detección y localización de objetos por medio de ecos de radio. Su nombre proviene del término en inglés ***Radio Detection and Ranging***. Su mayor desarrollo se dio durante la década del '30, cuando Inglaterra se preparaba para la Segunda Guerra Mundial, siendo utilizado para detectar y monitorear barcos y aviones. En ese contexto, las áreas de lluvia constituían un problema para los operadores de radar pues generaban oscurecimientos que dificultaban la localización de los blancos.

Es así como comienzan a desarrollarse algoritmos para poder identificar en forma clara dichas regiones y poder enmascararlas. De esta manera, lo que comenzó como un problema terminó impulsando el uso del radar para el estudio de blancos

meteorológicos.

El radar meteorológico es un sensor activo que transmite pulsos de energía en intervalos de tiempo regulares, concentrados en un haz pequeño a través de una antena rotante. Los blancos iluminados por el haz del radar pueden absorber parte de esa energía y luego irradiarla en distintas direcciones. La fracción que vuelve a la antena es captada y luego convertida en información útil a fin de poder determinar características particulares de los blancos meteorológicos observados.

Los radares equipados con tecnología Doppler permiten además estimar la velocidad con la que se están moviendo esos objetos, y los de polarización doble aportan información referida a la geometría de los mismos.

Aplicaciones estratégicas:

1. **Estimación de precipitación:** permite determinar áreas potencialmente peligrosas, relacionadas con la posibilidad de inundaciones repentinas, así como realizar el monitoreo de la lluvia acumulada en una determinada región (cuencas de ríos y arroyos).
2. **Monitoreo y seguimiento de tormentas:** permite focalizar los alertas distinguiendo fenómenos severos tales como lluvias intensas, granizo, vientos fuertes y tornados.



Caspar David Friedrich

Naturaleza salvaje... Entre el realismo y la abstracción.

Por: **Lic. Claudia Lanzani**

Paisaje cósmico o sublime es el nombre que la historiografía del arte da al género pictórico que representa escenas de la naturaleza de manera salvaje, en las que el hombre se siente perdido. Dentro de esta línea estaría el paisaje denominado *naturalista*, que refleja una naturaleza grandiosa y abundante como montañas, valles, arboles, ríos y bosques, en donde el cielo (que recibe el nombre técnico de celaje) y las condiciones atmosféricas son un elemento importante de la composición del mismo. Este tipo de obras fue propio de los artistas del norte de Europa, especialmente de los pintores alemanes, entre los que se destacaron Dürero, Elsheimer o Friedrich.

Caspar David Friedrich fue un pintor cuyos paisajes se sitúan en un terreno intermedio entre el realismo y la abstracción.

Realismo, en tanto nos presenta la naturaleza como una realidad objetiva. Dentro de sus paisajes se encuentran cielos que podrían ser identificados y comparados con el “*Atlas internacional de nubes*”, de la Organización Meteorológica Mundial.

Abstracción, en tanto utiliza la naturaleza como mediadora para la manifestación de una vivencia de carácter espiritual estrechamente relacionada con los acontecimientos que le tocó vivir y las teorías filosóficas de la Alemania del siglo XIX.

Este pintor nació el 5 de septiembre de 1774 en Greifswald, una ciudad de la Pomerania sueca, en el seno de una familia de tendencia pietista¹. Este sentido espiritual de la vida inculcado por su familia junto a una serie de tragedias fami-

¹ Movimiento luterano alemán, nacido en el Siglo XVII, que daba especial importancia al sentimiento interior de la convicción religiosa.

liares, entre las que se encuentra la muerte de su hermano mayor, quien pereció ahogado tratando de salvarlo cuando se rompió el hielo donde ambos patinaban, marcaron su infancia y le imprimieron a su obra una reflexión sobre el sentido trágico de la vida; el paisaje funciona como un espacio amplio en el cual descargar su dolor y expresar el poder de Dios.

El sentirse predispuesto a encontrar lo “divino en todo”, como proponían sus creencias, exigía la escrupulosa observación de los fenómenos naturales, pues cuanto más realista fuese la descripción de los mismos, tanto más convincente sería el papel de Dios en la organización del universo. “Realismo y hecho científico servían como marco a su reverencia y entendimiento religioso del Espíritu Universal”².

Para su formación, fue muy importante que en su ciudad natal existiera una de las más destacadas universidades de la región del Báltico, que fue fundada en 1456 para educar a los hijos de las familias reales de Pomerania y Sajonia y que, hacia finales del siglo XVIII, incorporó a la enseñanza académica las ciencias naturales, la ingeniería civil, la astronomía, la agrimensura, la geografía y la topografía, contando para ello con una importante biblioteca y un observatorio astronómico.

Estas instalaciones podían ser utilizadas por todos los habitantes de la urbe, fuesen o no estudiantes. Aunque en teoría Friedrich nunca llegó a estudiar formalmente en dicha universidad, su desarrollo y progreso como artista y pensador dependieron de la agrupación cultural que se formó en torno al núcleo de la misma. Él asistía asiduamente a la universidad para estar en contacto con las corrientes científicas del momento. A los dieciséis años inició un período de aprendizaje con Johann Quistorp, profesor de dibujo, cuyo hermano mayor era profesor de historia natural y botánica de la Universidad de Greifswald y quien se cree que influyó en las observaciones de la naturaleza que Friedrich hacía para realizar sus paisajes. En 1794 asistió a la Academia de Copenhague, como todo futuro artista del norte de Europa, para aprender la técnica del dibujo topográfico. Años más tarde se trasladó a la ciudad de Dresde, donde vivió hasta su muerte en 1840, porque en esa época era el centro de una brillante empresa cultural y los pintores topográficos y paisajistas podían ganarse la vida decentemente. Friedrich se destacó a tal punto en este tipo de dibujos que los seguidores de la *Naturphilosophen*³, corriente filosófica a la cual adhería, lo cita-

² Albert Boime “Historia social de arte moderno. El arte en la época del Bonapartismo 1800-1815” Editorial Alianza, Madrid, 1990. Pag. 557.

³ Corriente de la tradición filosófica del idealismo alemán del siglo XIX ligada al Romanticismo. Inspirada en la *Crítica del Juicio* de Kant que defendió una concepción orgánica de la ciencia en la que el sujeto juega un papel esencial, concibiéndose el mundo como una proyección del observador.

ban en sus escritos como “pintor de la naturaleza”.

En 1806, el embate de las tropas napoleónicas que sufrió esta ciudad, al igual que la mayoría de los territorios alemanes durante la Gran Guerra, acentuó su visión trágica de la vida y marcó el espíritu de su obra posterior.

Igualmente, sus paisajes seguían teniendo un rigor naturalista, que desentonaba con la concepción que poseían de la ciencia los seguidores de dicha corriente intelectual, en parte influenciada por el manifiesto sentimiento nacionalista anti francés que profesaban (Cabe recordar

que Francia es uno de los países donde floreció la Ilustración).

Por lo tanto Friedrich justificaba el rigor naturalista antes mencionado, no desde la corriente racionalista empírica, sino desde su visión panteísta del mundo. Según sus palabras, *el arte debía mediar entre las dos obras de Dios, los humanos y la naturaleza*; razón por la cual en sus obras conviven la subjetividad de sus creencias y uno de los mejores muestrarios de fenómenos meteorológicos pintados al óleo, que sin pretenderlo, se acerca más al razonamiento científico ilustrado de lo que él mismo creía.



Mar de hielo - 1824

En el cuadro *Monje junto al mar* (a la derecha) se ve un fraile con hábito de capuchino que está de pie al borde de un risco que da a un mar agitado por el viento y a una gran extensión de cielo oscuro. La falta de primer plano y la diminuta escala de la figura, autorreferen-



cial, proyectan el efecto de una criatura indefensa frente a las fuerzas de la naturaleza.

Mucho se ha escrito sobre este cuadro en relación con el carácter depresivo crónico del autor, su ideal espiritual, su ferviente nacionalismo frente a las invasiones napoleónicas que había sufrido su país y su relación con el movimiento Sturm und Drang⁴. Interesante resulta el análisis que hace Albert Boime basándose en los conocimientos que le brindó George L. Siscoe, profesor de ciencias atmosféricas de la UCLA (Universidad de California- Los Angeles): “El fraile del cuadro de Friedrich está de pie sobre un promontorio que se proyecta mas allá de la línea de la costa –no en la orilla, como se ha supuesto muchas veces, puesto que no hay rompientes que salpiquen el rocoso primer plano, y las cabrillas que se ven a lo lejos indican que corre una brisa fresca-. La acción de las olas corresponde exactamente a la intensidad de 5 de la escala de vientos Beaufort [...] El efecto de la acción del viento se ve también en la capa superior del brumazón, que tiene el típico aspecto *desmenuzado* de las nubes fractostratos”⁵. Luego agrega: “El sol está saliendo por el noroeste, lo que sitúa la escena en el verano de esta región”⁶, haciendo referencia al cabo de Arkona en la isla de Ruger, lugar geográfico donde se cree que se desarrolla esta escena.

⁴ El Sturm und Drang (en español ‘tormenta y pasión’) fue un movimiento literario, que también tuvo sus manifestaciones en la música y las artes visuales, desarrollado en Alemania durante la segunda mitad del siglo XVIII. Este movimiento hacia hincapié en la subjetividad y la emoción de los artistas. Uno de los principales alentadores de este movimiento fue Johann Wolfgang von Goethe.

⁵ Op.cit. pág. 610-611

⁶ Op. cit. pág. 611



-En el cuadro *Montaña con arco iris* (a la izquierda) se puede apreciar un cielo oscuro con nubes del tipo stratocumulus traslúcidos, en donde un vagabundo solitario se asoma a contemplar un valle envuelto en bruma. La figura solitaria vista por detrás vuelve a ser un sustituto del artista,

como en el cuadro anterior. Aquí se pone de manifiesto su interés cada vez mayor en la

óptica y la teoría del color. Este cuadro junto con otro titulado *Paisaje con arco iris* (derecha), donde también se pueden distinguir nubes bajas de tipo stratocumulus, fueron adquiridos por el duque de Sajonia-Weimar-Eisenach, Karl August, a instancia de Goethe, quien era el asesor científico de su ducado. El famoso poeta alemán estuvo muy interesado en estudios de botánica, geología y óptica, a tal punto que había escrito dos artículos sobre esta última ciencia en 1790 y 1792.



El famoso poeta alemán estuvo muy interesado en estudios de botánica, geología y óptica, a tal punto que había escrito dos artículos sobre esta última ciencia en 1790 y 1792.

La naturaleza de las nubes, los halos, las auroras y los arco iris fueron temas de gran interés durante los primeros años del siglo XIX, publicándose datos importantes sobre los mismos, como la clasificación de nubes que el inglés Luke Howard había realizado en 1802.

En este contexto Goethe encargó a Friedrich, en 1816, la ejecución de una serie de cuadros pintados según la exitosa clasificación realizada por Howard. Aunque el pintor rechazó rotundamente este encargo, argumentando que no concebía «el constreñir en un orden

como esclavos a esos seres libres y ligeros»⁷, este hecho no deja de poner en evidencia cómo su obra estaba estrechamente relacionada con las corrientes intelectuales de la ciencia de esa época.



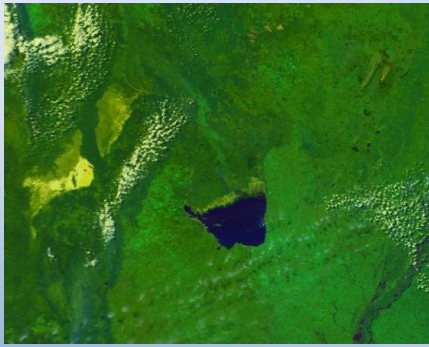
-Por último, en *Caminante sobre un mar de nieblas* (izq.), el caminante visto de espaldas luego de ascender por las llanuras neblinosas hasta alcanzar la cumbre, se encuentra de pie sobre una colina rocosa, contemplando la cima de las montañas envueltas en niebla. Si bien, a diferencia de los cuadros anteriores, la figura humana (erecta y dominante) cobra gran importancia frente al paisaje -por lo cual se cree que el pintor está haciendo referencia a la derrota del ejército Bonapartista por parte del ejército Sueco-, no deja de estar relacionado con su amor

a la “Naturphilosophen” y a su exaltación religiosa en forma de observación reverente, como en los cuadros anteriores.

De la misma manera, Friedrich no abandona la exploración del hecho científicamente observable de que en las regiones montañosas la niebla que se forma en los valles, usualmente durante el invierno, permite la visibilidad por encima de ella, teniendo características de nube estratiforme.

Prácticamente toda la obra del autor consigue mostrar un sinnúmero de relaciones con su vida pública y privada y la coyuntura política, económica y religiosa que le tocó vivir. Además se puede destacar, en todas ellas, una enfática y realista observación de la naturaleza que, como se mencionó al comienzo, hacen que sus paisajes sean de los que mejor transmiten el aspecto exterior de las nubes.

⁷ Caspar David Friedrich, *Die Erfindung der Romantik* [cat. exposición], ed. Hubertus Gassner, Múnich, 2006.



Análisis Espectral de Nubes de Sal Originadas en las Cercanías De la Laguna de Mar Chiquita Utilizando Sensores Remotos

Por: Diana Rodríguez - Silvana Carina Bolzi - Inés Velasco - Mónica Marino

La extensión del espejo de agua de la laguna Mar Chiquita (Córdoba-Argentina) ha experimentado aumentos y disminuciones a lo largo de los años. Sin embargo, a partir del 2003, entró en un régimen de contracción, dejando expuestas grandes extensiones de suelo cubiertas de sal. A partir del 2006 las observaciones desde el espacio con distintos satélites permitieron documentar la presencia de nubes muy blancas originadas en la sal que es levantada desde el suelo cuando ocurren vientos de cierta intensidad. En este trabajo se presentan varios ejemplos de nubes de sal, documentados con imágenes del sensor MODIS (Espectroradiómetro de imágenes de resolución moderada o Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y utilizando datos AVHRR (Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución o Advanced Very High Resolution Radiometer) de los satélites NOAA (Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera o National Oceanic and Atmospheric Administration) 18 y 19, los cambios observados en el espejo de agua de la Laguna entre los años 2006 y 2012 y se analizan dos eventos en particular. Para cada uno de ellos se analiza la respuesta espectral en las bandas reflectivas y las temperaturas de brillo, en forma individual o combinadas en índices. Si bien este estudio es de carácter exploratorio, los resultados obtenidos indican que ciertos índices usados en la literatura para identificar estas nubes no son aplicables en forma generalizada y es entonces necesario obtenerlos a nivel local. Para este trabajo en particular se encontró que el índice constituido por la diferencia de temperaturas radiantes en las bandas de 11 y 12 μm , sirve para distinguir y estudiar las nubes o tormentas de sal.

1.- INTRODUCCIÓN

En mayo de 2002 la República Argentina seleccionó a los Bañados del Río Dulce y la Laguna de Mar Chiquita, que abarcan alrededor de 996.000 hectáreas, en el norte de la provincia de Córdoba, asignándole el orden 11° en la Lista del Convenio de Ramsar, un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso ra-

cional de los humedales y sus recursos. [1]

Esta es la cuenca endorreica más grande e importante en la Argentina, y comprende la laguna de Mar Chiquita (uno de los mayores lagos de agua salada en el mundo, con aguas que oscilan entre salinas e hipersalinas), los pantanos expansivos del Río Dulce (o Río Petri) en la costa norte, y las bocas de varios ríos secundarios al sur.

El sitio es considerado uno de los humedales más importantes de la Argentina por la riqueza de su biodiversidad, comprendiendo un rango de agua dulce a muy salina. La zona es muy importante también desde el punto de vista antropológico por la presencia de numerosos yacimientos arqueológicos.

A partir del año 2006 se vienen registrando en forma creciente nubes de polvo de sal en el área de la laguna de Mar Chiquita. Estas nubes se generan a partir de las grandes playas cubiertas de sal que se han formado al producirse un rápido descenso del nivel del agua de la laguna a partir de 2003, momento en que alcanzó su máximo nivel histórico. A medida que el nivel de la laguna baja, las playas se hacen más extensas, y en agosto de 2012 cubrían una superficie aproximada de 3.300 hectáreas. Las grandes “plumas” de polvo y sal en suspensión se generan a partir de vientos con velocidades mayores a los 20 km por hora, aunque puede observarse la aparición de polvo en suspensión con velocidades menores. Estas plumas se pueden extender muchos kilómetros hacia el sur o el norte de la laguna u otra orientación, dependiendo de la dirección de los vientos. En casos extremos, se han registrado nubes que llegaron hasta Pergamino en la provincia de Buenos Aires, a unos 400 km desde su punto de origen en Mar Chiquita y hasta el sur de la provincia de Salta, a unos 800 km [2].

Las nubes de sal -también llamadas tormentas de sal-, se diferencian de las nubes o tormentas de polvo no sólo por su origen, sino también por su composición y el tamaño de las partículas. Además, son difíciles de predecir y controlar y pueden contaminar el aire, el suelo, el agua y los alimentos, así como corroer equipos o maquinarias; y causar enfermedades, produciendo una alteración perniciosa de los ecosistemas y del entorno natural [3]. Pero al igual que las tormentas de polvo,

interactúan con la radiación solar incidente reflejando, absorbiendo y emitiendo a la vez, por lo tanto interviniendo en el balance radiativo y consecuentemente en el clima. Sin embargo, el número de estudios realizados sobre las tormentas de sal, es mucho menor que sobre las tormentas de polvo, pese a que las primeras pueden tener un gran impacto ecológico.

Los datos obtenidos desde distintos sistemas satelitales han contribuido en forma muy importante a la detección, el monitoreo, la comprensión y el desarrollo de estrategias para la mitigación de numerosos fenómenos naturales de impacto desfavorable en el ambiente y la sociedad, como la presencia de altas concentraciones de partículas en la atmósfera [4] y [5]. Un ejemplo destacable es el problema del mar de Aral, para el cual los datos satelitales se usaron intensamente junto con los sistemas de información geográfica, tanto para su estudio como para proveer las bases necesarias para desarrollar medidas paliativas con sustento científico[6]. En este trabajo se documentan varios casos de nubes de sal originadas en el entorno de la Laguna de Mar Chiquita entre los años 2006 y 2012 con imágenes MODIS Aqua, y se analizan en detalle dos casos observados desde los satélites NOAA 18 y 19, con el sensor AVHRR/3 (Advanced Very High Resolution Radiometer/3).

2.- DATOS Y METODOLOGÍA

Las imágenes MODIS fueron utilizadas para documentar la ocurrencia de tormentas de sal en el entorno de la Laguna de Mar Chiquita y se obtuvieron de la dirección web <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards>.

Las imágenes NOAA, utilizadas en el presente trabajo, Tabla 2, fueron obtenidas en el Departamento Teledetección y

Aplicaciones Ambientales, GIDyC, del Servicio Meteorológico Nacional. Todas las imágenes fueron calibradas y se calcularon las reflectancias (ρ) y las temperaturas de brillo (TB), para las bandas que se detallan en la Tabla 1. Además, las imágenes fueron georreferenciadas usando proyección latitud-longitud, dato WGS-84.

Tabla 1. Bandas de los satélites NOAA 18 y 19.

Número banda (siglas)	Rango longitud en μm
B1 (VIS)	0.58-0.68
B2 (NIR)	0.72-1.10
B4 (IR)	10.30-11.30
B5 (IR)	11.50-12.50

Tabla 2. Detalle de las imágenes NOAA utilizadas.

Fecha	Hora UTC	Satélite
08/07/2012	19:30	NOAA -18
29/07/2012	19:01	NOAA -18
03/07/2012	18:04	NOAA -19 (laguna en baja)
04/07/2011	18:20	NOAA -18
07/07/2010	18:32	NOAA -19
09/08/2009	18:30	NOAA -19
28/08/2006	17:49	NOAA -18 (laguna normal)

Las dos primeras líneas de la Tabla 2 representan las imágenes que se utilizaron para hacer el análisis de las respuestas de las nubes de sal en las distintas bandas. El primer caso se originó con vientos prevalecientes del sector norte; el segundo, con vientos de dirección sur.

Las cuatro líneas siguientes de la Tabla 2, representan las imágenes que se usaron para observar la evolución del espejo de agua entre los años 2006 a 2012, que se redujo progresivamente, dejando expuestas al norte de la laguna extensas playas cubiertas de finas partículas de polvo y sal.

Como ejemplos extremos representativos se tomaron la del 03/07/2012 (Fig. 1) y la del 28/08/2006 (Fig. 2).

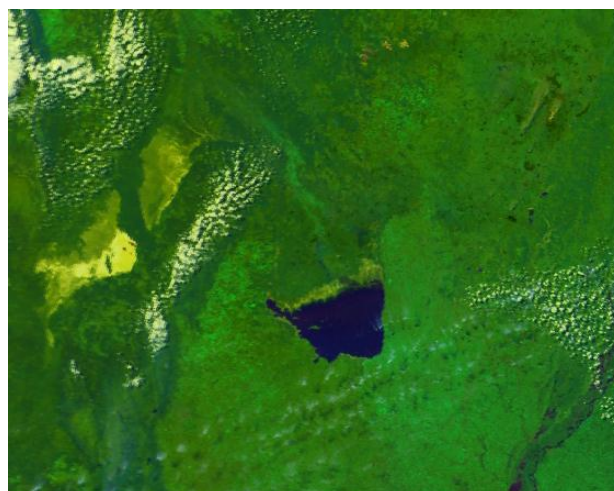


Figura 1. Imagen RGB 124, sensor AVHRR/3, del 28/08/2006.

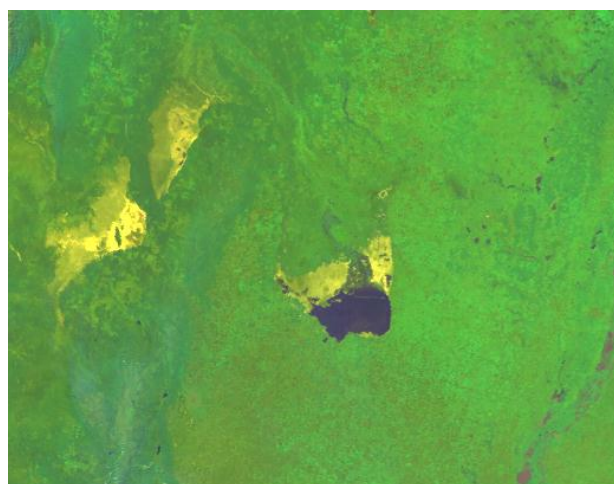


Figura 2. Ídem figura anterior para el 03/07/2012.

La identificación inicial de las nubes se realizó a través de una inspección visual de las imágenes en falso color (RGB 124). Posteriormente se inspeccionaron las imágenes banda por banda, convertidas a reflectancias (ρ_{B1} y ρ_{B2}), a temperaturas radiantes (TB4 y TB5), a temperatura de superficie (Ts) y a diferencia de temperatura (TB4-TB5). Luego se realizó un análisis de las distintas variables, en varios sectores de la nube, en el caso del 29/07/2012 (Fig. 9) y sobre un sector en el caso del 08/07/2012 (Fig. 18), a lo largo de las transectas que se marcan sobre las mismas.

Las imágenes de la temperatura radiante para las bandas 4 y 5 (TB4 y TB5), se obtuvieron a partir de las imágenes en infrarrojo térmico, calibradas, invirtiendo la función de Planck y de la temperatura de superficie (T_s) [7].

El espejo de agua de la laguna ha oscilado a lo largo de los años, y en las tres últimas décadas esta variación ha sido documentada con imágenes de satélite (ver por Ej. [8] y [9]). En las Figuras 1 y 2 se puede apreciar el cambio observado entre 2006 y 2012. En este período, la superficie de agua fue disminuyendo paulatinamente en forma constante, dando lugar a la formación de amplias playas cubiertas por finas partículas de polvo al norte de la misma. La comparación de las figuras 1 y 2 permite observar lo descrito anteriormente.

En la Figura 3 se muestran las estaciones meteorológicas más cercanas a la Laguna de Mar Chiquita, cuyos registros fueron consultados para determinar el estado de la atmósfera durante los dos eventos que se analizan.

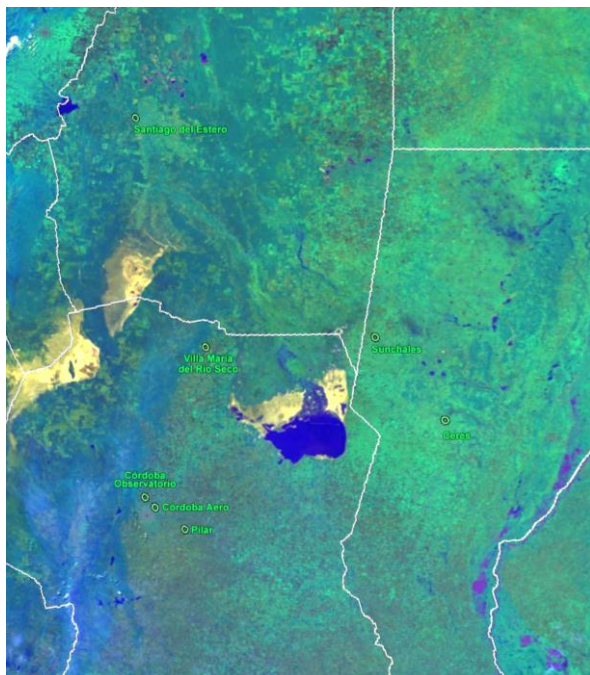


Figura 3. Ubicación de estaciones más próximas a la Laguna de Mar Chiquita de las que se obtuvieron datos meteorológicos.

Las condiciones meteorológicas y climáticas que prevalecieron en el período, con altas temperaturas, escasas precipitaciones y vientos fuertes, favorecieron el proceso de evaporación, siendo este efecto además, reforzado por posibles desvíos de agua desde los ríos que alimentan la laguna. Con estas condiciones, los vientos, a partir de cierta intensidad, desprenden y levantan las pequeñas partículas de las playas y las arrastran a grandes distancias, dependiendo de su intensidad; las condiciones de inestabilidad termodinámica cooperan para que las mismas se desplacen hacia alturas mayores.

Ejemplos de casos de nubes de sal observados desde satélites en el período 2006-2012

Durante este período (2006-2012), fueron documentados varios episodios de nubes de sal en las cercanías de la Laguna de Mar Chiquita, tanto por los satélites NOAA sensor (AVHRR/3), como por los AQUA y TERRA (sensor MODIS). En las Figuras 4 a 8 se muestran algunos ejemplos capturados por el sensor MODIS. La mayoría de los ejemplos observados y documentados, acontecieron en los meses de julio y agosto (invierno) y en condiciones de viento predominante del sector sur.



Figura 4. Imagen AQUA-MODIS color natural. 27/07/2006.

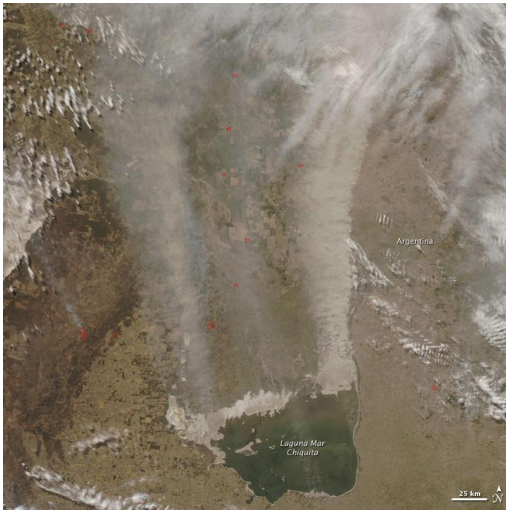


Figura 5. Ídem Fig. 4 para el 10/07/2009.



Figura 8. Ídem Fig. 4 para el 29/07/2012.



Figura 6. Ídem Fig. 4 para el 07/07/2010.



Figura 7. Ídem Fig. 4 para el 08/07/2012.

3.- ANÁLISIS DE DOS CASOS

Nube de sal observada el 29/07/2012

En la Figura 9 se puede observar la nube de sal en una imagen en falso color (RGB 124) y en la Figura 10, la imagen reflectiva (NIR) para este caso. En ambas imágenes se aprecian las plumas de sal que se originan sobre las costas de la laguna por la acción del viento y, a medida que se elevan, alcanzan grandes distancias, dependiendo de la intensidad y persistencia del viento.

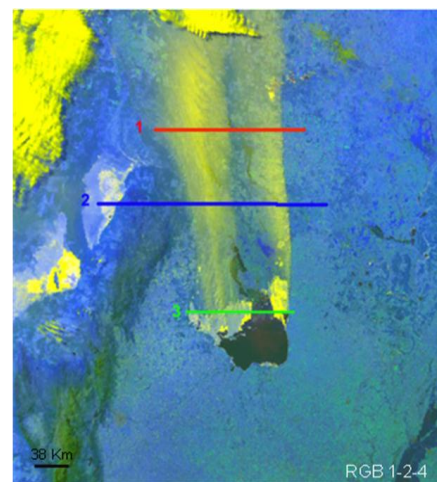


Figura 9. 29/07/2012. Imagen en falso color RGB 124.

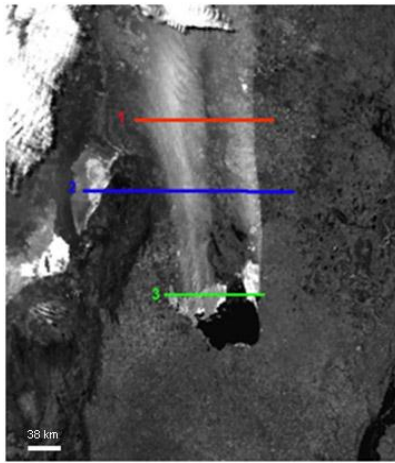


Figura 10. 29/07/2012. Imagen reflectiva (NIR B2)

En la Figura 11, se muestra la diferencia de las temperaturas (TB4-TB5), donde las dos plumas aparecen ahora en tonalidad oscura, por los valores negativos que toma esa diferencia.

A esta altura, es interesante hacer algunas observaciones comparando la imagen NIR (figura 10) con la imagen (TB4-TB5). En la imagen reflectiva (Figura 10) las nubes de agua y/o hielo y las superficies cubiertas de sal aparecen más brillantes que las plumas de sal, en tanto que en la imagen (TB4-TB5) las nubes siguen apareciendo brillantes pero las plumas de sal aparecen oscuras (Figura 11). Esto indica que la variable diferencia aporta información adicional para distinguir claramente los dos tipos de nube. El valor negativo de esta diferencia fue utilizado por [10] para detectar nubes de origen volcánico, usando un modelo de transferencia radiativa con las emisiones provenientes de una nube volcánica, y se encontró un efecto reverso en la absorción, con respecto a lo observado sobre nubes de agua y/o hielo, es decir que la emisión de radiación infrarroja en la ventana de los 10 μm a los 13 μm aumenta al crecer la longitud de onda [11]. Al trabajar con datos del sensor MODIS, se analizaron nubes de ceniza volcánicas y se encontró que son menos reflectivas que las nubes de agua y/o hielo, pero lo que las distingue claramente es el valor negativo

de la diferencia $TB(11\mu\text{m})-TB(B12\mu\text{m})$ y para los casos estudiados, estas diferencias alcanzaron valores extremos de -7 grados. Ese valor es de un orden mayor que los encontrados en el presente trabajo para las nubes de sal.

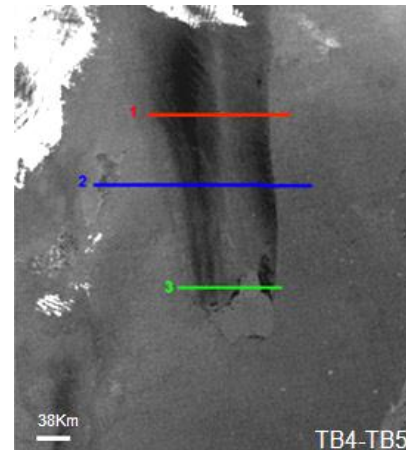


Figura 11. 29/07/2012. Imagen diferencia de temperatura (TB4-TB5).

Para ver en detalle los valores de las respuestas de las distintas variables sobre la nube de sal se determinaron las mismas a lo largo de tres transectas, que aparecen marcadas en las Figuras 9 a 11. Como se puede apreciar en las Figuras 12 y 13, las dos plumas de sal son claramente distinguibles por los dos máximos de reflectancia, que a su vez son coincidentes con los dos mínimos de valores negativos en la diferencia de temperatura ($TB4-TB5 = \Delta T$), a lo largo de la transecta 1. Sin embargo, si bien la reflectancia es máxima tanto en la pluma del oeste como en la del este, aunque esta última tiene una reflectancia algo menor, la diferencia entre las dos plumas es muy marcada en la diferencia de temperatura (Figura 13).

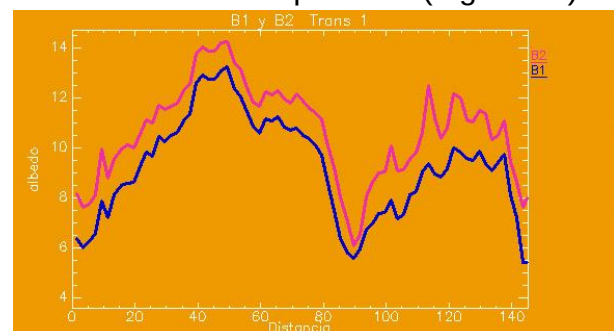


Figura 12. Variaciones de la reflectancia en las bandas 1 y 2, sobre la transecta 1 de la figuras 9 a 11.

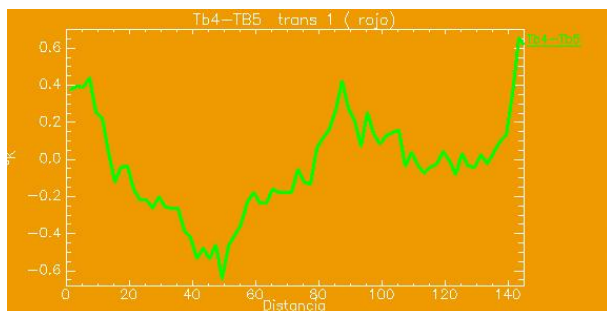


Figura 13. Ídem anterior pero para las variaciones de la diferencia de temperatura (TB4-TB5).

Como es observable en las imágenes anteriores, las dos plumas no son uniformes a lo largo de su trayectoria y un análisis sobre otras transectas, permite tener información sobre esas diferencias y obtener resultados de interés. Sobre la transecta 2 (Figura 14), el primer máximo registrado corresponde a la alta reflectividad de las salinas de Ambargasta, y los dos siguientes corresponden a las plumas de sal, notándose sobre esta transecta que la reflectividad desde ambas plumas es semejante, pero se invierte el comportamiento en la diferencia de temperatura, en tanto que sobre las salinas la diferencia (TB4-TB5) es positiva (Figura 15), o sea tiene en esta variable un comportamiento similar a las nubes.

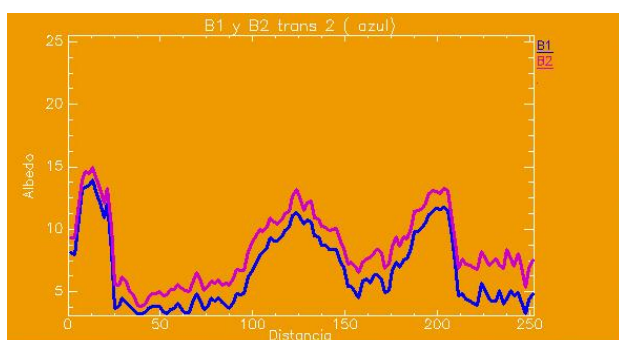


Figura 14. Variaciones de la reflectancia en las bandas 1 y 2, sobre la transecta 2 de la figuras 9 a 11.

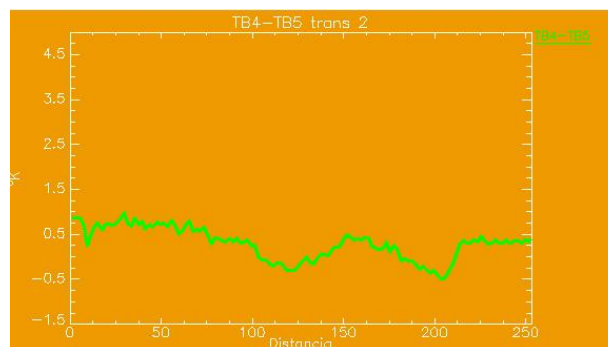


Figura 15. Ídem anterior pero para las variaciones de la diferencia de temperatura (TB4-TB5).

Sobre la transecta 3, (Figuras 16 y 17) las oscilaciones en los valores de reflectancia y de ΔT describen en general el comportamiento explicado sobre las transectas 1 y 2, pero hay una diferencia remarkable, que se observa en el sector donde la superficie está muy húmeda y posiblemente encharcada. Allí hay un mínimo general de los valores de reflectancia, llegando incluso a ser algo menor el de la banda NIR que el VIS, típico del comportamiento sobre este tipo de superficies o cubiertas del suelo.

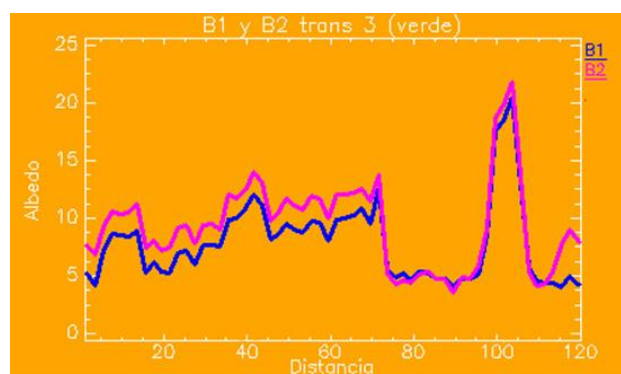


Figura 16. Variaciones de la reflectancia en las bandas 1 y 2, sobre la transecta 3 de la figuras 9 a 11.

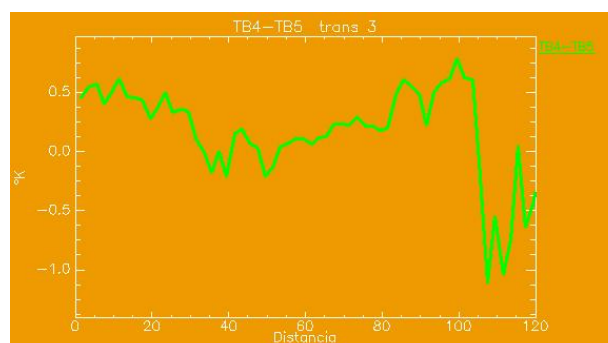


Figura 17. Ídem anterior pero para las variaciones de la diferencia de temperatura (TB4-TB5).

Nube de sal observada el 08/07/2012

En la Figura 18 se puede observar la imagen en falso color (RGB 124) y en la Figura 19 la B1 (VIS), para este evento observado a comienzos de julio de 2012. A diferencia del caso analizado anteriormente, estas nubes de sal se dan con condiciones de viento prevaleciente de dirección NNE. El análisis detallado en este caso se hace sobre una sola transecta, identificada con el número 4 en las Figuras 18 y 19. El comportamiento de las variables es semejante al caso anterior.

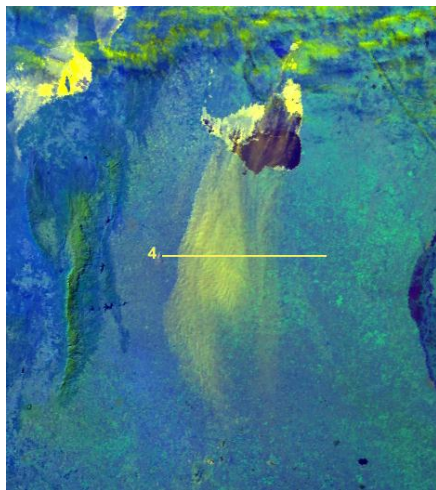


Figura 18. 08/07/2012, imagen en falso color (RGB 124).



Figura 19. Ídem anterior banda VIS.

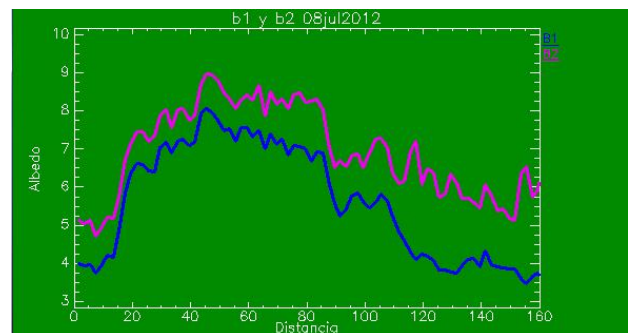


Figura 20. Variaciones de la reflectancia en las bandas 1 y 2, sobre la transecta 4 de la figuras 18 y 19.

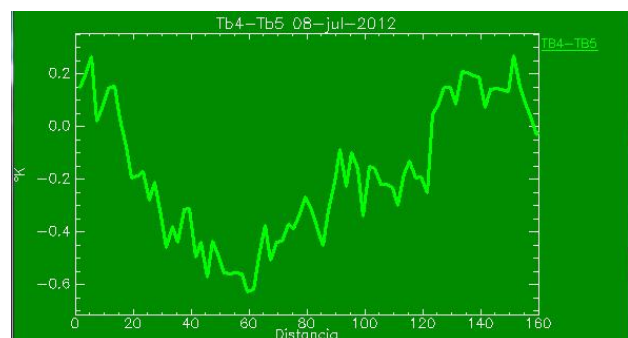


Figura 21. Ídem anterior pero para las variaciones de la diferencia de temperatura (TB4-TB5).

4.- CONCLUSIONES

Para este trabajo, el uso de imágenes MODIS y AVHRR permitió documentar la ocurrencia de nubes de sal en las proximidades de la Laguna de Mar Chiquita en la provincia de Córdoba, Argentina.

El análisis de las respuestas espectrales con datos AVHRR permitió diferenciar el comportamiento de estas nubes con respecto al de nubes de agua y/o hielo y con respec-

to a suelos de salinas. Si bien las nubes de sal estudiadas en este trabajo son mucho más reflectivas que el suelo, son menos reflectivas que las otras nubes y que las superficies salinas.

El valor de reflectancia depende del espesor de la nube, ya sean éstas de agua, hielo o sal. Pero las plumas puramente formadas por sal, se caracterizan por su forma y en general tienen menor reflectancia que las otras nubes. Su temperatura tampoco alcanza valores tan bajos como los que pueden tener los toques de nubes comunes, aún cuando sean de poco desarrollo vertical.

En algunos casos es posible observar la formación de nubes de agua en partes de las plumas, dependiendo del grado de humedad de la atmósfera y de la extensión de las plumas.

Un comportamiento destacable está relacionado con la diferencia de temperatura (ΔT : TB4-TB5). Este valor es negativo en presencia de nubes de sal, contrariamente a lo que se observa sobre las nubes de agua y/o hielo y las superficies salinas, constituyendo esta variable un índice adecuado para distinguir las nubes de sal de las otras. Es interesante destacar que los valores negativos de ΔT , también se observan en las plumas de origen volcánico, pero esas diferencias son de un orden de magnitud mayor; nunca se las observa en las nubes de agua o hielo.

Por otra parte, el poder identificar estas nubes con imágenes satelitales, permitirá establecer las condiciones de ocurrencia y su distribución espacio temporal, sobre lo cual hay muy poca información hasta el presente, no sólo a nivel nacional, sino también global.

El análisis de un mayor número de casos sería necesario para indagar sobre la relación entre los valores de la diferencia de temperatura (ΔT : TB4-TB5) y el espesor de la nube.

Queda pendiente ahora la tarea de observar si este fenómeno se produce en otra región del país y realizar un estudio estadístico y climatológico del mismo, para luego incluirlo en la codificación sinóptica.

REFERENCIAS

- [1] Convenio de Ramsar - <http://www.ramsar.org>
- [2] <http://www.promarmarchiquita.com.ar>
- [3] ABUDUWAILI J., LIU D. W., WU G. Y. (2010). **Saline dust storms and their ecological impacts in arid regions**. J. of Arid Land, Vol. 2 No. 2, 114-150.
- [4] LENSKEY I. M., ROSENFELD D., (2008). **Clouds-Aerosol-Precipitation Satellite Analysis Tool (CAPSAT)**. *Atoms. Chem. Phys.*, 8, 6739-6853.
- [5] DI M., LU X., WANG P. **A dust-storm process dynamic monitoring with multi-temporal MODIS data**.
- [6] MICKLIN P. (2008). **Using satellite remote sensing to study and monitor the Aral Sea and adjacent zone**. *Environmental Problems of Central Asia and their Economical,*

Social and Security Impacts. NATO Science for Peace and Security, Series-C: Environmental Security, 30-57.

[7] PRICE J. C. (1984). **Land surface temperature measurements from split window channels of the NOAA 7 advance very high resolution radiometer.** *J. Geophys. Res.* 89; 7231-7237.

[8] VELASCO I., GONIADZKI D., ALMEIRA G. (1997). **Monitoreo de ambientes lacustres con imágenes NOAA-AVHRR sobre territorio argentino.** *Anales de la 7^a Conferencia Internacional sobre Conservación y Gestión de Lagos. 1-4.* San Martín de los Andes, Argentina.

[9] VELASCO I., BOLZI S. C., RODRIGUEZ D., BURÉS A., MARINO M. (2011). **Detección, monitoreo y efectos producidos por partículas en la atmósfera durante 2009 sobre argentina con datos de sensores remotos.** *Anales CATE 2011.*

[10] PRATA A. J. (1989). **Infrared radiative transfer calculations for volcanic ash clouds.** *Geophysical Research Letters, Vol. 16, No. 11, 1293-1296.*

[11] BOLZI S. C., RODRÍGUEZ D., INÉS VELASCO I., MARINO M. (2012). **Detección y análisis espectral de partículas en la atmósfera utilizando sensores remotos.** *Presentación en el CONGREMET 2012. Manuscrito disponible por pedido a los autores del presente trabajo.*



Ozonosondeo

Por: *Ing. Manuel Cupeiro*

Existen diferentes métodos para la medición de la columna de ozono.

Básicamente podemos nombrar:

- Espectrofotómetros montados en satélites.
- Espectrofotómetros en superficie.
- LIDARs (Light Detection and Ranging).
- Ozonosondeos.

De las diferentes técnicas para la obtención de perfiles verticales de ozono, el uso de ozonosondeos, mediante sensores que ascienden en la atmósfera gracias a un globo, es considerado actualmente el método más preciso.

Sin embargo, el elevado costo de este tipo de programa de medidas y el hecho de que la meticulosidad necesaria para la realización de los ozonosondeos requiera de un personal preparado, hacen que sean muy escasos los observatorios que llevan a cabo ozonosondeos de forma rutinaria.

La Estación de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) Ushuaia, viene realizando ozonosondeos desde el 16 de abril del 2008, gracias a un convenio de cooperación entre el Servicio Meteorológico Nacional de La Argentina (SMN), la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMet), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) también de España y el Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, en el marco de ese convenio firmado entre dichas instituciones y bajo lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Desde su implementación en el año 2008 y hasta la actualidad, se han realizado unos 142 lanzamientos, tarea que involucra a la totalidad del personal de la Estación (3 operarios).

Características de un Ozonosondeo

Un Ozonosondeo involucra diferentes componentes. Estos son:

- Sensor de ozono (bomba de ozono y pila química).
- Químicos (Compuestos de potasio, bromuro de potasio, fosfato de sodio, etc).
- Caja de vuelo.
- Radiosonda.
- Interfase electrónica.
- Baterías (Bomba de ozono y radiosonda).
- Globo de látex.



La realización de un ozonosondeo implica distintos pasos o rutinas previos al lanzamiento, así como también una vez finalizado el mismo.

En la semana previa al día programado del lanzamiento, se debe comenzar con una primera calibración de la ozonosonda, que consiste en la preparación de la celda química y en la medición de parámetros de la misma.

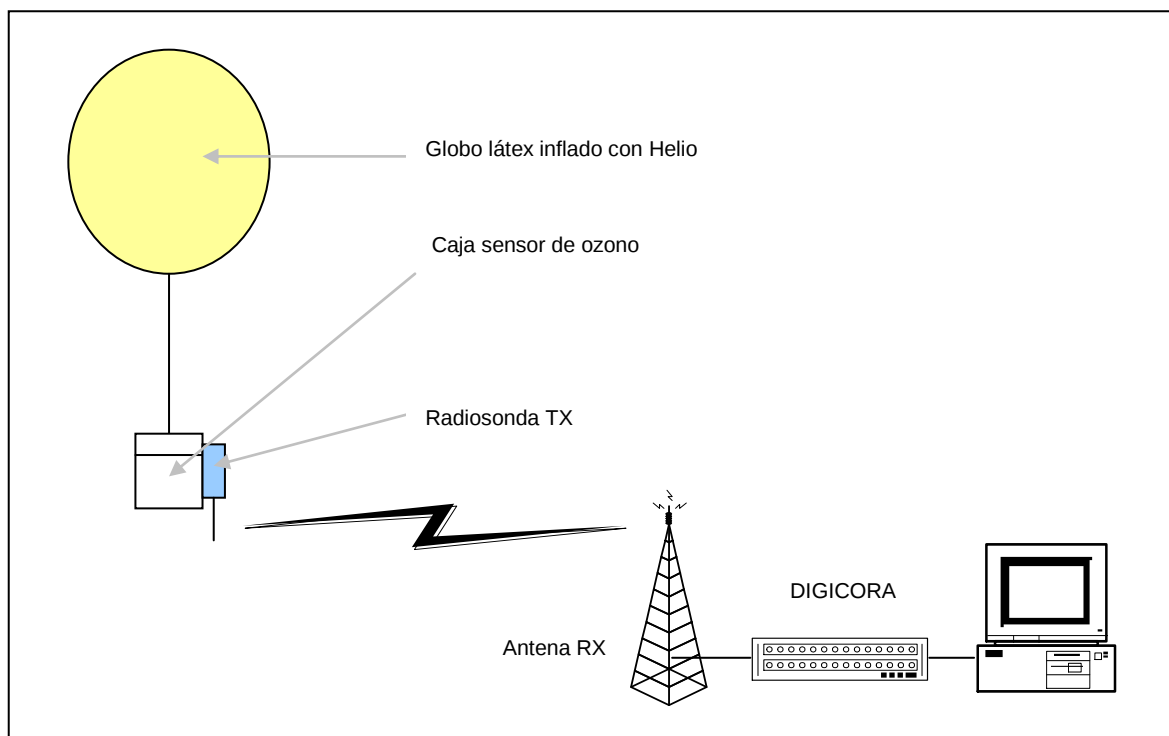
El día anterior al lanzamiento, se debe realizar una segunda calibración del sensor y un chequeo de los distintos elementos que se utilizarán en el vuelo (Prueba de la radiosonda e interfase, acondicionamiento del globo de látex, comunicaciones entre partes, etc).

Por último, el día del lanzamiento se realiza una tercera calibración, se prepara la caja de vuelo y se activan las baterías.

Una vez inflado el globo con gas helio se procede a su liberación junto con los sensores que lleva acoplados.

Ya en vuelo, los datos generados por la ozonosonda (valor de Ozono, temperatura, humedad, presión, dirección y velocidad de viento, temperatura de la caja de vuelo y posición), son transmitidos a tierra por un módulo transmisor dentro de la

radiosonda y recibidos por un equipo receptor (antena direccional más equipo receptor Digicora), para luego ser enviados a una computadora para su procesamiento, visualización y almacenamiento.



- Esquema básico del equipo de ozonosondeo. -

Finalizado el sondeo (explosión del globo), se procesa la información generada y se envía a los centros de recepción nacionales y extranjeros.

Con un ozonosondeo podemos conocer el perfil de ozono sobre la vertical, además de otros parámetros como la temperatura, la humedad, la presión y la velocidad/dirección del viento a medida que el globo asciende, información de vital importancia para todo estudio detallado que involucre al ozono y para usos meteorológicos.

El objetivo de un ozonosondeo es conocer la distribución en altura del ozono, es decir, su perfil en función de la altura. El instrumento de medida de la concentración, consiste en una celda electroquímica, que es transportada por un globo junto a otros dispositivos adjuntos.

A medida que el globo asciende (su velocidad de ascenso ronda los 5 m/s), se inyecta aire atmosférico en el interior de la celda mediante una bomba eléctrica. El ozono contenido en el flujo de aire provoca una reacción química en la celda, y un dispositivo sensor registra la corriente que circula entre los ter-

minales de dicha celda. Cada muestra de esa corriente, se transmite junto con otros datos sensados (presión, temperatura, humedad, posición GPS de la sonda), mediante un transmisor de UHF contenido en la sonda. Finalmente, en tierra, un equipo conectado a una computadora tipo PC, recibe los paquetes de información durante el vuelo, y un software intérprete de las señales calcula la concentración de ozono, a la vez que muestra en forma gráfica, el perfil que va adquiriendo dicha concentración en función de la altura, junto a otras variables de interés.

Las unidades que forman el “conjunto de vuelo” son:

Globo sonda: El material constitutivo es látex, y su inflado se realiza con gas Helio, permitiendo de esta manera elevarse junto con su lastre, integrado por la caja del sensor y la radiosonda, a la velocidad requerida.

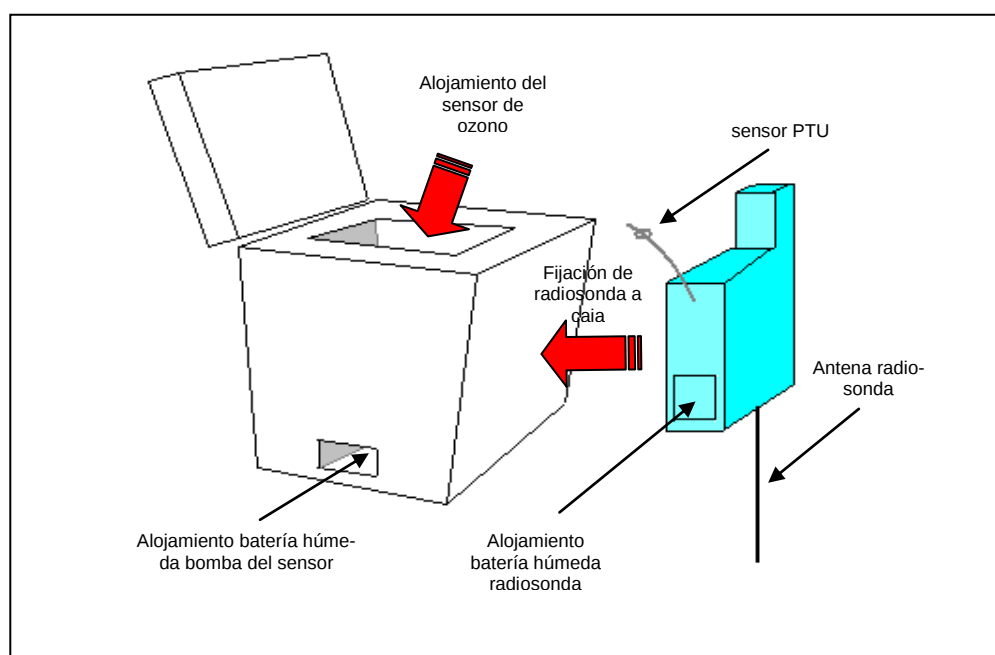
Radiosonda: Está conformada por un transmisor, alimentado por una batería húmeda (cuya inmersión en Agua debe realizarse durante unos 6 minutos previos al despegue), junto a un sensor de variables ambientales PTU (presión - temperatura - humedad) y un receptor de localización GPS. El transmisor posee una conexión eléctrica con el interior de la caja del sensor de ozono, por donde se reciben las magnitudes relacionadas con la medición de dicho gas, para ser enviadas a tierra junto a las señales de PTU. La posición GPS permite identificar en vuelo aquellas magnitudes relacionadas con la altura y el viento (velocidad-dirección).

Caja del sensor de ozono: aloja el corazón del sistema de medida. El exterior está inte-

grado por una caja de telgopor, de paredes gruesas, brindando robustez y características adiabáticas.

En su parte inferior se aloja una segunda batería húmeda, que provee alimentación a la bomba contenida en el interior. En esta caja se hallan los arneses que sujetan el conjunto caja-radiosonda al carrete mediante un hilo o cordón resistente.

El sensor de ozono está constituido por una celda electroquímica conectada eléctricamente a una interfase, alimentada esta última por la batería contenida en la radiosonda, más una bomba eléctrica que impulsa aire hacia el interior de la celda. Además, existe en la bomba, un sensor de temperatura implementado mediante un resistor variable con la magnitud mencionada (thermistor). Éste mide la temperatura del interior de la caja, y no debe confundirse con el sensor existente en la radiosonda, que registra temperaturas exteriores.



- Disposición de caja del sensor y radiosonda. -

Finalizado el sondeo (momento en que se produce el estallido del globo portador de la ozonosonda), el software de aplicación detecta el incremento de presión ambiente por el conjunto sensor PTU de la radiosonda, y el algoritmo de suma de las muestras de ozono tomadas durante el vuelo finaliza, con el consiguiente re-

sultado, dado en Unidades Dobson (UD) bajo el nombre de **ozono integrado**.

Dado que el instante final se alcanza antes del registro de 0 hPa de presión ambiental, aproximadamente a 33 km de altitud, el programa estima el **ozono residual** atmosférico.



- Muestra de ozonosondeo para niños de la escuela local, en la Estación VAG Ushuaia. -



- Estación ubicada al borde del Canal Beagle. -



Estación Meteorológica Cipolletti “110 Años”

Por: **Rodolfo A. Merlino**

La Oficina Meteorológica Argentina, que fuera creada bajo la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento en 1872 por la Ley N° 559 y que confiara su organización a quien fuera su primer director, el astrónomo norteamericano Dr. Benjamín Apthorp Gould, después de unos años, toma la decisión política bajo la Presidencia de Gral. Julio Argentino Roca, de instalar en el Alto Valle del Río Negro y del Neuquén, un observatorio hidrometeorológico con un doble propósito: por una parte, recolectar datos para uso científico y por la otra, ejercer soberanía sobre los nuevos territorios anexados a la República. El decreto firmado por el Presidente J. A. Roca y el Ministro de Agricultura W. Escalante el 21 de julio de 1902, consideraba que “los estudios que se obtuvieran serían de indiscutible utilidad”. La Estación Meteorológica Cipolletti fue la primera de la norpatagonia.

Cabe destacar, según un informe monográfico investigativo fechado en 1992 y realizado por quien fuese Jefe de la Estación Meteorológica de Viedma (Río Ne-

gro), el Dr. Ángel Antonio Fueyo, que los monjes salesianos, hacia fines de la década del '70 tuvieron entre otros proyectos, el de instalar un observatorio meteorológico que sería el referente de América del Sur. Esta idea fue presentada en el Congreso Geográfico Internacional realizado en Venecia en 1880, resultó aprobado por unanimidad.

También mencionó el Dr. Fueyo, que el lugar elegido fue Carmen de Patagones, en el extremo sur de la provincia de Buenos Aires, que a fines de 1882 el Padre Fagnano culminó con los trabajos de instalación del campo de observaciones. En enero de 1993 se dio inicio a la tarea de recolección y archivo de información. Pero por no ser el Padre Fagnano un especialista en meteorología, Don Bosco envió a Carmen de Patagones a un estudioso del tema, quien había recibido instrucción en la materia, en el famoso Observatorio Moncalieri (Italia). Por lo tanto se lo puede considerar como el primer observatorio meteorológico de la Patagonia.

Breve historia de la Estación Meteorológica Cipolletti

Como antecedentes de la que actualmente se conoce como Estación Meteorológica Cipolletti, se puede citar que alrededor de año 1900 se trasladaron a la región en Comisión Oficial, ingenieros enviados por la Dirección de la Oficina Meteorológica Argentina para hacer un seguimiento de los caudales de los ríos Limay, Neuquén y Negro, a sugerencia del Ing. César Cipolletti, quién tuvo que padecer la memorable crecida de 1899 que arrasó con las obras hechas en el lugar por la Cooperativa Vitivinícola Sanjuanina, y que derribó el molino harinero ubicado en la vera del canal de Furque, hoy conocido como Canal de los Milicos, inaugurado en 1884, y arrasó también con el rudimentario dique de Furque, construido sobre la riera Este del río Neuquén bajo la dirección del mismo ingeniero Hilario Furque, de quién ambas obras heredaron su nombre.



- Río Neuquén -

El ingeniero Furque, junto a los hermanos Ventura y Alejandro Capella, entre otros sanjuaninos convocados por el coprovinciano general Godoy, habían recibido del gobierno nacional 52.000 hectáreas para realizar un emprendimiento rural. Para la construcción del canal y del dique se utilizó mano de obra de soldados, presos e indios, provenientes del fortín Primera División; de allí que se lo reconociera como “Canal de los Milicos”.

En los años sucesivos se levantaron campamentos en distintos lugares, colocando escalas hidrométricas. Una de ellas se instaló el 9 de Octubre de 1902 - sobre el río Neuquén, a 200 metros aguas arriba del actual puente ferroviario, que hasta ese momento no existía-, y otra se colocó el 3 de abril de 1903 en Paso Pizarro, actualmente conocido como Campo Colombres, en Colonia María Elvira, a unas dos leguas aguas abajo de la confluencia, sobre el margen norte del Río Negro. Para ese mismo año (1903) se concretó la instalación de la Oficina Meteorológica de la punta de rieles del Ferrocarril del Sur en la Estación Limay, posteriormente renombrada como Cipolletti.

La meteorología y la hidrología comenzaron a andar unidas en la República Argentina a través de un Decreto que firmaron el 21 de julio de 1902 el presidente J. A. Roca y el ministro W. Escalante, por el que se establecía que “el estudio de los regímenes de los ríos Negro y Colorado, cuyos resultados serían de indiscutible valor y utilidad, pueden hacerse sin mayores gastos, tomando como base los elementos de que dispone la Oficina Meteorológica, pues entre los volúmenes de agua llevados por dichos ríos y las condiciones meteorológicas que imperan sobre la región que ellos bañan, existe una relación tan íntima que resulta muy aconsejable que un mismo personal realice tanto las observaciones meteorológicas como las hidrológicas”.

También en el artículo 3º de ese mismo Decreto, se contempla el nombramiento de agregado a la Estación Meteorológica de Confluencia, al ingeniero Guinardo Lange “con un sueldo de quinientos pesos moneda nacional”. Al poco tiempo, Lange pasó a ser jefe de la Sección Hidrométrica, dependiente de la Oficina Meteorológica Argentina y a su cargo estaba el personal interviniente en la confluencia. Fue él mismo quien en 1904 publicó un estudio titulado “Río Negro y sus afluentes – Estudio Hidrométrico y Proyectos de Obras de Regularización”, en el que se detallan trabajos realizados en la región, durante el verano de 1902-1903 hasta el otoño de 1904. En ese estudio aparece la primera caracterización climática y lectura de los caudales de los ríos de la región.

De la primera construcción donde funcionó el Observatorio Meteorológico no quedan vestigios.

En una publicación de 1953, del Rotary Club Cipolletti, se menciona que esa sede ya había sido demolida y el Observatorio estaba funcionando en su nuevo edificio del Parque Meteorológico, hoy rebautizado como Parque Rosauer, sobre un predio de una superficie de cuatro hectáreas, en la intersección de las avenidas Alem y Menguelle.



Sus oficinas e instalaciones fueron testigo de las campañas realizadas para elaborar los mapas magnéticos de la República y con esos datos confeccionar las cartas isogónicas. Estas campañas se realizaron durante 1904 y 1905, siendo la Estación Cipolletti uno de los 45 puntos de medición. Posteriormente, entre 1912 y 1914, se amplió el número de estaciones a 144. Con sus datos se confeccionó la carta de declinación magnética. Durante el período 1917-1926 esta información fue utilizada por miembros de la Institución Carnegie de Magnetismo Terrestre de Washington (EEUU) para realizar estudios relacionados con la determinación de las coordenadas geográficas, acimut, declinación magnética, componente horizontal e inclinación magnética, datos éstos que sirvieron para la confección del mapa isogónico mundial.

La Estación Meteorológica de Cipolletti fue también base de los estudios científicos más importantes de la temática climática realizados en toda la región entre los años 1928 y 1937, por la que en ese momento era la Dirección de Meteorología Geofísica e Hidrología y que fueron publicados en el año 1944 bajo el título “Estadísticas Climatológicas – Valores promedios y absolutos registrados en el período 1928-1937”. En ese trabajo se encuentran datos de las siguientes localidades: Gral. Conesa, Coronel Juan F. Gómez, Choele Choel, General Godoy y

San Antonio Oeste, amén de Cipolletti en lo que al territorio de Río Negro se refiere, y de Picún Leufú, Las Lajas y Chos Malal en el territorio de Neuquén. Por entonces, ninguna de ellas había sido declarada provincia aun. También tuvo gran significancia en la elaboración del régimen pluviométrico de la región, cuyos datos figuran en la publicación de 1943 con datos obtenidos desde 1913 a 1937.

Desde su creación en 1902 y hasta 1935, la Estación Meteorológica de Cipolletti pertenecía a la red de la Oficina Meteorológica Argentina que había sido creada bajo la Ley Nº 559, sancionada por el Honorable Congreso de la Nación, el 4 de octubre de 1872, durante la presidencia de D. Domingo Faustino Sarmiento.

Desde la Estación Cipolletti se gestó lo que posteriormente se denominara “campaña de lucha contra heladas tardías”, fenómeno que tanto afectara a la producción frutihortícola del Alto Valle.

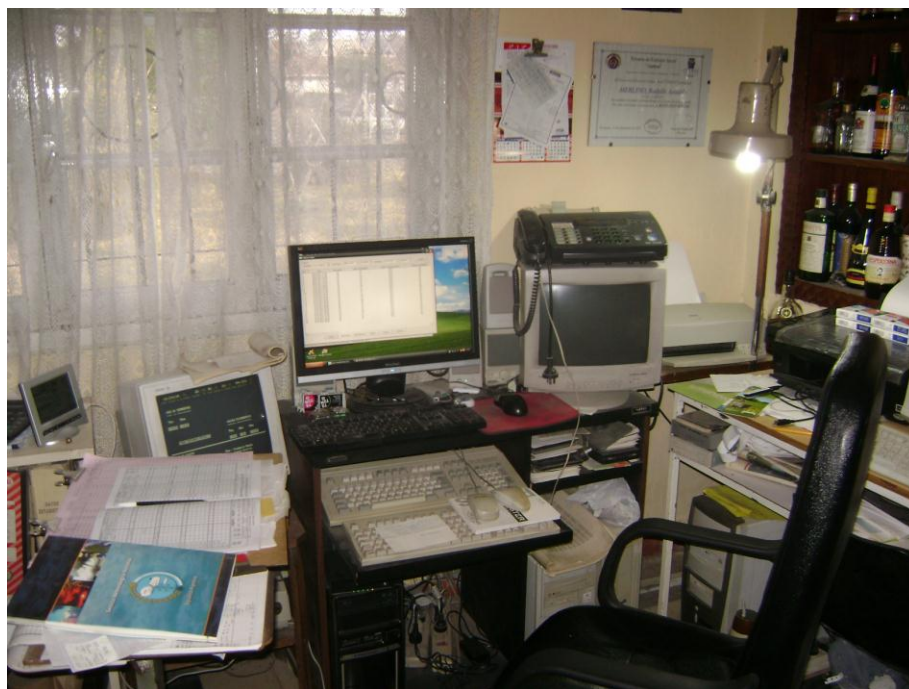
En la Estación Cipolletti se centralizaban los datos de 16 sub-estaciones satélites, emplazadas a lo largo del Alto Valle desde Villa Regina al este hasta Plottier al oeste, pasando por Cinco Saltos y Centenario al norte. En esa época, Cipolletti era centro de difusión del pronóstico y de las alertas de heladas.

Más tarde, con la inauguración del Aeropuerto de Neuquén, la estación pierde su gran protagonismo y mucho de su instrumental es reubicado en la ciudad veci-

na, entre los que se destacan la base de lanzamientos de globos sonda para la medición de vientos y temperaturas en altura y el equipo de evaporimetría.

La estación Cipolletti comienza a trans-

formarse en una estación recolectora de datos estadísticos y con el paso del tiempo se convierte en unipersonal con observaciones básicas e intermedias (09, 15 y 21 hs.).



En 1978, al avanzar la ciudad sobre el Observatorio, se lo reubica en las afueras, trasladándolo a su actual emplazamiento en la intersección de las calles Kennedy e Yrigoyen. Dicho predio también consta de cuatro hectáreas que se extienden desde la Avda. Alem al norte hasta la calle Yirigoyen al

sur, y desde Río Limay al este hasta J.F.Kennedy al oeste.

De toda esa extensión de tierra se utiliza una fracción de 1,1/4 hectáreas; el resto es ocupado por la Municipalidad de la ciudad.

El actual emplazamiento consta de una casa con dos dormitorios, living que se utiliza como oficina, cocina y baño. En ella habitaron los distintos jefes de la Estación, desde 1978 hasta hoy. Por otra parte, en el extremo SO existe una construcción en la que se encuentra la oficina donde está el instrumental de mediciones, tales como barómetros y barógrafos, y consta de una habitación, baño y un pequeño espacio para depósito. Enfrentado directamente



a la oficina, en dirección NE está el campo de observaciones que cuenta con veleta pendular, abrigo meteorológico con su respectivo psicrómetro y termohidrógrafo, pluviómetros, pluviógrafos y termometría de superficie a 0,0m y 0,05m sobre el suelo.

La casa, que antaño perteneciera a una de las familias de mayor antigüedad en la ciudad de Confluencia -descendientes del Sr. Delfino, el primer “mercachifle” (comerciante ambulante en carretones que intercambiaba mercancías por cueros, pieles y plumas)-, fue el primer almacén

de ramos generales y acopio de frutos del país. La vivienda data aproximadamente de la década del '40 del siglo XX. Cuando pasó a ser propiedad del Estado, por donación de su dueña, en ella funcionó una guardería infantil y en el edificio de la Oficina, un asilo de ancianos.



El predio consta también de una plantación de frutales (membrillos, perales y vid), en los que se puede observar el comportamiento fenológico después de algún fenómeno significativo en flor, fruto y hojas, especialmente después de heladas o granizo.

Hoy, y desde hace varios años, el predio se está parquizando con el objeto de lograr que presente un mejor aspecto.

El predio también conserva plantaciones añejas de eucaliptos, entre los que se encuentra uno en el extremo noroeste que oportunamente fue declarado histórico.

Cronología de los Jefes de la Estación Meteorológica Cipolletti

Período	Nombres y Apellido
1902-1903	Iván Zanchinson
1903-1904	Sten Björnenno
1904	Roberto Bruce
1904-1905	Antonio Natoli
1905-1913	José Medina
1913-1917	Nilo G. Aurelins
1917-1922	Carlos Stolanski
1922-1931	Guillermo Kopelmann
1931-1933	José María Castro Videla
1933-1941	Alfredo Witt
1941-1942	Jorge Zawels
1942-1951	Luis A. Botta
1951-1954	R.A. Ruggiero
1954-1977	Homero Di Ruso
1977-1989	Felipe Chiófalo
1989-1994	Miguel Palacios
1994-1995	Hugo Dopico
1995 a la fecha	Rodolfo Arnaldo Merlino

La Estación Meteorológica de Cipolletti, ubicada en el corazón del Alto valle, cuenta con los siguientes datos topocéntricos:

- *Coordenadas: **38° 57' Latitud Sur (LS)**
67° 59' Longitud Oeste (LO)*
- *Altura sobre nivel del mar: **265.53 metros***
- *Declinación magnética: **4.7° E***
- *Distancia media al sol para el 21 de diciembre: **147.161.322 km***
- *Distancia media al sol para el 21 de junio: **152.039.278 km***
- *Alba media 21 de junio: **11 horas 53 min. 11 seg. UTC (-3 HOA)***
- *Ocaso medio 21 de junio: **21 horas 11 min. 23 seg. UTC (-3 HOA)***
- *Alba media 21 de diciembre: **09 horas 07 min. 06 seg. UTC (-03 HOA)***
- *Ocaso medio 21 de diciembre: **23 horas 49 min. UTC 37 seg (-03 HOA)***
- *Mediodía solar medio: **16:32:17 UTC (13:32:17 HOA)***
- *Heliofanía media teórica 21 de junio: **09 horas 18 min. 12 seg.***
- *Heliofanía media teórica 21 de diciembre: **14 horas 51 min. 22 seg.***
- *Duración del crepúsculo civil para el 21 de junio: **1 hora 35 min. 06 seg.***
- *Duración del crepúsculo civil para el 21 de diciembre: **1 hora 57 min. 12 seg.***



Museo Meteorológico Nacional *“Dr. Benjamín Gould”*

Por: *Téc. Sinopt. Clara Padován.*

Creación

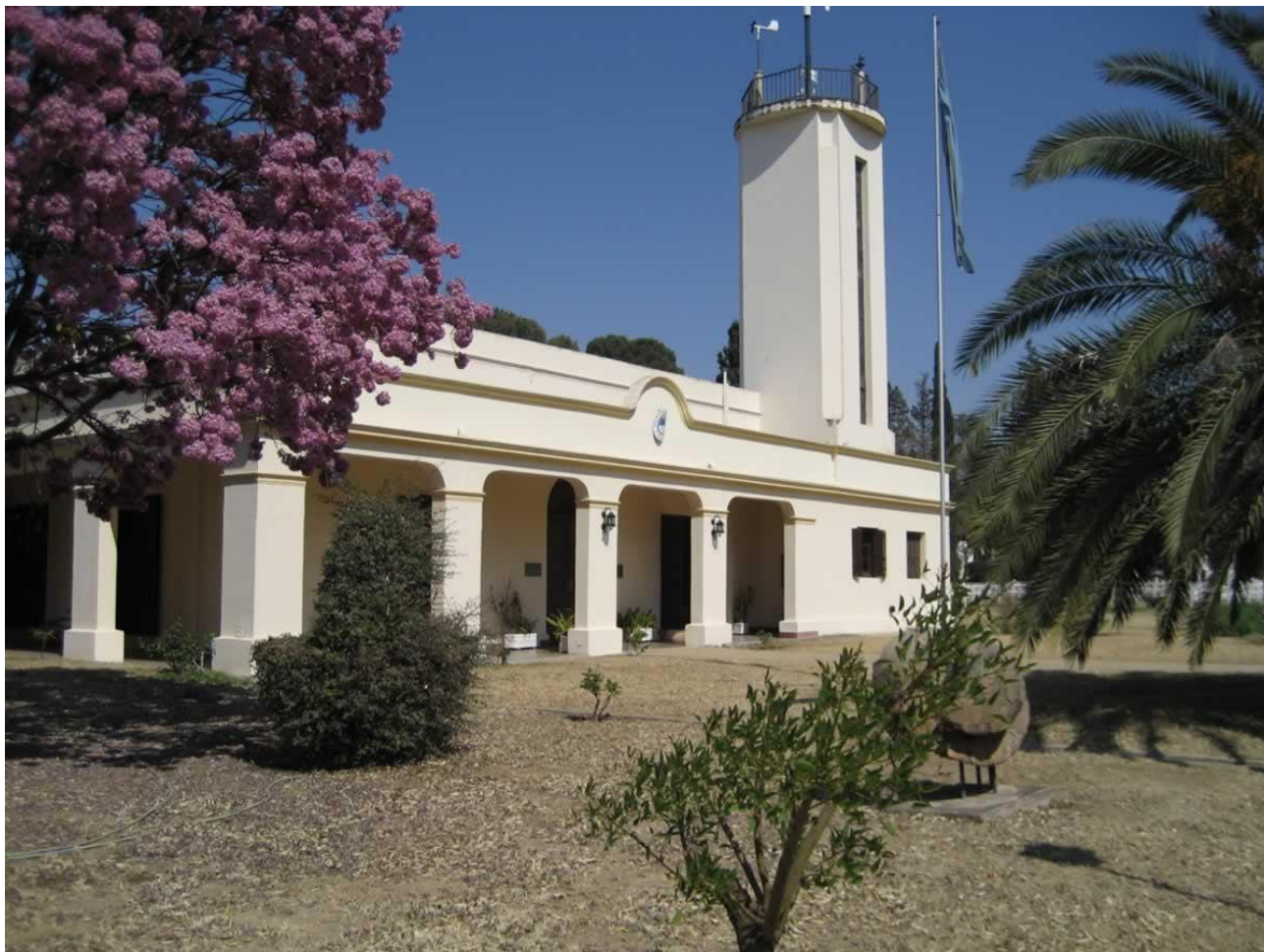
En nuestro país las actividades meteorológicas se iniciaron durante la presidencia de D. F. Sarmiento, quien encomendó al astrónomo norteamericano *Dr. Benjamín Gould*, la creación del OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL (inaugurado en 1871) y al año siguiente (1872), por Ley 559, la primera OFICINA METEOROLÓGICA ARGENTINA, con el fin de comprender y sistematizar los conocimientos de los fenómenos meteorológicos que tanta influencia tienen para el desarrollo y el bienestar de prácticamente todas las actividades del ser humano.

A partir de ese año fueron muchos los progresos científicos y técnicos logrados en nuestro país en el campo de la Meteorología, como también fue grande el atesoramiento de documentos, libros, instrumentos y objetos relacionados con el inicio y evolución de esta Ciencia en el marco y estructura de un Organismo que en su origen fue la Oficina Meteorológica

Argentina, antecesora del actual Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Todos esos elementos constituían y constituyen un valioso testimonio de la actividad científica y técnica desarrollada por el S.M.N. en la Argentina, por lo que sus autoridades consideraron necesario preservar adecuadamente esos bienes para las generaciones venideras, incorporándolas al Patrimonio Cultural e Histórico de la Nación.

Así nació en 1988, en la ciudad de Córdoba, el Museo Meteorológico Nacional *“Dr. Benjamín Apthorp Gould”* en el mismo edificio que fuera sede de la primera Oficina Meteorológica Argentina (1885-1891), y donde desarrolla desde 1985 hasta el presente sin interrupción de sus actividades, la Estación Meteorológica *“Observatorio Córdoba”*, reconocida por este motivo por la Organización Meteorológica Mundial como “Estación de Referencia”.



El edificio fue restaurado y adecuado convenientemente para ser sede del Museo. El mismo fue inaugurado y abierto al público el 04 de octubre de 1988 en adhesión a los actos del centenario del fallecimiento D.F. Sarmiento, inspirador y creador del Observatorio Astronómico durante su presidencia, y en oportunidad de celebrarse el 116° aniversario de la creación del SMN.

Años después, el 15 de noviembre de 1995, por Ley 24.595 del Honorable Congreso de la Nación, el edificio fue declarado Monumento Histórico Nacional.

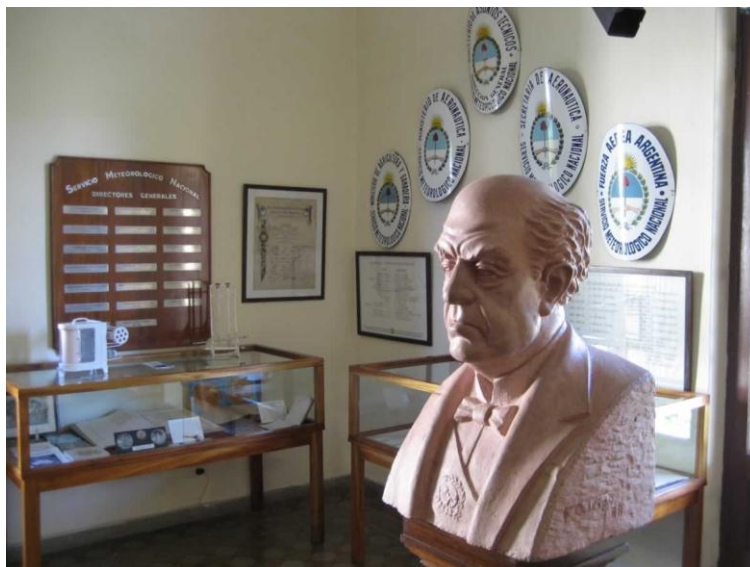
El Museo tiene sus colecciones distribuidas en cuatro salas y en un amplio corredor central. Completan las dependencias administrativas, una sala para proyección de audiovisuales y una sala de consulta/biblioteca (en formación).

En el predio se encuentra ubicado un campo didáctico, réplica del campo operativo de observaciones.

Las salas llevan los nombres de personalidades que tuvieron destacada participación en el desarrollo la Meteorología en el país.

Sala Sarmiento

Denominada así en honor a Domingo F. Sarmiento, es la sala más grande del museo.



En ella se distinguen tres sectores:



El primero exhibe básicamente documentación gráfica y recordatorios (entre otros, los primeros registros meteorológicos de la Estación y la primera "Carta del Tiempo").

El segundo sector está destinado al instrumental que se usa para medir los parámetros meteorológicos en la capa baja de la atmosfera, próxima al suelo (barómetros, barógrafos, distintos tipos de termómetros, pluviómetros, etc.).



El tercer sector muestra los instrumentos que miden los parámetros meteorológicos en altitud, (radiosondas, teodolitos, etc.).

Sala Lutzow Holm

Esta sala está integrada por instrumental utilizado en física de la atmósfera, geomagnetismo y sismología.



Lleva el nombre del prestigioso científico noruego que fue Director del Observatorio Geofísico y Meteorológico de Pilar, situado a 60 km al sur de la ciudad de Córdoba.



- Sismógrafo vertical-



- Sismógrafo horizontal -

Sala Gould

Denominada así en honor al pionero de la Meteorología en Argentina. Es una sala histórica que alberga elementos y testimonios de la estadía del Dr. B. Gould en Córdoba.

En ella puede apreciarse mobiliario, retratos y documentación de su pertenencia y de la época.



Sala Mossman



- Veleta Orcadas -
Hemisferio Sur.

En esta sala se expone documentación e instrumental usado en la Antártida y una muestra de piezas filatélicas relacionadas con la misma.

Lleva el nombre del jefe de la primera dotación argentina (1904) en Orcadas del Sur (Antártida), donde se instaló en tierra firme una Estación Meteorológica, la cual dio origen al "Observatorio Geomagnético y Meteorológico de Orcadas del Sur", siendo esta la instalación polar antártica más antigua del



- Copia del heliofanógrafo polar -

Parque exterior

En el parque, colindante al **Campo Operativo de Observaciones** de la Estación Meteorológica “Observatorio Córdoba”, se encuentra un **Campo Didáctico** con su correspondiente instrumental, donde los visitantes pueden ver en forma directa cómo se realiza una *observación meteorológica* y conocer los instrumentos que se utilizan. Generalmente resulta novedoso y atractivo para el público en general.



En las proximidades del Campo Didáctico se exponen los instrumentos que por su naturaleza o por su tamaño no pueden exhibirse en el interior del edificio. Entre ellos un radar aerológico (usado para medir la dirección del viento en altura), y un nefobasímetro (para medir la altura de la base de las nubes).

A través del tiempo se evidencia un marcado y creciente interés por conocer la Ciencia Meteorológica y sus aplicaciones por parte de estudiosos, investigadores, profesionales de ciencia afines y de docentes y alumnos en general.

Por lo que, el Museo Meteorológico “Dr. Benjamín A. Gould”, ubicado en uno de los principales centros culturales del país, cumple no sólo la finalidad de preservar los elementos de gran valor cultural e histórico de la

Ciencia Meteorológica, sino también de difundir su historia y divulgar las distintas actividades que desarrolla el SMN, satisfaciendo en alguna medida la necesidad de conocimiento de la misma.

El museo es visitado en la actualidad por aproximadamente 7000 personas al año, en su mayoría alumnos secundarios y universitarios. Las visitas son guiadas por personal especializado y las grupales son programadas.

La entrada es libre y gratuita. Abierto de lunes a viernes de 08.30 a 17.30 hs.

Fines de semana y feriados: a solicitud.

Dirección: San Luis 801. Barrio Observatorio. Provincia de Córdoba.



Departamento Teledetección y Aplicaciones Ambientales *30° Aniversario*

Por: **Lic. Diana Rodríguez**

En el año 1983 fue inaugurada la estación Satelital HRPT, cuyas siglas en inglés significan *High Resolution Picture Transmission* (Transmisión de Imágenes en Alta Resolución). Fue la primera estación terrena en el país en recibir y procesar imágenes de satélites en alta resolución (1,1 KM). La misma recibía los satélites de órbita polar de la serie **TIROS-N** (Television InfraRed Operational Satellite - Next-generation), de la **NOAA** (National Oceanic and Atmospheric Administration) y el satélite **GOES -E**. (Geostationary Operational Environmental Satellite).

Uno de los sensores que llevan a bordo los satélites NOAA es el llamado AVHRR (Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución o Advanced Very High Resolution Radiometer), que proporciona datos de temperatura de la tierra, del tope de las nubes, temperatura superficial del agua de mar, del hielo y de nieve entre otros. También poseen un sistema de sondeo atmosférico (TOVS - TIROS Operational Vertical Sounder) con el cual se obtienen datos de perfiles verticales de temperatura y vapor de agua desde la superficie de la Tierra hasta el tope de la atmósfera. Los mismos proveen observaciones diarias del tiempo en todo el mundo.



Año 1988.- (de izquierda a derecha) Silvia Simoneli, Marcelo Sánchez, Jorge Leis, María Marta Schultze y Ilve Vivié -

En ese momento se realizaba el análisis en tiempo real de la información y estaba destinada a satisfacer las necesidades para emitir diferentes tipos de pronósticos y para efectuar la vigilancia de toda el área operativa del SMN.



Año 1983. Vista interior de la Estación HRPT. Villa Ortúzar. En primer plano se observa una terminal alfanumérica y parte del procesador de imágenes; al fondo la unidad de grabación, los receptores y parte del sistema de cómputo.

La información recibida se aplicaba para obtener datos horarios de las plataformas automáticas, determinar la temperatura en cuerpos de agua o tierra, monitorear zonas inundadas o desforestadas, precipitaciones y nevadas, determinar impactos antropogénicos, monitorear incendios forestales, etc. Otra de las aplicaciones fue la delimitación de corrientes oceánicas y la evolución de sus movimientos, como aporte

para la detección de zonas de pesca y para el estudio de la interacción entre el mar y la atmósfera, además de la detección y seguimiento de témpanos a la deriva en los mares australes.

Por otra parte, una vez satisfechos los requerimientos inmediatos para uso operativo, la información volvía a ser procesada gracias a que las imágenes eran archivadas en cintas y discos magnéticos.

Al igual que ahora, la información se utilizaba para realizar productos de aplicación científica o estudios específicos como la elaboración de estadísticas gráficas, aporte al pronóstico de cosechas, vigilancia ambiental, etc.



Personal año 1995. (De izquierda a derecha), Sergio Haspert, Javier González, Daniel Romero, Carina Bolzi, Mario García, Gloria Pujol, Diana Rodríguez y Pedro Schmitz.

Posteriormente, en el año 1984, se dejó de recibir el satélite GOES- E, pero continuó la recepción de la serie NOAA/POESS.

En el año 1994 el sistema de recepción fue reemplazado por un sistema nuevo y con tecnología moderna. El nuevo sistema llamado QUORUM es el que se encuentra funcionando actualmente.

En el año 2012 cambió el nombre de la Estación HRPT al de *Departamento Teledetección y Aplicaciones Ambientales (TAA)*, debido a que la información que se recibe y procesa en la actualidad se utiliza para aplicaciones que incluyen el monitoreo del ecosistema terrestre en general.

Actualmente contamos con un archivo en formato digital que comprende información desde el año 1995 a la actualidad y que está a disposición de los organismos oficiales y universidades que lo soliciten.

El 4 de octubre del presente año es el **30° aniversario** de la creación de la Estación HRPT en el predio de Villa Ortúzar. Desde ese entonces y hasta la actualidad se reciben datos de los satélites polares de la serie NOAA.



- Personal de la Estación en el 2013: (de izq a der) Adriana Burés, Diana Rodríguez, Pedro Schmitz y Carina Bolzi -

El SMN agradece la participación de los siguientes profesionales que, sumados a los actuales, han colaborado para que la estación HRPT pudiera funcionar correctamente a lo largo de 30 años:

Beba Ricombeni, Norma Cavaleri, Patricia Chiozzi, Graciela Gordillo, Rodolfo Alaimo, Marta Fernández, Silvia Flaherty, Walter Ortuño, Francisco Andie, Raul Reynoso, Alejandra Cepeda, Gerardo Ogdon, Víctor Pérez, Eduardo Piacentini, Susana Gordillo, Marcelo Sánchez, Marie Marta Schultze, Jorge Milovich, Ilve Vivié, Silvia Simonelli, Jorge Leis, Sergio Haspert, Javier González, Daniel Romero, Mario García y Gloria Pujol.

Precipitación Acumulada en Períodos Móviles - MovN -

Por: *Lic. Liliana Núñez*

Introducción

Los procesos temporales, sean de la índole que sean, están regidos por leyes que rara vez presentan ciclos estrictos.

Los procesos que afectan al tiempo y al clima son tanto exógenos como endógenos. Numerosos procesos externos a la Tierra, debidos a la interacción entre todos los cuerpos del sistema solar, como los cambios en la atracción gravitacional entre todos los cuerpos del mismo sistema, cambios en las distancias orbitales, cambios en las tasas de rotación de los planetas alrededor del Sol, cambios en la velocidad de rotación de estos cuerpos alrededor de sus ejes de rotación, cambios en la actividad solar, en las manchas solares, en la radiación solar al tope de la atmósfera, en el viento Solar y en los rayos cósmicos, afectan al tiempo y al clima del planeta con procesos en escalas de tiempo que van desde segundos hasta millones de años. Lo mismo ocurre con los numerosos procesos endógenos en los que interviene la estructura interna de la Tierra, de su superficie y de su atmósfera.

Los procesos que afectan al tiempo y al clima, y estos mismos, no coinciden con el ciclo calendario ni, por ejemplo, con los ciclos de vida de los cultivos. En particular los ciclos de las variables meteorológicas, como la precipitación, no coinciden rigurosamente con los períodos calendario.

A pesar de esto, en la mayoría de las ramas de las ciencias se los estudia a partir de períodos de 1, 10 y 30 años, 1, 2, 3, 6, 9, 12 meses, y a los meses se les da la longitud calendario, una longitud variable que frecuentemente no tiene que ver con los procesos que se están estudiando.

En particular, en el Servicio Meteorológico Nacional, en consonancia con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), con el fin de brindar información al usuario, al finalizar cada década y mensualmente, finalizado el mes calendario, se realiza una síntesis de las principales variables meteorológicas. En el caso de la precipitación, la información que se

brinda es el total acumulado a lo largo de esa década o mes, cuán anómala fue la precipitación registrada en ese período en comparación con su valor normal, su promedio del período 1961-1990. Debido a que la precipitación es una variable dicotómica (llueve/no llueve), brinda también otro tipo de información, la cantidad de días sin lluvia y la cantidad de días que llovió en esa década o mes. Sin embargo, si bien esta información es complementaria no es suficiente a la hora de tomar una decisión.

Aunque se sabe que las décadas y los meses tienen distinta longitud, no siempre cuando se compara el valor de una variable acumulada en décadas y meses de distinta longitud se tiene en cuenta esta diferencia. Esta “sutil” diferencia puede llevar a los usuarios y/o los tomadores de decisiones, a conclusiones erróneas, debidas solamente a la distinta longitud de las décadas y los meses. Los casos extremos se dan al comparar la tercera década de febrero (8 días), con la segunda de ese mismo mes (10 días, década que la precede) y la primera de marzo (10 días, década que le sigue) y el mes de febrero (28 días) con enero (31 días, mes que lo precede), y con marzo (31 días, mes que le sigue).

La información decádica y mensual no es suficiente para algunos usos, debido a que no se indica cómo fue el comportamiento de la precipitación a lo largo de esos períodos.

Por otro lado, las estadísticas y boletines en base a datos mensuales no llegan a satisfacer las necesidades de los usuarios de esta información. Por ejemplo, los ciclos de vida de los cultivos no coinciden con los meses calendarios, el periodo de siembra puede extenderse a lo largo de varias semanas que normalmente no coinciden con los límites de los meses. La cantidad de agua caída, informada a partir de datos mensuales, muchas veces puede no explicar la inundación registrada, el alud, la falta de agua con la consecuente pérdida de cosechas, la inactividad de motores en represas hidroeléctricas, etc.

Aquí se presenta una metodología que tiende a solucionar la problemática de la distinta longitud de las décadas y meses, del día de comienzo de los mismos y el hecho de ignorar cómo se distribuye la precipitación a lo largo de ellos.

Planteo del primer problema: distinta longitud de los meses

Para la mayoría de las actividades dependientes del agua, es importante y necesario conocer cuál ha sido la precipitación a lo largo de una cierta cantidad de días (N días) y la distribución de la misma. Esta cantidad de N de días dependerá de la actividad (agropecuaria / hídrica, etc.) que desarrollan los tomadores de decisiones a quienes se brinda la información. Si es la agropecuaria podrá depender del cultivo y por ende del período fenológico en el cual se encuentra.

Para analizar esta problemática se recurrirá a un ejemplo extremo o atípico de información mensual, información que normalmente se brinda a los tomadores de decisiones, haciendo hincapié en la información que recibe el usuario.

La información mensual que se analizará es la resultante de la precipitación registrada a lo largo de 153 días. En este período, solamente llovió en los días 62, 63 y 123, siendo la precipitación registrada en cada uno de los días 15 mm (Tabla 1, Fig.C1).

Día	Precipitación registrada (mm)
62	15
63	15
123	15

Tabla C.1: Precipitación diaria registrada a lo largo de 153 días consecutivos

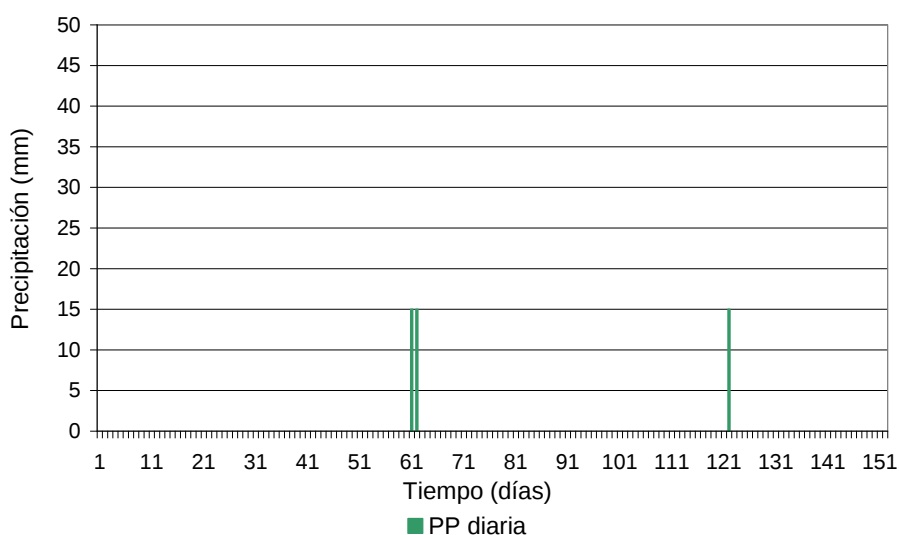


Fig.C.1: Precipitación diaria (barra verde) registrada a lo largo de 152 días

La precipitación registrada a lo largo de estos 153 días será acumulada, primero, según la longitud de los meses de las cuatro estaciones y luego para tres otoños de tres años consecutivos.

Primer ejemplo: precipitación acumulada en distinta época del año

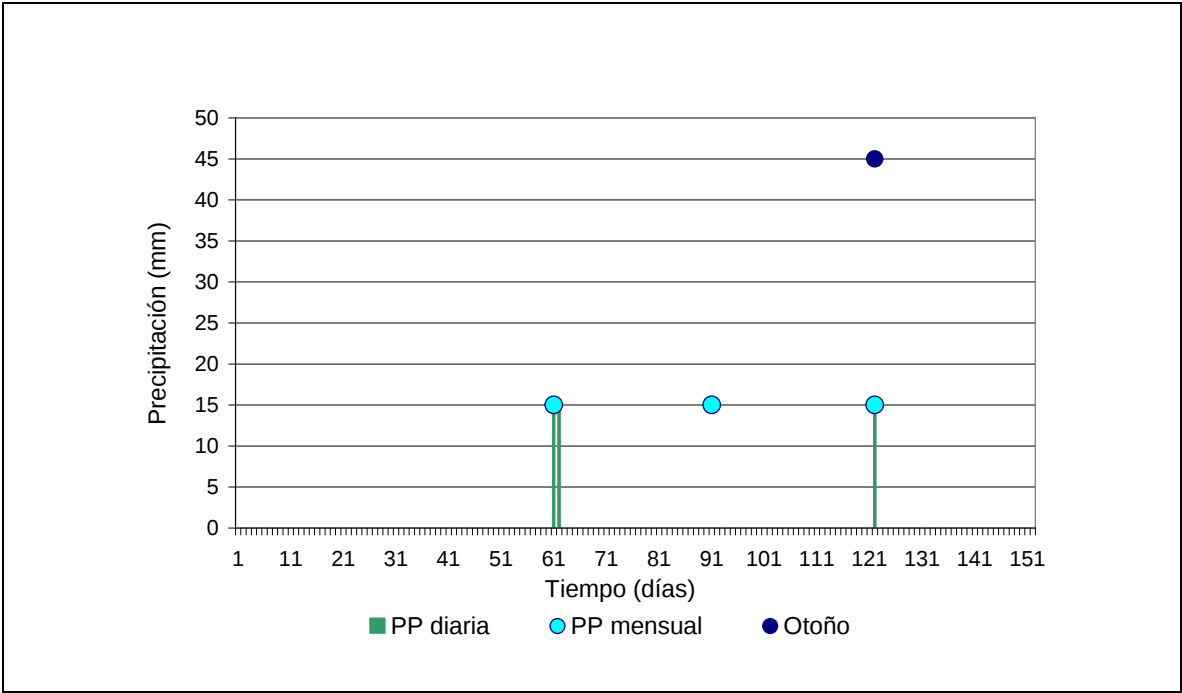


Fig.C.2: Precipitación Diaria (barra verde), mensual: marzo, abril y mayo (círculo celeste) y estacional: otoño (círculo azul).

Estación	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes	Total de la estación
Otoño	MAR, 15 mm	ABR, 15 mm	MAY, 15 mm	45 mm
Invierno	JUN, 0 mm	JUL, 30 mm	AGO, 15 mm	45 mm
Primavera	SET, 0 mm	OCT, 30 mm	NOV, 0 mm	30 mm
Verano	DIC, 15 mm	ENE, 15 mm	FEB, 0 mm	30 mm

Tabla C.3: Precipitación acumulada mensual y estacional a partir de considerar que solamente llovieron los días 31, 32 y 92 del período de estudio, siendo la precipitación registrada en cada uno de los días 15 mm.

Primer análisis: otoño.

Se considera que desde el día 32 al día 123, 92 días, corresponden a la estación de otoño, marzo (31 días), abril (30 días) y mayo (31 días). A partir del ejemplo planteado, la precipitación se registra en los días 31 de marzo, 01 de abril y 31 de mayo, los totales mensuales y estacionales de precipitación son 15 mm para cada uno de los meses y 45 mm el total estacional (Tabla C.3, Fig.C.2).

Segundo análisis: invierno.

Se considera que desde el día 32 al 123, esos 92 días ahora corresponden al trimestre de invierno, los meses involucrados son junio (30 días), julio (31 días) y agosto (31 días). En esta ocasión junio, acumula 0 mm, julio 30 mm y agosto 15 mm y la precipitación para el invierno es 45 mm (Tabla C.3, Fig.C.3).

El total acumulado por las dos estaciones, otoño e invierno, es el mismo, pero los totales acumulados por los meses del invierno no siempre son iguales a los del otoño. El primer mes, junio, es ahora muy seco, la precipitación es nula, y el segundo mes, julio, es más húmedo ya que acumula el doble de la precipitación de abril. Esto es debido solamente a la distinta cantidad de días de algunos de los

meses (31, 30, 31 días para el otoño y 30, 31, 31 para el invierno) y, por esto, al distinto día de finalización del primer mes y al de comienzo del segundo y tercer mes.

Tercer análisis: primavera.

Para la primavera, se considera que los días 32 al 122, esos 91 días corresponden a esta estación, septiembre (30 días) acumula 0 mm al igual que noviembre (30 días) y octubre (31 días) acumula 30 mm al igual que la estación (Tabla C.3). la primavera tiene un día menos que el otoño y el invierno, en este caso esta diferencia provoca que en ella se acumulen 15 mm menos que en las dos anteriores. También es distinta la precipitación registrada en algunos de los meses. Nuevamente, al igual que junio, el primer mes, setiembre, es ahora muy seco, la precipitación es nula, y el segundo mes, octubre al igual que julio, es más húmedo ya que acumula el doble de la precipitación de abril, y el tercer mes es también muy seco con precipitación nula.

Otra vez, esta diferencia se debe a que, debido a la distinta longitud de los meses, el segundo y tercer mes comienzan en un distinto día del período de estudio (Tabla C.3, Fig.C.4).

Cuarto análisis: verano.

Para el verano, se considera que desde el día 32 al 121 o 122, esos 90 o 91 días, según el año sea bisiesto o no, ahora corresponden al trimestre de esa estación, los meses son ahora diciembre (31

días), enero (31 días) y febrero (28 o 29 días). Ahora, el primer mes, diciembre, vuelve a acumular 15 mm al igual que enero, mientras que el tercer mes, febrero, tanto con 28 como con 29 días, acumula 0 mm (Tabla C.3, Fig.C.5).

En los cuatro casos la precipitación recibida en superficie, por ejemplo en una pradera o lago, a lo largo de estos 153 días ha sido la misma. El efecto de ella, si nos independizamos de la temperatura, por la distinta época del año, debe ser el mismo, pero la información que se está brindando a los distintos tomadores de decisiones es muy distinta, y esto se debe a la distinta longitud de los meses, hecho que provoca que algunos meses acumulen la precipitación de un distinto número de días, y que, además, no siempre sea igual el día en que comienza el mes, día en que se comienza a acumular la precipitación para establecer su valor mensual.

A partir de este ejemplo atípico, se ha mostrado que la misma precipitación, registrada a lo largo de un determinado número de días, acumulada en distintos meses puede mostrar diferencias en ellos y en la precipitación estacional, y esto es debido al distinto día de comienzo de los meses y/o a su distinta longitud.

Esto puede llevar a conclusiones equivocadas y, por ende, a toma de decisiones erróneas.

Planteo del segundo problema: día de comienzo del año y de los meses.

Segundo ejemplo: igual precipitación, en la misma estación pero en distintos años, análisis anual:

Los datos del ejemplo anterior son utilizados para evaluar la misma estación astronómica (otoño) pero en tres distintos años.

Para el año-0, los 15 mm llueven en los días 32, 33 y 93. El año anterior (año-1) las precipitaciones se registraron, en cada caso, un día antes, en los días 31, 32 y 92. Al año siguiente, año+1, las precipitaciones ocurrieron en cada caso un día después a las del año-0 en los días 33, 34 y 94. Para cada año los valores acumulados mensuales y los estacionales se presentan en la Tabla C.9 y Fig.C.6.

Estación	Marzo	Abril	Mayo	Total para el Otoño
Año-0	15	15	15	45
Año-1	30	00	15	45
Año+1	00	30	00	30

Tabla C.9: Precipitación acumulada mensual y estacional para año-0, año-1 y año+1

La diferencia de tan solo un día, un día antes y un día después, en el comienzo del patrón de precipitaciones del año-0 hace que la precipitación informada para marzo y abril en los tres años sea distinta, y que tanto en mayo como en la acu-

mulada para el otoño sólo sea igual en dos de ellos.

La precipitación ocurrida en esa época del año es la misma, 45 mm en los tres años, pero, según el año, se la puede informar en forma distinta por la única razón del momento en que se comienza a acumular la precipitación, el momento en que comienza el mes, la estación, el año.

Los distintos ejemplos presentados ponen de manifiesto que la forma en que se suministra la información no es “útil” cuando se monitorea la cantidad de agua caída.

El problema que se ha planteado afecta a todas las variables en las que se acumula un valor dado o en las que se cuentan los días de ocurrencia.

La condición climática es una sola, pero la forma de analizarla a partir de la información mensual para la precipitación, puede no representarla correctamente ya que esta es fuertemente dependiente de la información acumulada hasta un único día: el último día del mes, y nada más.

Metodología Propuesta:

Metodología MovN

Para tener un mejor conocimiento del comportamiento de la precipitación en todas las escalas temporales y solucionar los problemas planteados, el de la distinta longitud de los meses y el del día en que éstos comienzan, se propone una metodología de acumulación móvil de la precipitación diaria, en una ventana de N días (MovN) y paso diario.

Con la precipitación MovN se obtiene un dato para cada día del período de estudio. Para cada uno de los días, se acumula la precipitación diaria del día para el que se calcula el MovN más la de los N-1 días previos. Los datos requeridos son los del período de estudio más los de los N-1 días previos al comienzo del mismo.

$$\text{Para todo } r \text{ precipitación } MovN(r) = \sum_{s=r-N+1}^r p(s)$$

(Ec. 2)

Siendo

r: día para el que se calcula la precipitación, con r entre el primer día del período en estudio hasta el último día del mismo.

N: número de días para los que se acumula la precipitación

Precipitación MovN(r) es la precipitación acumulada en N días móviles para el día r, la precipitación del día r más la de los N-1 días previos.

s: día de la precipitación diaria, desde los N-1 días previos al comienzo del período de estudio hasta el último día del mismo.

p(s): es la precipitación registrada en el día s

La cantidad de días (ventana N) en la cual se acumula la precipitación puede tomar cualquier valor. Esta ventana dependerá de la problemática que se está analizando y será identificada por los tomadores de decisiones. De esta manera

se transforma el dato diario de lluvia (variable discreta) en un dato diario de precipitación acumulada en N días (variable continua no independiente). Esto permite analizar las lluvias caídas a partir de cualquier momento, evitando la proble-

mática que genera la distinta longitud de los meses.

Se ha obtenido una variable acumulada, de una igual cantidad de días, y para cada uno de los días del período de estu-

dio, lo que permite brindar a los usuarios una más completa información, esto justifica sacrificar la independencia de los datos que poseía la variable discreta.

Las ventanas móviles con distinto paso se están utilizando desde hace algún tiempo y para distintos fines.

El MovN, ventana móvil de N días y paso diario, fue desarrollado por la autora en el año 2004 y, desde ese año, es utilizado diariamente, en varios productos operativos, en el Departamento Agrometeorología del SMN.



Oficina de Vigilancia Meteorológica Resistencia

- Apertura: 21 de junio de 1967 -

Por: Prof. Dr. Antolin Ernesto Moral

Es frecuente escuchar frases tales como: “¿lloverá hoy?”, “el cielo se encuentra inestable” “la humedad es lo que mata”, etc.

Estas expresiones, típicas en la mayoría de los ámbitos sociales, demuestran la necesidad de conocer el comportamiento del tiempo. La Oficina de Pronóstico de Resistencia, situada en el Aeropuerto Internacional de la misma ciudad, provee el suficiente conocimiento científico para ayudarnos a comprender el tiempo meteorológico.

Hace 43 años -el 21 de Junio de 1967-, se inaugura la Oficina de Vigilancia Meteorológica (OVM), comúnmente denominada “Oficina de Pronóstico”, creada fundamentalmente para satisfacer las necesidades de protección meteorológica de la navegación aérea en una región que carecía de buenas comunicaciones. Así se convirtió en cabecera de la región NEA.

Antes de finalizar la década del ‘50 y coincidiendo con el Año Geofísico Internacional, se realizaron en la Estación Meteorológica de Resistencia los primeros lanzamientos de radiosondas, obteniéndose información meteorológica de las capas medias y altas de la atmosfera, de gran valor para la elaboración de pronósticos meteorológicos y la realización de investigaciones atmosféricas.

En aquellos momentos realizó sus actividades bajo la órbita de la Fuerza Aérea Argentina hasta fines del 2006, año en el que el Decreto 1689/2006 estableció: “Dispónese la transferencia del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), al ámbito de la Secretaría de Planeamiento del Ministerio de Defensa, a partir del 1º de enero de 2007”

Los primeros profesionales que integraron la Oficina de Pronósticos fueron: Alfredo Giovannini y José Manuel Varela (primer jefe de la Oficina Meteorológica Principal Resistencia), quienes conformaron un equipo homogéneo y especializado, brindando información en horarios diurnos. Ambos se habían incorporado inicialmente al SMN como observadores meteorológicos y radiosondistas, luego de la capacitación recibida de profesionales del SMN, habiendo prestado servicios en Aeroparque, Ezeiza y Mendoza.

De esta experiencia también participaron los señores Giovanini y Varela, quienes además realizaron dos años de estudios a nivel universitario para recibirse de Pronosticadores Meteorológicos.

A principios de la década del '60 el SMN contempló -entre sus proyectos- la instalación de una Oficina de Pronósticos Aeronáuticos en el Noreste del país, con sede en Resistencia, para lo cual hacia fines de 1962 e inicios de 1963 se realizó un llamado para otorgar becas para cursar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires la carrera de Pronosticador Meteorológico durante dos años y luego, seis meses de pasantía.

En 1958, el Departamento de Meteorología de la Universidad de Buenos Aires fue reconocido y distinguido por la OMM, asignándole la jerarquía de Centro de Formación Profesional en Meteorología para Latinoamérica, transformándose así en la institución universitaria más importante en América del Sur en la formación de meteorólogos; de manera que a ella venían también estudiantes de otros países a cursar los estudios en Meteorología.



Como resultado de una preselección, previo examen de física y matemáticas, cinco jóvenes del Chaco se trasladaron a Buenos Aires: Jorge Barbetta, Enrique De Langhe, Héctor Ruffino, Carlos Benítez y Ernesto Moral, quienes después de realizar una pasantía en las Oficinas de Pronóstico del Aeropuerto de la ciudad de Buenos Aires, en Ezeiza y en el Servicio Meteorológico Nacional, retornaron al Chaco, a excepción de Carlos Benítez, quien decidió permanecer en Buenos Aires y continuar sus estudios para culminar como Lic. en Meteorología.

Fotografía tomada frente a la FCEyN - UBA -16/10/1965 - De pie, a la derecha: Jorge Barbetta. Sentados de izquierda a derecha, el tercero: Ernesto Moral y el quinto: Enrique De Langhe.

La inauguración de la Oficina Meteorológica Principal contó con la presencia de funcionarios nacionales, provinciales y personalidades locales.

Con el correr de los años se fueron incorporando nuevos profesionales:

Como pronosticadores: Carlos Colussi y Aldo Scheffer (actualmente en la Oficina Meteorológica del Aeródromo de Reconquista), María E. Guichandut (actualmente, Jefe del Departamento Centro Meteorológico del SMN), Silvia Torrelles (hoy, Jefe de la Oficina Meteorológica del Aeródromo Mar del Plata), Carlos Villanueva, Urbano Gutiérrez y Jorge Peralta.

Como auxiliares de pronóstico: Marcelino Soto, Dante Cecconi, Eugenio Wodiani, Carlos Viciano, Ramón Granada, Mauro Ruffino, Anibal Ramúa, Alcides Flores Carrizo y Roberto Balbuena. Por su parte, Carlos Bertolotto y Ernesto Santambrogio, fueron a prestar sus servicios en Aeroparque y Ezeiza respectivamente.

También se contó con los auxiliares de pronóstico Miguel Amaya y Norberto Zampedri, quienes integran hoy el plantel del Centro de Vigilancia Aeroespacial recientemente creado en Resistencia, y Antonio Bertinetti, actualmente jefe del aeródromo de Monte Caseros.



MODERNOS equipos electrónicos permiten el análisis de la oficina de Resistencia con el Servicio Meteorológico Nacional. Se recibe información gráfica que se interpreta luego para elaborar los pronósticos regionales.

- Diario El Territorio, 22 de junio de 1967, pág. 6. -

A través de esta tarea, se brinda un seguro apoyo a los vuelos nacionales e internacionales, que se realizan en los distintos niveles donde se proyectan las rutas aéreas, como también para el aterrizaje, en base a la información de superficie. Aunque los aviones disponen de modernos ra-



- Diario El Territorio, 24 de junio de 1967, pág. 6. -

La Oficina Meteorológica Principal, actualmente Oficina de Vigilancia Meteorológica, coordina sus actividades con otras áreas similares como Córdoba, Mendoza, Buenos Aires y Comodoro Rivadavia, que cubren la actividad meteorológica para todos los vuelos que surcan el espacio aéreo de nuestro país y países vecinos. Asimismo forma parte de la red internacional de la información relacionada con la actividad volcánica.

dares y medios de comunicación, existen también otras actividades muy especializadas que ordenan y controlan el desplazamiento de las aeronaves, puesto que ellas cubren sus rutas en los distintos niveles de vuelo, dirigidas por personal especializado en superficie y la torre de control que ordena el aterrizaje.

Los integrantes de esta oficina también efectuaron apoyo profesional para vuelo a vela, cuyas aeronaves competían en campeonatos nacionales e internacionales. Para tal efecto se instalaban en el aeropuerto o aeroclub que elegían como base de la competencia. Se debe aclarar que los planeadores, al no tener motores que los impulsan, dependen de la situación meteorológica y el recorrido planificado por sus organizadores. Los resultados fueron muy buenos. Tal es así que José Manuel Varela, fue por breve tiempo a los EEUU de América para cambiar ideas y métodos profesionales con el país del norte.

En la actualidad el plantel de pronosticadores y personal de apoyo (auxiliares de pronóstico) está compuesto por:

Pronosticadores:

- Prof. Dr. Ernesto Moral, actual Jefe del Departamento Meteorología Regional.
- Prof. Dr. Carlos M. Marcelo Ceballos, Jefe de la Oficina de Vigilancia Meteorológica.
- Tec. Enrique R. De Langhe.
- Tec. Sinop. Julio C. Ríos, cumplió una pasantía, en el año 2010, en el Centro Meteorológico de Washington.
- Tec. Sinop. Laura Cánepa, durante el 2010, cumplió apoyo meteorológico en la Oficina de Información Meteorológica de Bariloche.
- Prof. Olga Mabel López Vizcarra.
- Tec. Claudia Riquelme.
- Tec. Sinop. Eduardo Cuervo, quien ha prestado servicios como pronosticador en las Islas Malvinas durante el conflicto del Atlántico Sur.
- Bach. Andrés Durán.

Los auxiliares de pronóstico son:

- Prof. Gladis C. Etelechea.
- Obs. Met. Juan R. Balbuena (h).
- Tec. Guillermo Alarcón.
- Prof. Ricardo Benítez.
- Obs. Met. Marta M. Pfeiffer.
- Tec. Cristina Trolson.
- Obs. Met. Eduardo Troncoso.

La mayor parte de los profesionales de esta Oficina ha realizado campañas antárticas tanto en la Base Orcadas como en la Base Marambio. Ernesto Moral, miembro del personal de esta Estación, ha sido designado para integrar la Comisión de Meteorología Aeronáutica de la OMM, representando al SMN como delegado. Participó de las sesiones realizadas en el mes de febrero del 2010 en la ciudad china de Hong Kong, siendo el único profesional representante de un país de América del Sur.

COLABORACION CON LA COMUNIDAD



- (De izq. a der.) Enrique De Langhe, Ernesto Moral y Manuel Benítez. Los tres fueron becados en la década del 60. -

La OVM de Resistencia emite pronósticos tanto para usuarios aeronáuticos como no aeronáuticos: pilotos de aeroclubes, pilotos de aviones fumigadores, productores agrícolas, elaboración de pronósticos para eventos sociales, prefectura naval y empresas constructoras. Durante la construcción del Puente General Belgrano se elaboraron pronósticos meteorológicos en general y en particular, teniendo en cuenta la dirección y velocidad del viento para determinar las alturas de las olas del Río Paraná.

Se mantiene un contacto fluido con organismos oficiales tales como Protección Civil, quienes reciben y difunden los avisos de alertas meteorológicos destinados a la población general, con la finalidad de minimizar los posibles daños materiales y evitar pérdidas humanas.

Se agradece la colaboración de los señores José M. Varela y a Alfredo Giovanini, como así también de la señora Alicia Aquino y el señor Alfredo Sarsuri, quienes han acompañado y participado activamente en la búsqueda de información en el archivo histórico y en la realización de entrevistas personales.



Refranes Populares

Por: *Silvia Bordón*

Cuando el hombre en su evolución se dedicó a la agricultura, comenzó a entrever una relación entre sus actividades y el tiempo.

Sus observaciones y experiencias se manifiestan en los refranes populares que nos recuerdan la "sabiduría colectiva de muchas generaciones".

Cada país, cada región, tiene su propio refranero.

Según Mieder, Stewart y Kingston, autores de "Weather Wisdom: Proverbs, Superstitions, and Signs" (Sabiduría Climática: Proverbios, Supersticiones y Signos) los clasifican según las siguientes categorías: anuales, estacionales, mensuales, referente a las nubes, vientos, animales y plantas.

Algunos ejemplos son:

"Un año con nieve, un año abundante" (Inglaterra)

"Marzo ventoso, abril lluvioso; mayo será limpio y soleado" (Inglaterra)

"Una primavera fría mata las rosas" (Arabia)

"Las nubes son el símbolo de la lluvia" (Sudáfrica)

"Cuando los perros le ladran a la luna una helada intensa vendrá" (Alemania)

"Lebeche soplador, levante madrugador" (España)

"A la mala hierba no la daña la helada" (Portugal)

En algunos casos la observación de diversos fenómenos ha permitido la realización de sencillos pronósticos que luego la ciencia pudo justificar.

Otros no tanto, como en el caso la expresión referida a un cielo después de la lluvia con sol y arco iris:

"Sol y lluvia, se casa una vieja".

Este fenómeno tiene expresiones diferentes en todas partes del mundo.

Bulgaria: "Cuando llueve y el sol brilla, el diablo se casa"

Alemania: "Cuando llueve y el sol brilla, viene buen tiempo"

Rusia: "Cuando llueve y el sol brilla, crecen las setas"

Hungría: "Cuando llueve y el sol brilla, el demonio le pega a su mujer".

Presentamos algunos refranes y expresiones populares que, en nuestro idioma, nos indican la intensidad de algún fenómeno y otras asociadas a la conducta o actitud de las personas.

En nuestro país, en las zonas ribereñas del Plata es muy conocido el dicho "**viento del este, lluvia como peste**", como referencia a la ocurrencia de Sudestadas.

También podemos escuchar:

"**Corderitos en el cielo, charquitos en el suelo**", describiendo a un manto de nubes medias de tipo cumuliforme como anticipo de precipitaciones.

O también:

"**Al norte duro, pampero seguro**", utilizado en nuestro país como indicativo del cambio de tiempo.

Las siguientes expresiones dan idea de la intensidad de las precipitaciones:

"Llueven clavos de punta"

"Llueven sapos y culebras"

"Diluvia"

Y finalmente, están las asociadas a situaciones o actitudes de las personas:

"Viento en popa"

"Sobre llovido, mojado"

"Siempre que llovió, paró"

"Estar en el ojo de la tormen-

"Que te parta un rayo"

"Cuando el río suena, agua trae"

"Al mal tiempo, buena cara"

"Veloz como un rayo"

"Beberse los vientos"

"Contra viento y marea"

"Capear el temporal"

"Quien siembra vientos cosecha tempestades"

"No abrir el paraguas antes que llueva"



**Servicio
Meteorológico
Nacional**

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