

SENAMHI

Revista Informativa del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Año II Número 1 - 2000

**Poechos,
El Reservorio**
más **grande** del **Perú**

**Monitoreando la
Capa de Ozono**
en el **Perú**

**Agrometeorología
y Gestión Agrícola**

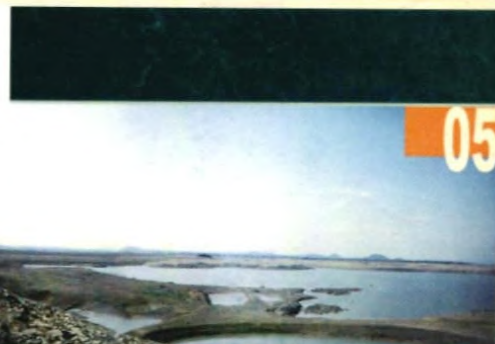




Reserva de Paracas - Pisco

Sumario

- 04 EDITORIAL
- 05 Situación Actual
POECHOS, EL RESERVORIO MÁS GRANDE DEL PERÚ
- 07 Pueden tener interesantes y estratégicas aplicaciones comerciales
INGRESOS DE AIRE FRÍO AL PERÚ
- 09 PRONÓSTICO DEL TIEMPO, CLIMATOLOGÍA Y EXPERIMENTOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS EN EL PERÚ
- 11 Contribución del SENAMHI en el entrenamiento y capacitación especializada
- 13 IMPORTANCIA DE LA OBSERVACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA EN LA CALIDAD DE DATOS
- 16 INFORMACIÓN AGROMETEOROLÓGICA EN LA GESTIÓN Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
- 22 La fase fría LA NIÑA
- 24 SENAMHI MONITOREANDO LA CAPA DE OZONO EN EL PERÚ
- 30 Evaluación de Recursos Hídricos
BASE FUNDAMENTAL PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
- 32 VIGILANCIA DE LA ATMÓSFERA GLOBAL
- 35 SENAMHI APERTURA LA OFICINA DE SERVICIO AL CLIENTE
- 37 Reducir el brillo urbano del cielo
LIMA PRESENTA UNA ELEVADA CONTAMINACIÓN LUMINOSA



Año 2 Número 1 - 2000

Directorio - Jefe del SENAMHI y Representante Permanente ante la Organización Meteorológica Mundial Mayor General FAP Germán Rojas Barrantes / **Director Técnico del SENAMHI** - Coronel FAP Carlos Ordóñez Vásquez / **Coordinador General** - Ing. Ezequiel Villegas Paredes, Mayor FAP Rafael Vera Medina / **Edición** - Anta Rajkovic Vivez / **Redactores** - Ezequiel Villegas Paredes, Lizzet Najarro Gutiérrez, Gianina Manrique Llerena, Manuel Rumiche Juárez, Paúl Munguía Becerra / **Fotografía** - PROMPERÚ, Archivo SENAMHI / **Agradecimiento** - A los ex Jefes y ex servidores que colaboraron desinteresadamente con material bibliográfico y fotográfico / **Diseño Gráfico** - Julio Uribe Ramó Téf.: 8502352 4722864 / **Impresión** - Eje Gráfico Av. El Parque 580 Surco Téf.: 2743278 274 0595.

Queda totalmente prohibido la reproducción de los artículos sin previa autorización, por escrito, del Directorio.



Editorial

Editorial

LIDERAZGO Y VISIÓN EN LA CIENCIA HIDROMETEOROLOGÍA

Los desafíos del desarrollo meteorológico e hidrológico, involucran cada vez una comprensión más amplia y exacta del medio ambiente, así como de sus recursos naturales, que garanticen un aprovechamiento armónico con las metas de desarrollo económico y sobre todo con la calidad de vida del hombre. Dentro de este contexto han adquirido particular importancia el conocimiento de todo lo concerniente a los recursos clima y agua, presentes éstos en todos los ámbitos de la actividad humana.

Las alteraciones del medio ambiente, en los últimos decenios ha tenido repercusiones de magnitud considerable sobre los sistemas físicos, biológicos y humanos. Es decir, el régimen climático e hidrológico, así como la cobertura vegetal y los suelos, han sido modificados de tal forma que han ocasionado daños considerables a muchas poblaciones, incluyendo la infraestructura física, urbana, rural y vial, entre otras.

Dentro del nuevo estilo de liderazgo y visión, donde se concibe una serie de procesos estratégicos, el Servicio Nacional de Meteorología e

Hidrología, SENAMHI, viene realizando diversos estudios relacionados a este campo, además de desarrollo agrícola, urbano, industrial, vial y turístico, que generan una cultura de protección del medio ambiente, así como medidas oportunas para aminorar los posibles impactos de los fenómenos naturales y climáticos sobre la población y el sector productivo.

Los resultados de dichos estudios realizados por equipos de profesionales de alta calificación, responden a las exigencias del país en materia de información y conocimiento ambiental, esencial para la población, la operación del aparato productivo e institucional y el accionar geopolítico en el ámbito internacional. Lo que buscamos con todo esto es reenfatizar la misión, estrategia y valores de núcleo, manteniendo un rol de cambio y transformación en la ciencia de la meteorología e hidrología.

El Director.



Represa de Poechos, mostrando su volúmen mínimo durante el repotenciamiento en 1995

Situación actual

Poechos, El Reservorio más grande del Perú

El Reservorio de Poechos inaugurado en 1976, fue construido por especial encargo del Proyecto Chira-Piura, a cargo de la firma yugoslava Energoproject. Este proyecto se llevó a cabo con la finalidad de cubrir las demandas de agua del valle del Chira para desarrollar la agricultura y dar al valle las dotaciones requeridas, no sólo para satisfacer déficits existentes, sino también para incrementar la explotación agropecuaria. En la actualidad irriga 70 mil hectáreas de los valles del Chira Medio y Bajo Piura.

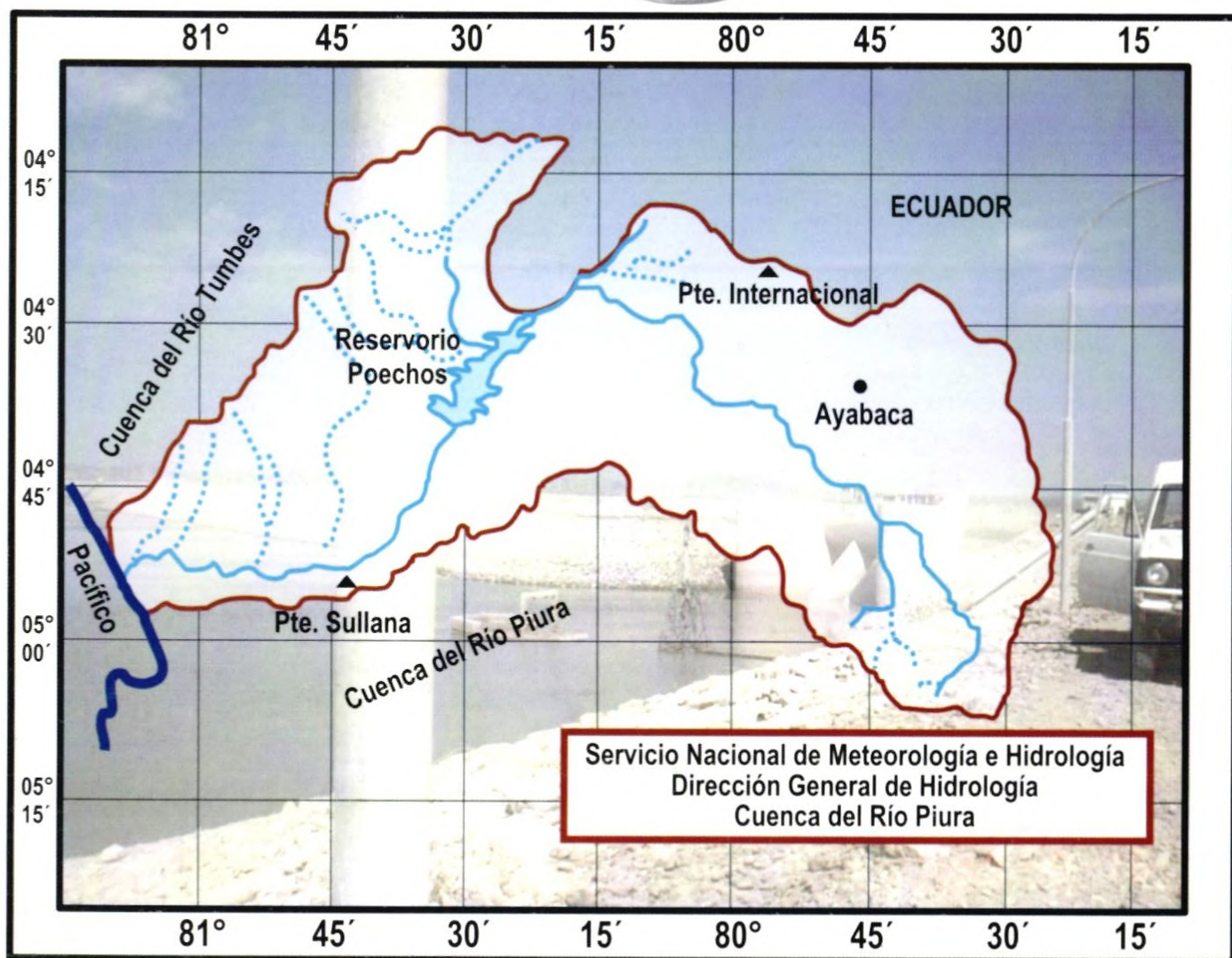
El dique principal de Poechos es de tierra, ubicado en el mismo cauce del río Chira. Geográficamente se encuentra en la latitud 4° 41', longitud 80° 31' a una altitud de 80 metros sobre el nivel del mar y políticamente está situada en el

distrito de Lancones, provincia de Sullana. El reservorio recibe principalmente las aguas del río Chira que tiene como afluentes a los ríos Quiroz, Macará y Catamayo.

Cuando ocurren grandes lluvias, éstas arrastran tierra y piedras de los cerros ubicados en esta zona de frontera, las mismas que llegan al río y se depositan en el fondo del vaso de la represa. El volumen de almacenamiento máximo de la represa Poechos fue de 1000 MMC*, con una altura máxima de 48 metros y una longitud de presa principal y diques de 9000 metros.

El embalse tiene dos aliviaderos, uno de compuertas que permite evacuar descargas de 6,425 m³/s y otro de emergencia para descargar hasta 10,000 m³/s.

17M 2000



Mapa de ubicación de la represa de Poechos en Piura.
Reservorio de Poechos en su cota 84.01 m y volúmen de 140 MMC (agosto, 1995)

Su funcionamiento combinado permite descargar la máxima avenida probable en un periodo de 10 mil años.

El reservorio de Poechos fue construido para tener una vida útil de 50 años, pero las lluvias y el proceso de erosión de la cuenca aceleraron el proceso de sedimentación y acortaron su periodo de utilización. Desde 1976 -fecha en que fue inaugurada la obra- hasta hoy, el embalse tiene acumulado aproximadamente 300 MMC de sedimentos: es decir, su capacidad de almacenamiento se ha reducido en un 30%. Pero lo más preocupante es la frecuencia con que se está presentando el fenómeno de "El Niño", como los ocurridos en 1983 y el más reciente en 1998. De presentarse nuevamente este fenómeno

con la magnitud del último año, el reservorio quedaría en gran parte inutilizado, ocasionando un gran déficit de agua que no permitiría cubrir la demanda que requieren actualmente los cultivos del valle.

El proceso de erosión, transporte y deposición de sedimentos en el río Chira, debe ser controlado mediante una gestión integrada de la cuenca, que disminuya la erosión y producción de sedimentos mediante la reforestación de la parte alta de la cuenca y la zona aledaña al reservorio.

En nuestro territorio existen varios reservorios con problemas de sedimentación, lo que plantea la necesidad de realizar importantes estudios de

transporte de sedimentos en base a información hidrológica consistente que debe producir la red nacional a cargo del SENAMHI.

* MMC: millones de metros cúbicos.

Pueden tener interesantes
y estratégicas aplicaciones comerciales

Ingresos de aire frío al Perú

Por: Félix Cubas Saucedo (*)

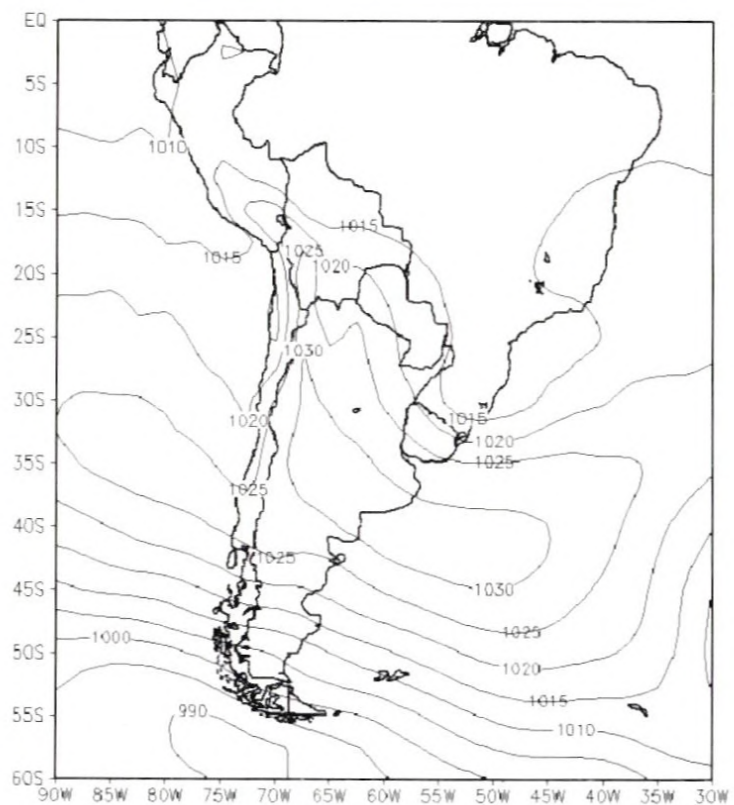
Principalmente durante el otoño e invierno, la región tropical de sudamérica es esporádicamente afectada por los ingresos de vientos fríos y secos, los cuales son canalizados por las abruptas y altas montañas andinas que tienen orientación de sur a norte.

Algunas veces estos vientos fríos, por el lado este de los Andes, llegan hasta la región del Caribe pasando en el Brasil por la región del Matto Grosso y el llano amazónico. Un caso extraordinario es el ocurrido entre el 18 y 21 de junio de 1933 cuando la temperatura descendió aproximadamente 30°C y la presión atmosférica se incrementó en 20 Hpa. En la selva sur del Perú, durante ingresos de aire frío de este tipo, las temperaturas mínimas suelen bajar hasta valores menores a 10°C, o a 10°C por debajo de sus valores promedio.

Algunas hipótesis afirman que esos eventos ocurren cuando condiciones atmosféricas peculiares se dan en el sur de los océanos ("Polar outbreak high"); de acuerdo con éstas, se trata de una inducción de aire polar debido al desarrollo de un intenso ciclón o sistema de baja presión atmosférica en las inmediaciones de Argentina y cercanías del círculo polar. Este ciclón

intensifica el ingreso de aire frío y seco hacia la región amazónica, formándose simultáneamente un sistema de alta presión (anticiclón) "independien-

temente" al oeste o noroeste de este ciclón (ver figura 1), tornándose gradualmente éste último en predominante e impulsando aire frío hacia



PRESION ATMOSFERICA AL NIVEL DEL MAR
(Promedio de un día, para el viernes 15-05-98)
NCEP

Fig. 1

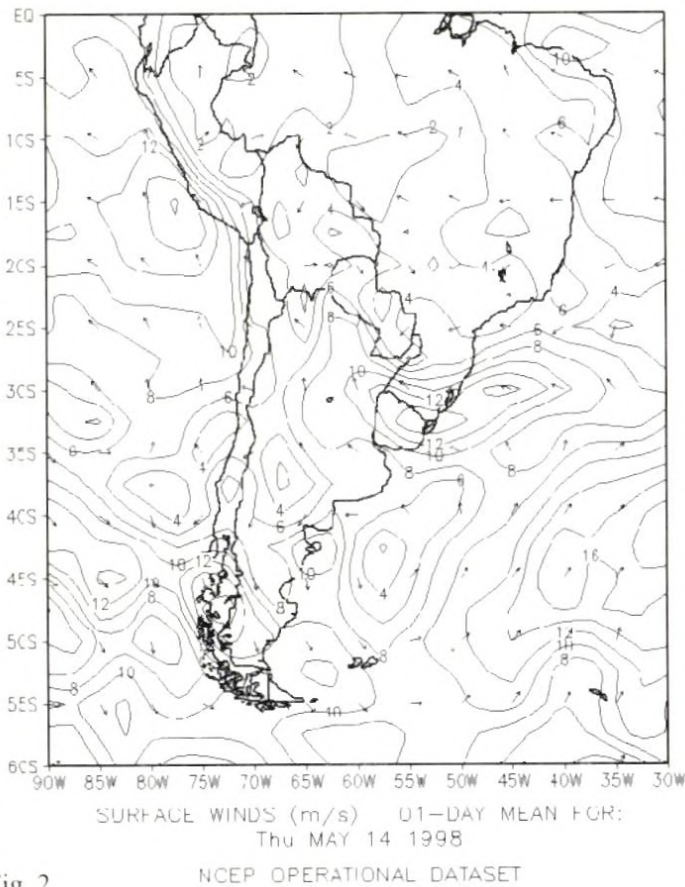


Fig. 2

regiones ecuatoriales (ver figura 2 y 3). En las imágenes de satélite, este sistema de alta presión se visualiza de color muy oscuro por lo que se le denomina "Pozo de los Andes".

En su recorrido estos sistemas atmosféricos causan profundos cambios de tiempo; primero precipitaciones que pueden ser muy intensas y luego disminuciones dramáticas en las temperaturas mínimas llegando a temperaturas de congelación en las áreas cafetaleras del Brasil. Cuando son muy intensos, los cultivos agrícolas del norte de Argentina, Paraguay y sur de Brasil son seriamente afectados. En este sentido, se constata que tales ocurrencias hacen variar de manera importante el precio del Café en los mercados mundiales puesto que Brasil es el primer productor de café en el globo.

Afortunadamente para nuestro país, las zonas de producción de café no son mayormente afectadas por este fenómeno, sin embargo, dado que este cultivo es uno de los cinco productos agrícolas de exportación más importantes, una evaluación sistemática y permanente de estos fenómenos en las áreas cafetaleras de países competidores es posible en el SENAMHI, a fin de manejar esta información con fines comerciales.

(*) Director de la Dirección de Meteorología Aplicada del SENAMHI.

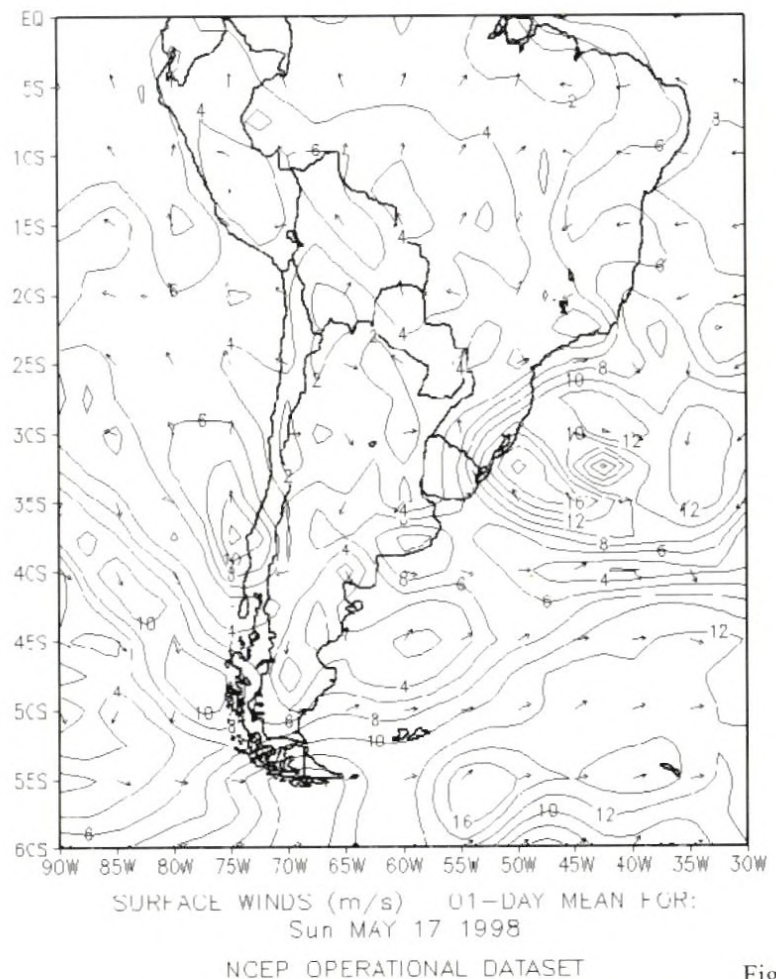


Fig. 3



Pronóstico del tiempo, climatología y experimentos meteorológicos e hidrológicos en el Perú

Por: José Silva Cotrina (1)

Es posible mejorar los pronósticos del tiempo atmosférico conociendo la climatología de la zona. Una forma usual de mejorar progresivamente los pronósticos del tiempo para una región o localidad determinada es estudiando y comprendiendo primero la climatología de esa región u localidad, en las diferentes escalas de espacio y tiempo.

El nivel de detalle de los estudios de climatología de una región u localidad están casi siempre condicionados por la cantidad y calidad de datos registrados y disponibles. Así, en el caso de Perú, una baja densidad de la red de observación constituye todavía una gran limitación para conocer la

climatología de importantes áreas y localidades de nuestro territorio con significativa densidad poblacional y alto potencial agrícola, pecuario, forestal, minero, energético, hidroenergético y turístico, etc. Si no se conoce bien la climatología en determinadas zonas, en la misma medida, no se puede esperar poder tener pronósticos con un nivel aceptable de acierto.

Cuando como resultado del respectivo diagnóstico, se llega a la conclusión de que la baja densidad de la red de observación no permite avanzar hacia los niveles detallados en el conocimiento de la climatología de la región

u localidad de interés, y se sabe que el progreso en el incremento de la densidad de las observaciones es lento, se permite como siguiente recurso dar paso a los denominados experimentos meteorológicos e hidrológicos.

Un experimento meteorológico e hidrológico comprende: a) la planificación del experimento, b) la ejecución o medición con diferentes niveles de complejidad de cada una de las variables meteorológicas o hidrológicas de interés, c) el análisis e interpretación de resultados, y d) la extensión para su aplicación respectiva de acuerdo al interés de los usuarios.



El Centro de Investigación y Desarrollo-CID del SENAMHI pretende, a partir del presente año 2000, iniciar algunos de los siguientes experimentos meteorológicos e hidrológicos:

1.- Mediciones del ciclo diario del viento superficial como componente de

las brisas valle- montaña y el dispersor de contaminantes en las quebradas del sector Este de la gran Lima. Muy importante para conocer la climatología urbana a nivel detallado con el fin de pronosticar la contaminación.

2.- Mediciones del ciclo diario de la

combinación de las brisas mar - tierra y valle-montaña en la parte baja de los valles de la costa central, Muy importante para los pronósticos meteorológicos destinados a la agricultura de esos valles.

3.- Inventario exploratorio de los vientos huracanados locales de las vertientes orientales de los Andes. Esta información es importante para planificar un experimento sobre la medición y seguimiento de algunas de estas tormentas con fines de su posible pronóstico en el futuro.

4.- Mediciones de la pérdida del recurso suelo por erosión hídrica durante los eventos El Niño en las cuencas de los ríos de las vertientes occidentales de los Andes del norte de Perú.

Muy importante para el diseño de las obras de ingeniería en general, principalmente de las actividades de prevención de los fenómenos hidrometeorológicos en esa región.

(1) Ing. Meteorólogo, Funcionario de la Dirección de Agrometeorología Operativa e integrante del grupo de Investigadores del Centro de Investigación y Desarrollo-CID del SENAMHI.



Contribución del **SENAMHI** en el entrenamiento y capacitación especializada

Por: Nicéforo Ita Maguina (1)

El progreso de las ciencias de la atmósfera en el mundo de la globalización, requiere de personal altamente capacitado, sólidos conocimientos técnicos y científicos que constituyen la base para un desarrollo permanente de la meteorología, hidrología y medio ambiente en el Perú. Uno de los objetivos que persigue el SENAMHI es fomentar la enseñanza e investigación de la meteorología en el país para contribuir a resolver problemas de los diferentes sectores productivos como la agricultura, industria, comunicaciones y transporte, producción de energía y grandes obras de ingeniería.

Durante el año de 1999, el Centro de Capacitación del SENAMHI ha desarrollado actividades de entrenamiento mediante eventos, capacitando a 530

participantes, lo que representa un total de 820 horas lectivas. A continuación se indican las actividades más relevantes.

Eventos Internacionales

Curso Internacional: Introducción a los modelos numéricos de la atmósfera y su aplicación en América del Sur, dictado por el Dr. José Vergara de la Universidad de Santiago de Chile, cuyos objetivos fueron conocer los fundamentos físicos y matemáticos de los modelos atmosféricos, introducir a los participantes en el uso de modelos de pronóstico del tiempo aplicando modelos globales y regionales y aplicaciones de modelos estadísticos. El curso se dictó a meteorólogos Clase I y otros profesionales vinculados con el pronóstico del tiempo. Los principales

temas desarrollados fueron dinámica de la atmósfera y climatología, modelos numéricos, modelos regionales y análisis de casos, modelos locales, laboratorio sinóptico y aplicaciones satelitales.

Curso Internacional: Cambio climático regional en América del Sur, estudios, identificación causas e impactos en la sociedad, desarrollado del 22 al 26 de noviembre de 1999, dictado por los doctores José Marengo del CPTEC-INPE y Tercio Ambrizzi de la Universidad de Sao Paulo Brasil, dirigido a meteorólogos, hidrólogos y otros profesionales vinculados con la climatología aplicada. El curso tuvo como objetivos conocer las causas y efectos del cambio climático a nivel de Sudamérica y





Cursos de capacitación.

global, conocer los principios del modelaje climáticos, oceánicos y de vegetación; identificación y atribución del cambio climático, métodos estadísticos de evaluación y detección del cambio climático en series de tiempo. Presentar experiencias del cambio climático en América en épocas geológicas y predicciones de cambios climáticos en el futuro; discusión de aspectos de mitigación y adaptación al cambio climático y los aspectos sociales asociados y análisis de los reportes del IPCC sobre América Latina.

Asistieron 35 participantes del SENAMHI e instituciones invitadas. No cabe duda, este curso ha permitido reforzar las aplicaciones y estudios que se vienen desarrollando en asuntos de clima-tología en el Perú.

Eventos Nacionales

Curso de Modelaje Atmosférico.

El curso introductorio de Modelaje Atmosférico tiene como objetivo mejorar los conocimientos sobre dinámica de la atmósfera y del océano para entender los modelos numéricos. Los principales temas tratados fueron: Leyes básicas de conservación, aplicaciones de ecuaciones básicas, circulación y vorticidad y dinámica de la atmósfera. El curso fue dictado por el MSc. Angel Cornejo, con participación de 22 asistentes.

Curso de Inglés Básico: Con la participación de profesionales y técnicos del SENAMHI, se viene desarrollando el curso de Inglés Básico con la finalidad de preparar al personal en el conocimiento del idioma inglés con el fin de acceder más fácilmente al conocimiento y a las publicaciones y notas técnicas recientes en el campo de las ciencias de la atmósfera, así

como para la participación de profesionales y técnicos en eventos de capacitación en el exterior impartidos generalmente en inglés.

Curso de Inspector Meteorológico, cuyo objetivo fue mejorar el conocimiento teórico y práctico del personal responsable de la operación y mantenimiento de redes de estaciones meteorológicas de superficie convencionales. El curso estuvo dirigido al personal profesional y técnico de la Oficina General del Operaciones Técnicas y de las 13 Direcciones Regionales del SENAMHI. En este evento se tocaron los siguientes temas: Funciones y responsabilidades del inspector de redes, diseño de redes de observación meteorológica, instalación de estaciones meteorológicas, torres y mástiles anemométricos, reparación y calibración. Estuvo a cargo del Sr. Oscar Ramos, especialista del Servicio Meteorológico de la República Argentina, con la participación de 30 asistentes.

Capacitación de Observadores

En coordinación con las dependencias descentralizadas se han desarrollado cursos prácticos dirigidos a observadores meteorológicos en las siguientes Direcciones Regionales: Piura. "Métodos de Observaciones Meteorológicas y Fenológicas" con la participación de 22 observadores meteorológicos. En Puno se desarrolló el IV Encuentro Regional de Observadores Hidrometeorológicos con la participación de 59 observadores. En Cajamarca: " I Reunión Técnica de Observadores Hidrometeorológicos " con la asistencia de 43 participantes. En San Martín se desarrolló el curso: "Cursillo de Capacitación en Pluviometría y Termometría" con la

participación de 24 asistentes. En Loreto el "II Curso de Observaciones Hidrometeorológicas y Fenológicas 1999" con la participación de 45 asistentes. En Lambayeque el curso "Técnicas para Observaciones Meteorológicas". En estos cursos se han tratado temas sobre métodos de observación meteorológica, mantenimiento básico de instrumental hidrometeorológico e importancia de las observaciones meteorológicas para el desarrollo local, regional y nacional.

Seminario: Liderazgo y alta productividad, dirigido al personal directivo, profesional y técnico, dictado por el Dr. Alfredo Sterling de Colombia. Los temas tratados fueron Productividad, Excelencia, mejoramiento continuo como filosofía de vida, la resistencia al cambio, el liderazgo centrado en valores, el perfil del directivo líder y autoestima.

(1) Meteorólogo y Docente, Director del Centro de Capacitación del SENAMHI





Importancia de la Observación y Documentación de la **Estación Hidrometeorológica** en la **Calidad de Datos**

Por: José F. Carlos Canales (1)
Ezequiel B. Villegas Paredes (2)

La complejidad del proceso que se lleva a cabo desde la observación del tiempo hasta el establecimiento de una base de datos climatológica requiere una división artificial del tema, con el riesgo de perder de vista el cuadro completo. Asimismo, hay una tendencia a desarrollar una lógica especial para cada parte del proceso y a despreciar los enlaces entre las partes.

Tales riesgos también afectan el trabajo de quienes están creando la base de datos y analizando la calidad de los mismos, siendo de vital importancia promover la comunicación y estrecha colaboración entre las partes para evitar malentendidos y contribuir a la calidad de éstos y por ende de los productos.

La calidad de los datos, por tanto, es una

tarea que compromete el trabajo conjunto de varias instancias dentro de una organización. Así como con otras organizaciones, lo que facilita el trabajo de cada uno de ellos, en función del Banco Nacional de Datos Hidrometeorológicos.

Se trata pues aquí no de estudiar el clima y sus variaciones sino más bien de relevar la importancia de una meticolosa descripción de las estaciones que involucra información de la instalación, instrumentos, los alrededores, facilidades, observadores, mantenimiento, etc., los cuales ayudan y/o complementan la interpretación de los datos.

En el examen preliminar de este tema, hay dos puntos de vista que no siempre son los mismos; la de aquellos que



instalan estaciones hidrometeorológicas y la de los que usan los datos observados en las estaciones.

Los instaladores y observadores generalmente enfocan su atención en la operación de los instrumentos de medida en las estaciones y están menos interesados en los alrededores y/o representatividad del lugar.

En cambio, los climatólogos o personas que utilizan los datos, normalmente no poseen descripciones de los lugares de medición y no tienen conocimiento personal de las estaciones cuyos datos


usan, asumiendo que los valores con los que trabajan reflejan los eventos del tiempo y clima.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda preparar una documentación detallada de la descripción de estaciones y promueve una comunicación más estrecha entre los especialistas en instrumentos y los que de una u otra manera obtienen datos hidrometeorológicos, con los usuarios de los mismos, en vista de que la selección de un lugar apropiado y una juiciosa exposición de los instrumentos tienen un efecto determinante en la

exactitud, homogeneidad y representatividad de las mediciones tomadas en las estaciones. De aquí la necesidad de que quienes usen e interpreten los datos deba ser personal con experiencia y conocimiento de la Red observacional, o de lo contrario que sea personal que tenga una estrecha relación con los especialistas de la Institución que administra la Red.

- 1.- Ing. Meteorólogo de la Dirección General de Estadística e Informática del SENAMHI
- 2.- Ing. Meteorólogo, Subdirector Técnico del SENAMHI.





ESTE NIÑO NO VOLVERA A HACER DE LAS SUYAS.

El fenómeno de El Niño no volverá a causar tanto daño. Porque a través del CEREN se está desarrollando una sólida obra de rehabilitación de infraestructura y reconstrucción nacional, con una visión a largo plazo que permitirá no sólo reconstruir lo dañado, sino también prevenir daños futuros.

Así, en transporte, recuperando carreteras; en agricultura, rehabilitando canales de riego y sistemas de cultivo; en saneamiento, reconstruyendo sistemas de agua potable y alcantarillado; en educación, reconstruyendo miles de aulas y en vivienda, reubicando a la población damnificada en zonas y en viviendas seguras.

Perú
País con Futuro

Información Agrometeorológica en la Gestión y Producción de Cultivos

Por: Constantino Alarcón Velazco

El éxito de la actividad agrícola es función de un conjunto de factores de producción (suelo, planta, insumos, tecnología, etc.) y del comportamiento en el espacio y en el tiempo de las condiciones hidrometeorológicas, siendo este último el más variable y a su vez el menos controlado. Es de suma importancia el conocimiento y el uso de las condiciones hidrometeorológicas óptimas para un determinado cultivo, lo cual permitirá un mejor aprovechamiento de los demás factores que participen en la producción agrícola.

Las condiciones hidrometeorológicas adversas (heladas, sequías, granizadas, olas de calor, lluvias excesivas e inundaciones) durante el período agrícola pueden originar la reducción del rendimiento del cultivo y en casos extremos la pérdida total de los cultivos.

En este sentido, una gestión y planificación de la actividad agrícola eficiente requiere manejar el comportamiento de los diferentes parámetros meteorológicos (caracterizaciones agroclimáticas) con el propósito de determinar las condiciones más favorables para la agricultura como también determinar las condiciones extremas que son anómalas para recomendar las medidas de control.

Las variables agrometeorológicas involucradas en las relaciones cuantitativas entre la producción de los cultivos y uno o más parámetros del medio ambiente son muchos e incluyen índices simples como el de la precipitación, radiación, temperatura, evapotranspiración, humedad, temperatura del suelo, valores extremos de éstos y sus variaciones. Por lo tanto, es muy importante conocer el comportamiento en el espacio y en el tiempo de cada uno de éstos, por lo que se describe a continuación cada uno de ellos.

1. Precipitación

La precipitación es probablemente una de las variables meteorológicas que mayor incidencia tiene sobre la producción agrícola y como agua constituye un elemento limitante de la producción ya sea en exceso o déficit, debido a que cada cultivo tiene requerimientos máximos y mínimos de agua durante sus diferentes fases de crecimiento y desarrollo.

Dada la gran importancia que tiene la precipitación, es obligado su estudio, en cuanto a su distribución en las dife-





rentes áreas y en el tiempo lo cual permite determinar las épocas secas y húmedas en el transcurso del año y por lo tanto programar la actividad agrícola: mejores épocas de siembra y cosecha, de labores culturales y necesidad y oportunidad de riego o drenaje.

Para realizar un adecuado análisis de las condiciones pluviométricas de una zona se pueden calcular los siguientes valores: precipitación media (anual, mensual, decadal, pentadal y diaria), distribución porcentual dentro del año, porcentaje acumulado y estación lluviosa, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, estimación de las cantidades probables de precipitación, comienzo de las lluvias, extremos de precipitación diaria y para episodios de 2, 3, 4 días, fin de lluvias y episodios secos. Sin embargo, debido a la fuerte incertidumbre en la distribución de la lluvia, más útil que las medias o totales absolutas son las probabilidades de lluvia o la cantidad que es considerada más confiable para el cultivo.

2. Temperatura del aire

Las variaciones de la temperatura son muy importantes para el desarrollo de

los cultivos; éstas influyen directamente en el crecimiento de las plantas, en la longitud del ciclo vegetativo y en la de las fases de crecimiento de las plantas perennes.

Dada la importancia de la temperatura es necesario determinar su distribución superficial y en el tiempo, lo cual nos permitirá ubicar con más detalle las épocas con altas y bajas temperaturas en el transcurso del año, permitiendo programar la actividad agrícola, mejores épocas de siembra y cosecha, labores culturales y la necesidad de protección de cultivos.

Con el fin de describir las condiciones térmicas de una zona, se deberá: calcular los promedios mensuales multianuales (temperatura máxima, mínima y media), estimar las temperaturas diurnas y nocturnas (termoperiodismo), estimar las unidades térmicas acumuladas (grados día) y las unidades frío.

Para poder establecer un cultivo se debe tomar un margen de seguridad de que éste se desarrolle favorablemente y satisfaga sus requerimientos térmicos y

de unidades de frío, siendo necesario estimar la probabilidad de contar con una cierta cantidad de unidades térmicas (GDD) y unidades de frío (UF) que garantice la inversión agrícola.

3. Evapotranspiración Potencial y Real

La combinación de la evaporación del agua de una superficie del suelo y la transpiración desde una cubierta de vegetación se denomina Evapotranspiración (ET); esto representa el agua perdida desde una superficie de terreno cultivado.

Thornthwaite define otro término que es Evapotranspiración Potencial (ETP), el cual es la pérdida de agua desde una superficie extensa y de cobertura homogénea de vegetación que nunca sufre escasez de agua, esto depende casi enteramente de los elementos climáticos (energía del sol, viento, gradiente vertical de humedad, humedad relativa). Otro término utilizado es la Evapotranspiración Actual (ETA), que representa la pérdida de agua del complejo cultivo-suelo que depende de los elementos climáticos (radiación



neta, viento y humedad), tipos de suelo, contenido de humedad del suelo, tipo de vegetación, profundidad de la raíz y las prácticas agrícolas. La ETP como uno de los principales componentes del balance hídrico es de gran utilidad para el estudio del agua perdida de una zona o región y su magnitud en el cálculo del balance hídrico de una región.

Usando diferentes criterios, muchas ecuaciones han sido desarrolladas para

el cálculo de los valores de ETP en forma directa (Thornthwaite 1948, Penman 1956, Papadakis 1975, Hargreaves 1975, Turc 1955, Grassi y Christiansen 1966, García López 1970, Linacre 1977, etc.). Estos valores de ETP no son buenos estimadores de la pérdida de agua desde la vegetación natural o del agua que es utilizada por el cultivo. La cantidad real de agua utilizada por campos de cultivo en sus diversas etapas de crecimiento pueden obtenerse a través de medidas

directas, parcelas experimentales, tanque de evaporación clase "A" con lisímetro o con evapotranspirómetro siendo éstos últimos los más utilizados.

4. Período de Crecimiento Efectivo

Uno de los aspectos que mayor importancia ofrece para aplicaciones agro-climáticas se refiere a la duración (en días) del período en el cual se considera que existe buena disponibilidad de agua en el suelo y tem-



peraturas idóneas para los cultivos; a este período se denomina período de crecimiento efectivo.

4.1 Período de crecimiento por humedad

El período de crecimiento por humedad, generalmente se basa en Índices obtenidos a partir de balances hídricos. Algunos de éstos son:

El **índice R** que es la relación entre la

ETR y la ETP; este índice establece el grado de satisfacción de la demanda máxima de humedad por parte del clima y el suelo.

Varios autores (Baier, et al) han establecido que **R** debe ser mayor a 0,6 para que existan condiciones adecuadas para el normal desarrollo de las plantas. Si a partir de un balance hídrico establecemos la variación temporal del índice **R**, el comienzo y final del período apto de crecimiento están determinados por el momento en que **R** es mayor o menor a 0,6 respectivamente.

Hurtado y Gómez (1992) indican que si se tiene el valor de **R** mayor a 0,6 como el necesario para un normal desarrollo de las plantas, se pueden ajustar las series históricas de **R** a una distribución estadística con el fin de analizar la probabilidad de que un valor dado de **R** se presente.

Cocheme y Franquin (1967) proponen una metodología, la cual se basa en un balance hídrico mensual que utiliza la precipitación media y la ETP calculada por el método de Penman. Posteriormente otros autores utilizaron la precipitación en términos de probabilidad utilizando en algunos casos niveles de 20, 50 y 80% de probabilidad de excedencia.

4.2 Período de crecimiento por temperatura

Para determinar el período de crecimiento por temperatura existen diferentes métodos. Arteaga et al (1988) cita los siguientes: método de la curva estacional de la temperatura media (Neil, et al 1983), el período de crecimiento comienza cuando la temperatura es superior a un valor dado para inducir la germinación y termina cuando la temperatura es inferior a ese valor. Método de la temperatura efectiva (Arteaga 1988), utiliza la curva estacional de la temperatura mínima promedio. La metodología de Thom (1959) se basa en el análisis de las fechas de las últimas y primeras heladas en términos de probabilidad y utiliza la distribución normal.

5. Temperatura del Suelo

La temperatura del suelo puede ser un factor limitante o crítico para la germinación de la semilla, crecimiento de las raíces, desarrollo de los tubérculos, descomposición de la materia orgánica dentro del suelo. La evapotrans-

piración, la temperatura cercana a la tierra y su variación diaria se ven influenciados por las propiedades físicas de las capas del suelo más próximas a la superficie, así como también por los diferentes tipos de cubiertas naturales o artificiales del mismo.

6. Radiación Solar y Horas de Sol

La radiación solar y las horas de sol son unas de las principales exigencias de las plantas para su crecimiento y desarrollo; influyen directamente sobre la temperatura y rige los procesos que intervienen en la actividad fotosintética de la planta. Son factores determinantes en los rendimientos de los cultivos. Es por eso que es muy importante determinar el régimen y distribución de la energía solar durante el crecimiento del cultivo o durante el año.

7. Adversidades Climáticas

La agricultura es una las actividades más sensibles a la variabilidad climática. Heladas, sequías e inundaciones son algunas adversidades climáticas que año tras año ocasionan pérdidas cuya gravedad está relacionada con la intensidad, duración y extensión del evento meteorológico.

7.1 Excesivo calentamiento

Una gran incidencia de la radiación solar sobre los cultivos puede producir efectos dañinos por excesiva luminosidad, alta temperatura de las partes de las plantas y del aire, alto déficit de humedad que puede generar una intensa evapotranspiración.

7.2 Heladas

Los órganos de las plantas mueren cuando son sometidos a la acción de un frío suficientemente intenso y prolongado. Pero existen especies que sufren de frío con temperaturas superiores a 0°C es decir cuando las plantas están por debajo de las temperaturas mínimas críticas que pueden soportar.

Considerando la temperatura crítica de referencia, las heladas pueden clasificarse en:

- I.- **Heladas meteorológicas:** ocurren con un descenso de la temperatura del aire a niveles iguales o menores a 0°C a una altura de 1,65 metros sobre el nivel del suelo.

II.- heladas agronómicas: ocurren cuando el descenso de la temperatura del aire es hasta el punto de ocasionar daños parciales o totales en los tejidos de las plantas, no siendo necesariamente 0°C.

El efecto de las heladas en los cultivos depende de varios factores como el tipo de cultivo, variedad, estado de desarrollo, estado fitosanitario de las plantas, condiciones del suelo y duración e intensidad de las heladas.

Protección contra las Heladas

La mejor manera de proteger un cultivo contra las heladas es determinando los riesgos a los que podrá estar sometido, en base a estudios agroclimáticos previos a su implantación y en los casos que haya sido implantado, defendiéndola mediante métodos directos o indirectos, apoyados en este tipo de estudios y en la aplicación de métodos de lucha con apropiadas previsiones meteorológicas de ocurrencia del fenómeno.

Es necesario el estudio agroclimático porque la elección de la especie y variedad a cultivar, del lugar de siembra y de las épocas de desarrollo deben ser hechas con el conocimiento de todos los riesgos que involucre la ocurrencia de las heladas. Para ello, el objetivo de los estudios debe ser la caracterización agroclimática de las heladas, en la cual se deben determinar: La época de ocurrencia de la helada, la fecha media y extrema de la primera y última helada, el período libre de heladas, intensidad media, frecuencia y probabilidad de ocurrencia de la helada e índices de peligrosidad.

Los métodos indirectos para la protección de los cultivos contra las heladas comprenden, entre otros, los relacionados con la elección apropiada de las especies, variedades y épocas de cultivo, ubicación de las distintas especies y variedades, etc.

Los métodos directos se basan, en algunos casos, en la aplicación de una serie de medidas que buscan minimizar las pérdidas de calor del suelo mediante elementos que tratan de reducirlas interponiendo cubiertas como cajones, cestos, entablillados de madera, paja o de otros materiales vegetales, plásticos, etc. o bien produciendo nieblas o humos artificiales en la capa adyacente a la superficie del suelo. En otros casos se trata de reponer el calor perdido por el



suelo mediante la inyección de calor, entre los que se incluyen los métodos de calentamiento y/o remoción del aire, riego por inundación o aspersión.

7.3 Excesiva Precipitación

Una precipitación excesiva, sobre todo prolongada, además de sus efectos mecánicos sobre las plantas y de erosión, altera completamente la aireación del suelo y el régimen térmico del mismo.

7.4 Sequías

Las sequías, fenómenos de gran interés, son consideradas como uno de los enemigos naturales del hombre porque

afectan el desarrollo de las más diversas actividades de la vida de millones de personas.

El término sequía no tiene una definición única a pesar de ser identificado como un período de insuficiente reserva de agua en el suelo debido a una reducción de la precipitación. No es un simple fenómeno atmosférico, es un fenómeno complicado en el que intervienen condiciones meteorológicas (precipitación, temperatura, humedad, vientos, etc.), hidrológicas (contenido de agua en el suelo, en la superficie y capas profundas), agrícolas (estado fenológico de los cultivos) y actividades humanas (cuando el hombre con las actividades



de labranza degrada la vegetación y la estructura del suelo, y trae como consecuencia una perturbación en el balance hídrico).

La aparición de las sequías generalmente ocasiona una serie de daños directos e indirectos a la producción agrícola: los efectos directos causan la reducción de la producción de los cultivos, bajos rendimientos, deterioro de los pastos naturales y cultivados, mortandad en el ganado, erosión del terreno por acción del viento, etc. Los efectos indirectos ocasionados por la sequía son muy complejos y de difícil evaluación; pueden influir en el cambio de la práctica del uso de la tierra, abandono de tierra, migración de la

población, así como en incendios forestales.

El conocimiento de las sequías en intensidad y distribución es importante en ciertos tipos de climas y regiones geográficas donde el factor pluviométrico constituye el fundamento en que reposan sus respectivas economías.

Protección contra las Sequías

Una medida de protección contra las sequías es el desarrollo de estudios de frecuencia, duración, intensidad de ocurrencia de sequías así como la evaluación de la magnitud de daños en los cultivos y pastos a fin de determinar el riesgo al que están sometidos.

Existen métodos agrícolas que pueden ser utilizados en condiciones de sequía; el hecho de dejar oportunamente en barbecho ciertas tierras elimina la cobertura de yerbas, conservando así la humedad del suelo. Otra práctica agrícola es establecer cortinas rompevientos que contribuyen a disminuir de manera muy significativa la evaporación de las zonas protegidas.

7.5 Efectos mecánicos del viento y la precipitación

El viento con altas velocidades no sólo favorece una excesiva evapotranspiración sino también puede proporcionar ruptura de partes de la planta y así dañar partes que intervienen activamente en el rendimiento del cultivo. La precipitación en forma de chubasco también origina los mismos efectos, aún más cuando las plantas no tienen un sistema radicular profundo. La erosión tanto eólica como por precipitación, dependiendo de la cobertura del suelo por las plantas, también altera las características del suelo. La precipitación en forma de granizo, dado el tamaño de los pedriscos y su velocidad de caída, puede dañar las flores, frutos y espigas.

7.6 Enfermedades y Plagas

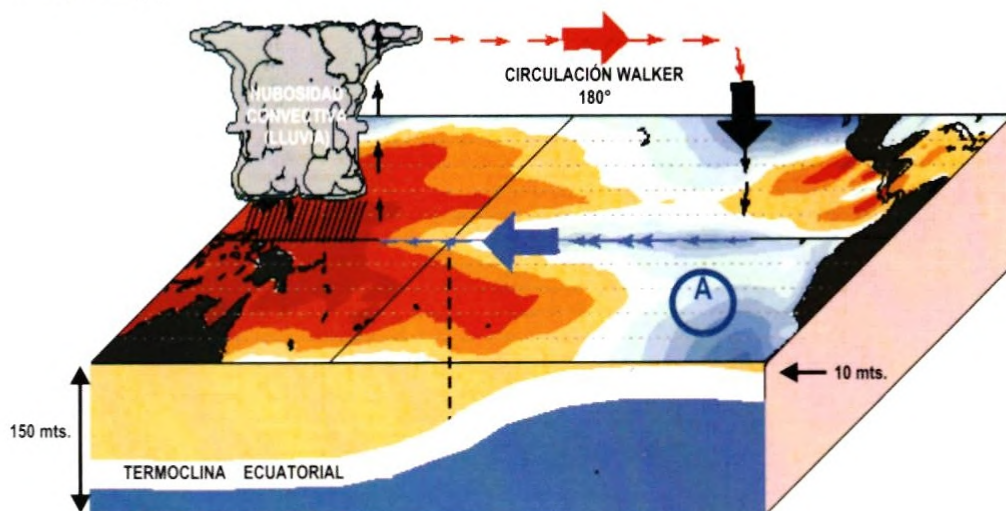
Condiciones desfavorables del tiempo como sequía, bajas temperaturas, alta humedad y excesiva precipitación, contribuyen a la propagación de elementos patógenos.




Asimismo, el tiempo influye en la predisposición de las plantas a ser atacadas por plagas y enfermedades. También entra en la biología de insectos y agentes patógenos, afectando así la naturaleza, cantidad y virulencia de las enfermedades. En casos importantes, la epidemiología de la enfermedad (propagación, transporte por el aire) y su control depende de agentes atmosféricos.

La fase fría

La Niña

Por: Ena Jaimes Espinoza (1)



-  Vientos Ecuatoriales del Este (en superficie)
-  Vientos Ecuatoriales del Oeste (aproximadamente a 8 Km)
-  Centro de Alta Presión intenso

La fase fría del evento ENOS (El Niño Oscilación del Sur), más conocida como "La Niña", viene a ser un enfriamiento anómalo de las aguas superficiales en el Océano Pacífico ecuatorial central y oriental, por lo que se puede decir que "La Niña" es el opuesto de "El Niño". También se le conoce con los nombres de "El Viejo" o

"El Antiniño".

En la fase fría (La Niña) las temperaturas de agua de mar en superficie y en la temporada de invierno en la región central y oriental del Pacífico ecuatorial disminuyen hasta llegar a alrededor de 22,0 a 23,0° C, cuando lo habitual es que tengan

26,0°C. Las aguas frías se extienden por la faja estrecha desde los 10°S hacia el ecuador, es decir desde la costa peruana hasta aproximadamente los 180° de longitud en el Pacífico central.

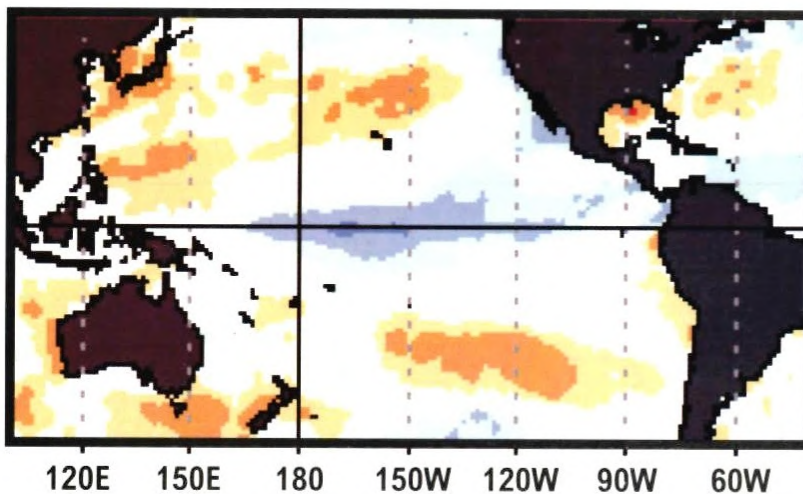
Asimismo, los vientos Alisios son más intensos que lo normal y el Índice de Oscilación del Sur (índice atmosférico

que mide la diferencia de presiones atmosféricas en superficie entre el Pacífico occidental y Pacífico oriental) presenta valores positivos, que indican una intensificación de la presión en el Pacífico central y oriental, en relación con la presión del Pacífico occidental.

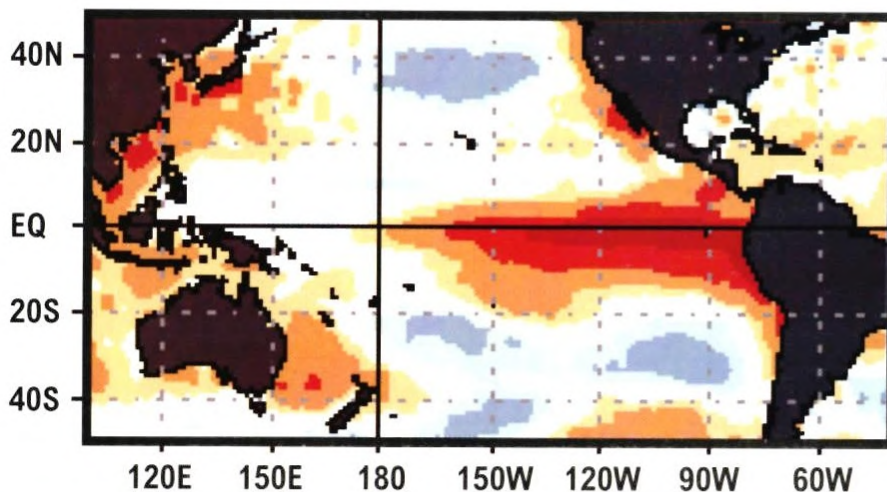
En los últimos quince años hubieron tres ocasiones en que "La Niña" ocurrió después de un Niño. El evento más intenso de "El Niño" (1982/83) fue seguido de un evento débil de "La Niña" (1984/85); "El Niño" (1986/87) de intensidad moderada fue seguido por un fuerte episodio de la "La Niña" (1988/89) y "El Niño" (1991/93), uno de los más extensos, fue seguido por "La Niña" (1995/96). Actualmente se tiene nuevamente "La Niña 98/00" después de un Niño (97/98), catalogado como el más intenso del siglo.

De acuerdo a las observaciones de las características del tiempo y clima de eventos "La Niña" ocurridos en el pasado, se observa que ellos muestran una mayor variabilidad, comparándolo con los eventos "El Niño", los cuales presentan un patrón más consistente.

"LA NIÑA" - 1988/89



"EL NIÑO" - 1997/98



Se puede apreciar la distribución de las anomalías de temperatura de agua de mar en el Pacífico.

El gráfico La Niña 88-89 muestra la disminución de la temperatura superficial del mar (22 a 23°C) ocurridas en junio 88 sobre el Pacífico ecuatorial cuando lo normal es de 23 a 24°C.

El gráfico El Niño 97-98 muestra el incremento significativo de la temperatura superficial del mar (temperaturas de 26 a 27°C) ocurridas en diciembre 97 sobre el Pacífico ecuatorial, cuando lo normal es de 21 a 22°C.

El Niño y La Niña son oscilaciones normales del sistema climático de la tierra que se han venido presentando desde hace millones de años y continuarán presentándose en el futuro.

En "La Niña 1988/89", catalogada como una de las más intensas, el enfriamiento de las aguas superficiales fue muy lento, demoró aproximadamente dos meses para disminuir 3,0°C en el Pacífico central; de 25,0°C a 22,0°C. A mediados de 1998, después de haber sido afectados por el evento "El Niño 1997/98", las aguas cálidas observadas hasta mayo presentaban temperaturas de 28,2°C y descendieron rápidamente a 26,0°C en junio. Este rápido enfriamiento condujo a que algunos modelos pronostiquen la ocurrencia de una "Niña", de intensidad fuerte.

Durante 1999 el proceso de enfriamiento continuó en el Pacífico occidental y central, presentando las máximas anomalías negativas (promedio de 1,5 °C) durante el verano de 1999.

El monitoreo atmosférico-oceánico que realiza en forma permanente el SENAMHI, da como resultado la continuación de la Niña 1998/2000, pero en menor intensidad que los meses anteriores. Desde octubre/99 hasta lo que va de enero/2000, las aguas subsuperficiales con temperaturas menores a su patrón normal (anomalías de -2,0°C) ubicadas entre los 140°W y 120°W, afloraron hacia superficie debido a la intensificación de los vientos ecuatoriales de componente Este, desplazándose hacia la costa oriental de Sudamérica (10°N a 10°S).

(1) Meteoróloga, Directora Climatología de la Dirección General de Meteorología del SENAMHI.

A puertas de un nuevo milenio, el hombre se enfrenta a grandes retos, uno de ellos viene a ser la conservación del medio ambiente y la vida sobre el planeta. Actualmente, tenemos varios problemas que resolver como las sequías, desertificación, el calentamiento global y la contaminación atmosférica entre otros resultados de la actividad del hombre que poco a poco han ido impactando sobre todas las formas de vida en el planeta.

SENAMHI: Monitoreando la Capa de Ozono en el Perú

Por: Centro de Investigación y Desarrollo del SENAMHI

La atmósfera y sus múltiples cambios han fascinado a hombres y mujeres desde que el ser humano habitó esta tierra. Su estudio tuvo un papel integral en la evolución de la filosofía de la naturaleza, de la cual florecieron todas nuestras ciencias actuales. Los desarrollos científicos y tecnológicos de las últimas décadas, no disponibles para los precursores en los pasados milenios, han brindado teorías y herramientas que ahora nos permiten desarrollar conocimientos significativos de los diversos procesos que afectan la composición de nuestra atmósfera.

Precisamente, el tema que hoy nos ocupa es el cambio observado en la concentración de Ozono en la atmósfera, especialmente en la Estratósfera,

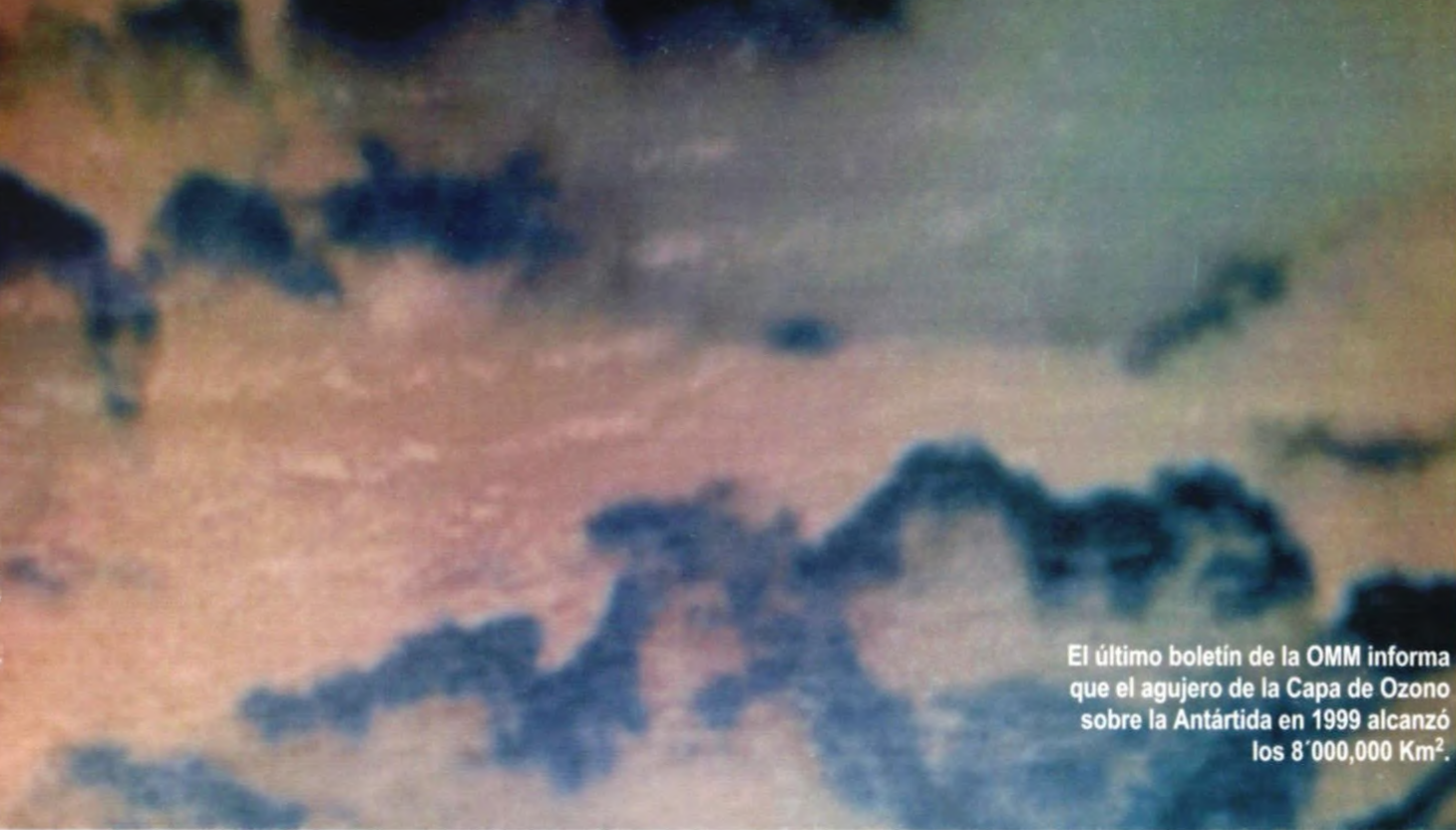
donde se encuentra la denominada "Capa de Ozono" que es la región comprendida entre los 15 y 35 km de altura y donde se encuentra la mayor cantidad de ozono que sirve como un escudo protector de los nocivos rayos ultravioleta provenientes del sol.

Este cambio mencionado es el que da origen al llamado "Agujero de Ozono" que no es otra cosa que una disminución alarmante del contenido de ozono en los altos niveles de la atmósfera, especialmente en las zonas polares y con mayor agudización en la Antártica. Pero qué es el Ozono y por qué su preocupante disminución?

El Ozono es un gas atmosférico traza, es decir, un gas cuyo contenido en la at-

mósfera es muy pequeño, inferior a una parte por millón con respecto a otros gases componentes; tiene una estructura molecular conformada por tres átomos de oxígeno (O₃) en lugar de la estructura normal del oxígeno (O₂) y se forma por la acción de la radiación ultravioleta solar. En rigor, no existe un "agujero" de ozono. En forma estacional, entre los meses de agosto y noviembre, se viene observando desde comienzos del decenio de 1970 una región con valores en la concentración de ozono notablemente bajos, con una zona estrecha que los delimita y con importantes diferencias de esos valores con su entorno, el cual muestra una mayor concentración del gas.

Los sistemas de "mapeo" satelital del



El último boletín de la OMM informa que el agujero de la Capa de Ozono sobre la Antártida en 1999 alcanzó los 8'000,000 Km².



ozono que funcionan en base a sensores instalados en satélites, muestran su configuración circular u ovoidal de donde surgió su asociación con un agujero a través del cual incide con menor atenuación la radiación ultravioleta en las bandas que filtra el ozono. El "agujero de ozono" ha evolucionado desde su detección, mostrando una mayor destrucción del gas y una mayor extensión en cada episodio anual, llegando a abarcar una superficie de 22 millones de km cuadrados, aunque siempre limitando su duración a la primavera austral.

Los estudios que describen la formación del "agujero de ozono" sobre los polos, especialmente en la región antártica, atribuyen su presencia a la



Estación para la vigilancia de la atmósfera GLOBAL-VAG (MARCAPOMACOCHA) junto a la laguna del mismo nombre.



Estación VAG-MARCAPOMACOCHA, a 4550 msnm, en la sierra central

acción conjunta de tres factores principales: la circulación y dinámica atmosférica, la acción del hombre y las nubes estratosféricas polares (NEP). El primero origina que las corrientes de circulación del aire en la estratósfera baja y media, especialmente en el verano del hemisferio norte (invierno del hemisferio sur), permitan el ascenso de las masas de aire ricas en contaminantes (CFC) y su transporte de norte a sur, descendiendo sobre las regiones antárticas. A su vez, durante el invierno austral, se observa la formación de un vórtice, zona donde los vientos imprimen al aire un recorrido casi circular o en espiral, que aísla el aire de su interior e impide la mezcla con el aire de su entorno.

Dentro del vórtice y con la llegada de la luz solar durante la primavera, es donde tienen lugar los complejos procesos fotoquímicos que determinan la drástica disminución del contenido de ozono. El "agujero" debe su formación, entonces, al vórtice estratosférico polar y su movimiento oscilante casi circumpolar obedece a los desplazamientos del mismo. Por otra parte, la destrucción del vórtice que sucede hacia fines de noviembre de cada año coincide también con la finalización del

episodio anual. Esto tiene lugar cuando se hace posible la mezcla del aire empobrecido de ozono del interior con el aire rico en ese gas, del entorno cercano.

El aspecto antropogénico, es decir la acción del hombre, es posiblemente uno de los principales factores que han originado el agotamiento del ozono estratosférico. Las grandes emisiones de cloro y bromo a la atmósfera, producto del desarrollo industrial, han ido disminuyendo sistemáticamente la concentración del ozono con las consecuencias que estamos afrontando. Los clorofluorocarbonos, más conocidos como CFC, se sintetizaron hace unos setenta años y su comercialización comenzó poco después, en primer lugar como refrigerantes y después como gases propulsores en los aerosoles. La producción anual aumentó a partir de los años 1950 alcanzando las cien mil toneladas por año a mediados de la década siguiente.

Los CFC poseen una capacidad de supervivencia en la atmósfera de 50 a 100 años. Con el correr de los años alcanza la estratósfera, donde son disociados por la radiación ultravioleta, liberando el cloro de su composición y

dando el comienzo al proceso de destrucción del ozono; el cloro liberado de la molécula de CFC permanece libre y empieza la destrucción de este gas al formar monóxido de cloro, "arrancando" una molécula de oxígeno al ozono, de forma tal que una sola molécula de cloro puede destruir más de cien mil moléculas de ozono.

Sabemos también que el bromo procedente de los halones usados en dispositivos para apagar el fuego (extintores), puede ser liberado a la atmósfera, tal vez con mayor efecto destructivo del ozono. Movidas por las corrientes de aire, estas sustancias liberadas durante los pasados setenta años seguirán siendo una amenaza para la capa de ozono en las décadas por venir.

Las nubes estratosféricas polares (NEP) se presentan en la región antártica durante el invierno austral. Son nubes de gran altitud, del orden de los 20 km de gran belleza y aspecto nacarado cuya constitución es de hielo puro y en otros casos su componente principal es el ácido nítrico. Los cambios químicos que ocurren en la superficie de las partículas minúsculas que componen las nubes, permiten que las reacciones

incontrolables que reducen el ozono sucedan en la luz solar a comienzos de primavera. Aunque en el Ártico las nubes se forman con menor facilidad, dichas reacciones pueden además suceder en ellas. Adicionalmente se sabe que las erupciones volcánicas contribuyen al agotamiento del ozono, si bien el ácido sulfúrico no posee una acción directa sobre el ozono estratosférico, concentra su actividad en reacciones heterogéneas con otras sustancias que aceleran los procesos de destrucción. Durante el mes de junio de 1991, el volcán Pinatubo en Filipinas rompió su silencio entrando en erupción, luego de 635 años de inactividad.

Esta erupción de singular magnitud durante sus tres días de duración, inyectó a la atmósfera alrededor de 15 a 30 millones de toneladas de dióxido de azufre (SO₂) que se convirtió en ácido sulfúrico, consecuentemente, esta mayor disponibilidad de moléculas de ácido sulfúrico determinó en las nubes estratosféricas polares la mayor eliminación de ácido nítrico y, por consiguiente, una mayor disponibilidad de cloro en condiciones de destruir el ozono.

Si bien el "agujero de ozono" antártico ha sido el primero en descubrirse y tal vez el primero en presentarse, los científicos han detectado en las cercanías del polo norte zonas con significativas disminuciones del ozono en la primavera de ese hemisferio.

Se han medido también concentraciones de cloro y bromo, procedentes de los clorofluorocarbonos y halones, dándose entonces todas las condiciones necesarias para la aparición e intensificación de un "agujero". Los valores medidos durante los primeros años de la presente década en los países nórdicos así como en Europa central y oriental fueron del orden de 12% de disminución en promedio, con respecto a los anteriores registros. Esta cifra es la más baja observada desde que se creó el Sistema Mundial de Observación del Ozono, es decir en 35 años. Las diferentes características geográficas del Artico respecto al continente antártico hacen que el fenómeno revista un particular interés; recordemos que

Antártida es un continente rodeado por mares, mientras que en el norte existen áreas densamente pobladas, con un riesgo directo para la población humana.

Hemos revisado muy sucintamente la problemática del agotamiento del ozono y sus causas principales, pero es necesario conocer también cuales son sus efectos. El agotamiento del ozono permite el aumento de la radiación ultravioleta biológicamente nociva que llega a la superficie de la tierra. Esto conduce a una variedad de efectos adversos, incluso un incremento en la incidencia de cáncer de piel. Según las investigaciones, de no haberse adoptado el Protocolo de Montreal con sus respectivas enmiendas de Londres y Copenhague, se habría producido un aumento espectacular del cáncer de piel en el próximo siglo.

La radiación ultravioleta tipo B (UV-B), que aumenta con el agotamiento de ozono no penetra muy profundamente en el cuerpo: la mayoría es absorbida por la epidermis, las capas superficiales del tejido de la piel, no obstante también existen efectos sistémicos que comienzan con una reacción primaria sobre las capas superficiales pero tienen consecuencias en todo el organismo. En cuanto a la energía radiante, la luz solar que llega a nosotros sobre la tierra sólo contiene 0,5% de radiación UV-B pero esta pequeña fracción es responsable de la mayoría de los efectos de la luz solar sobre el cuerpo. Es la principal causa de los eritemas solares y del bronceado, así como de la ceguera causada por la nieve; es probablemente uno de los factores que ocasionan la inducción de cataratas y ejerce influencias negativas en el sistema inmunológico, contribuye en forma significativa al envejecimiento de la piel y los ojos y es la gama de UV más efectiva en causar cáncer de piel.

La disminución adicional del ozono podría tener consecuencias nocivas considerables, no sólo en los seres humanos sino en otras formas de vida y en la química de la baja atmósfera o tropósfera. Las cosechas y los ecosistemas acuáticos, incluyendo el plancton del océano, podrían dañarse con consecuencias aún imprevisibles.

Además, el fitoplancton marino representa un sumidero importante para el CO₂ y cualquier efecto de la UV-B sobre él podría tener un papel importante en las tendencias futuras del CO₂ y, consiguientemente, sobre el clima. Actualmente, a partir de las investigaciones y mediciones realizadas es posible establecer una buena correlación inversa entre la intensidad de la radiación UV-B y la cantidad total de ozono.

En un boletín emitido por la OMM se informa que el agujero de la Capa de Ozono sobre la Antártida el año 99 es inferior al registrado en 1998, pero aún así su tamaño alcanza los ocho millones de kilómetros cuadrados, lo que supone dos veces la extensión de Europa.

Asimismo, que durante los diez últimos días de agosto '99, la reducción de la capa de ozono fue del 23 por ciento en





Especialistas realizando mediciones de Ozono en el Espectrofotómetro DOBSON en la Estación MARCAPOMACOCHA.

relación con los valores registrados a comienzos de la década de los setenta. Se espera que continúe todavía la destrucción de la capa de ozono, pues el proceso se acelera entre finales de setiembre y comienzos de octubre, lapso en el que se registran las temperaturas más bajas en la estratósfera.

Se prevé también que la reducción de la capa de ozono que protege a la tierra de los rayos ultravioleta siga produciéndose en los próximos años debido a la concentración en las capas altas de la atmósfera de los clorofluorocarbonos (CFC), denominados gases de efecto invernadero. Sin embargo, el tamaño del agujero sobre la Antártida en 1999 fue menor que el registrado en 1989, cuando se registraron los más bajos niveles del ozono y el orificio creció hasta los 16 millones de kilómetros

cuadrados, doce veces más grande que el área de nuestro territorio.

La OMM considera que en las condiciones actuales, no será posible que los niveles de ozono se recuperen hasta mediados del siglo próximo, aunque este plazo depende tanto de factores atmosféricos como del nivel de expulsión de los clorofluorocarbonos, dañinos para esta capa.

Una de los condicionamientos principales para estabilizar y recuperar los niveles de ozono en la atmósfera terrestre es la reducción y eliminación de la emisión de gases de efecto invernadero.

Ante toda esta problemática, era de esperarse una acción conjunta a escala mundial para frenar esta acelerada destrucción de uno de los principales

responsables de la conservación de la vida sobre el planeta: la Capa de Ozono. Hace doce años, la comunidad internacional hizo un pacto con el futuro.

El mundo nunca había presenciado un tratado como el de Montreal que sigue siendo un modelo a seguir de valor y esmero de los más altos niveles políticos y el fruto de un auténtico esfuerzo de colaboración mundial. Las gestiones mundiales para proteger la capa de ozono comenzaron decididamente a finales de 1981. El primer paso importante se dio con la firma, en marzo de 1985, del Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono. Este hecho sirvió de marco para las actividades coordinadas, entre ellas el intercambio de información. Sin embargo, en aquel momento no se llegó a un acuerdo sobre las medidas específicas de control. Posteriormente el 16



de setiembre de 1987 se firma el Protocolo de Montreal, que marcaría el comienzo de una sucesión de logros notables.

El Protocolo de Montreal aceleró la evolución del concepto de desarrollo sostenible al establecer los vínculos entre el medio ambiente y el desarrollo con debida consideración para las generaciones futuras. Contiene un exhaustivo catálogo para suspender la producción y el consumo, así como medidas de control en la fabricación, exportación e importación de productos químicos que agotan la capa de ozono. Los países miembros del Protocolo también establecieron grupos de expertos sobre aspectos científicos, efectos ambientales y evaluaciones técnicas y económicas. El año de 1999 tiene una connotación especial, ya que a partir del 1 de julio ha empezado la

etapa denominada de "congelación", es decir que el límite máximo de consumo de CFC entre esta fecha y el 1 de julio del año 2000 sería el promedio del consumo entre 1995 y 1997 para los países en desarrollo, como en el caso del Perú.

El Protocolo de Montreal fue un comienzo histórico, pero sólo eso: un comienzo. Mientras nos felicitamos por el décimo segundo aniversario de su suscripción, debemos asegurarnos que todas las personas que poblamos este planeta seamos conscientes de la situación y colaboremos decididamente a su cumplimiento desde nuestros respectivos ámbitos de acción.

Habiéndose instaurado por la Naciones Unidas el 16 de setiembre como el **Día Internacional de la Protección de la Capa de Ozono** se hace un llamado a toda la población a colaborar con los esfuerzos que vienen realizando las instituciones públicas y privadas en la investigación y estudio de este problema de carácter mundial, así como en la ejecución de los compromisos contraídos por el Perú en el marco del Protocolo de Montreal, esfuerzos que estamos seguros serán gratamente recompensados con el agradecimiento de la futuras generaciones de peruanos, y de seres humanos en general.

Monitoreo de la Capa de Ozono en el Perú

Desde las últimas actividades de medición de Ozono que se realizaron en el Perú en 1988 en el observatorio de Huancayo -suspendidas por el accionar terrorista- y por la preocupación del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), a partir del año 1993 se retomaron las actividades para la reinstalación del **Observatorio de Vigilancia Atmosférica Global (VAG)**.

Para dicho propósito se hizo la selección del lugar apropiado luego de una intensa búsqueda en el interior del país, sobre la base de los criterios técnicos emitidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), siendo escogida la localidad de MARCAPOMACocha, en la provincia de Yauli, Departamento de Junín; ubicado a 107 km al NE de Lima, en las coordenadas 11° 24' 03" Latitud Sur 76° 19' 26" Longitud Oeste y a una altitud de 4,550 metros.

Mientras tanto, se fueron desarrollando actividades complementarias para que fuera posible la reinstalación y puesta en operación el observatorio VAG, entre ellas la asistencia del personal de SENAMHI a diversos eventos internacionales, así como a la intercomparación del Espectrofotómetro DOBSON en Izaña (España) en junio de 1994 y en Buenos Aires (Argentina) en diciembre de 1999.

A partir de enero de 1999, el SENAMHI inicia con algunas calibraciones preliminares para poner en funcionamiento el Espectrofotómetro de Dobson, instrumento que trabaja con ciertas características especiales en el análisis de las diferentes longitudes de onda que tiene el espectro solar. Para el caso del Ozono, el instrumento trabaja con los colores violeta, añil y azul (cuya frecuencia en Hertz va desde los $7,5 \times 10^{14}$).

El Espectrofotómetro DOBSON mide electrónicamente la cantidad de Ozono mediante un conjunto de prismas, lentes y espejos, determinándose en unidades Dobson la cantidad de Ozono que existe sobre el territorio.

Los datos obtenidos en el Perú serán remitidos a la Argentina (Buenos Aires) y a la NOAA (Boulder EE.UU) para su contrastación correspondiente.

En 1999, se instalaron los equipos de radiación solar global y difusa (piranómetros) y un pirheliómetro patrón, con la finalidad de establecerse el Laboratorio Nacional de Radiación Solar, el cual estará al servicio de la comunidad científica.

También se instaló una estación meteorológica que cuenta con instrumental de evaporación, de su temperatura mínima, máxima, humedad relativa, velocidad del viento y presión, asimismo, se viene evaluando el pH de la precipitación.



Evaluación de Recursos Hídricos

Base Fundamental para la Gestión de Recursos Hídricos

Por: Gladys I. Chamorro De Rodríguez (*)

DISPONIBILIDAD DEL AGUA DULCE

Los recursos hídricos disponibles en el mundo, es decir, el **agua dulce** accesible para el consumo representa una mínima fracción del total de agua de la tierra (0,26%). Estos se encuentran en lagos, embalses, ríos, suelo y acuíferos pocos profundos alimentados por la precipitación y por el agua de deshielos de los glaciares en algunas zonas, rocío y goteo de niebla en otras.

Presión sobre los recursos hídricos

De acuerdo a las proyecciones de la Organización de Naciones Unidas, ONU, en el año 2000 seremos más de 6 mil millones de habitantes, teniéndose el mayor crecimiento en los países pobres con 78 millones de habitantes por año.

En el caso del Perú, en el año 2015, según cifras del Banco Mundial, seremos 32 millones de habitantes. Ante esta situación se ha admitido que

los recursos hídricos seguirán disminuyendo en cantidad y calidad como producto de las presiones impuestas por el hombre y por los impactos de la variación del clima.

Evaluación de los recursos hídricos

Es urgente la necesidad de que los gobiernos y entidades públicas tomen acciones concretas a fin de evitar la crisis relacionada con el agua y conseguir el ideal: "el desarrollo sostenible", es decir un desarrollo solidario con las generaciones actuales y futuras, por lo que es preciso gestionar, proteger y conservar los recursos hídricos.

La evaluación de los recursos hídricos es la base de esa gestión sostenible, y se refiere a la determinación de la cantidad y calidad; sin esta evaluación no se puede planificar, proyectar, ejecutar obras hidráulicas, ni hacer frente a las inundaciones, sequías y conservación



Estación Hidrológica de CHARCANI-AREQUIPA (1993)

de los ecosistemas.

Estrategia del SENAMHI sobre los recursos hídricos

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI, consciente del rol que desempeña en el Perú como organismo rector de la Meteorología e Hidrología, viene elaborando planes concretos y proyectándose para aplicar estrategias que pueden contribuir a las actividades de evaluación de los recursos hídricos en el Perú.

En tal sentido, el SENAMHI tiene instalado y opera la red nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas y actualmente se encuentra instalando estaciones automáticas que nos permitirá seguir fortaleciendo la base de datos con información confiable. Estas mediciones constituyen la base de la evaluación de recursos hídricos.

Asimismo, el SENAMHI está desarrollando actividades con la Organización Meteorológica Mundial-

OMM para reforzar su Programa de Hidrología y Recursos Hídricos. Igualmente, lo viene haciendo con el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO quien tiene la finalidad de promover la gestión del agua y reforzar las capacidades para resolver los problemas del agua a nivel nacional y regional.

(*) Directora de la Oficina de Mantenimiento de la Red Nacional del SENAMHI

Vigilancia de la Atmósfera Global

La Vigilancia Atmosférica Global-VAG, es un sistema de alerta temprana que detecta cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero, así como modificaciones en la capa de ozono, acidez y toxicidad de las lluvias y carga de aerosoles.

Por. Centro de Investigación y Desarrollo del SENAMHI

Comprende el Sistema Mundial de Observación del Ozono (SMO03) y la Red de Control de la Contaminación General Atmosférica (BAPMON).

Por qué la necesitamos?

Para saber cómo los contaminantes se acumulan y viajan en la atmósfera, modificando su composición y balance radiactivo, provocando cambios en el clima de la Tierra.

Para detectar el agotamiento del ozono estratosférico, el aumento del ozono troposférico, las concentraciones de CO₂ y CH₄, así como la lluvia ácida, entre otros factores, que son cambios que han sido registrados por 160 países miembros de la OMM.

Objetivos de la VAG a largo plazo

Los principales objetivos de las actividades de vigilancia e investigación de la contaminación del medio ambiente, realizadas por la OMM e incorporadas en el sistema de la VAG son:

- Proporcionar información y asesoramiento científicos autorizados sobre la composición y el comportamiento de la atmósfera global y de los factores que los afectan, contribuyendo así al cumplimiento de la responsabilidad que incumbe a la OMM.

- Establecer y coordinar un sistema operativo para determinar niveles globales y regionales y tendencias a largo plazo de constituyentes atmosféricos naturales y antropogénicos (incluidos los que pueden influir sobre el clima), con el fin de predecir los futuros estados del medio ambiente y los esfuerzos a que éste será sometido, de modo que los gobiernos puedan tomar disposiciones inmediatas para reducir la contaminación.

- Fomentar la comprensión de la química y la física del medio ambiente y de los constituyentes atmosféricos relacionados con el clima, así como de sus propiedades y la de los ciclos de los gases de efecto invernadero en el sistema de la Tierra; y aplicar estos conocimientos en los campos de la meteorología y la climatología, especialmente por medio de modelos atmosféricos.

- Promover estudios de interacción de la atmósfera con la biósfera marina y terrestre.

- Hacer posible que la Organización Meteorológica Mundial cumpla con la responsabilidad que le incumbe de dirección y orientación de actividades internacionales encaminadas a la protección y gestión

del medio ambiente atmosférico.

Organización del Programa

El programa comprende los siguientes sectores:

- Sistema Mundial de Observación del Ozono (SMO03), incluidos los compuestos relacionados con el ozono.

- Control global de la composición de la atmósfera general, incluida la red BAPMON.

- Dispersión, transporte, transformación química y depósito de contaminantes atmosféricos sobre la tierra y mar en diferentes escalas temporales y espaciales.

- Intercambio de contaminantes entre la atmósfera y otras partes del medio ambiente y vigilancia integrada.

Situación actual

- Como ya se mencionó, el Programa VAG se estableció en junio de 1989 por la OMM para la vigilancia e investigación de la atmósfera.

- El SMO03 es la única red en el mundo que da información sobre la totalidad del ozono, su distribución vertical y sus cambios a largo plazo. Constituye la base para las



- evaluaciones y las investigaciones en esta materia.
- Se espera que la VAG comprenda aproximadamente 30 estaciones de tipo observatorio de importancia mundial y hasta 300 estaciones regionales.

Observatorio

- Lugar apartado
- Mediciones completas de interés para el cambio climático.
- Cambios en el ozono
- Otras cuestiones medioambientales de importancia mundial.

Estaciones Regionales

- Zonas rurales
- Programa flexible de medición de problemas regionales (lluvia ácida, deterioro de ecosistemas, contaminación del aire, lejos de concentraciones urbanas).
- Existen 15 estaciones tipo observatorio ya instaladas y 130 estaciones en más de 60 países que hacen mediciones continuas del ozono atmosférico.
- "Centros Mundiales de Datos" para la recopilación de datos sobre el ozono, radiación, turbidez, composición química de las precipitaciones, gases de efecto invernadero y otros gases troposféricos.

sición química de las precipitaciones, gases de efecto invernadero y otros gases troposféricos.

Objetivos y planes concretos al 2001 para el SMOO3

Los objetivos concretos en el marco de la Vigilancia de la Atmósfera Global son los siguientes:

- Mejorar la precisión de las mediciones del ozono y gases vestigiales realizadas con instrumentos emplazados tanto en el espacio como en tierra, promoviendo mediciones concurrentes de ozono, aerosol, NOx y sustancias precursoras, y tomar disposiciones para que los institutos especializados realicen comparaciones regulares en el plano internacional.
- Fomentar una re-evaluación completa de los antiguos registros de datos del ozono sobre la base de calibraciones de los instrumentos, cooperar y ayudar al desarrollo de series de datos fiables que abarquen largos períodos de tiempo sobre el ozono global y compuestos conexos, con miras a la determinación de tendencias.
- Facilitar el acceso a los datos y su intercambio, y crear medios de comunicación de datos en tiempo casi real, lo que permitirá avisar inmediatamente sobre los cambios observados en el ozono.

- Preparar evaluaciones científicas del estado de la capa de ozono, incluidos los campos que ésta experimenta a intervalos regulares.

- Promover en el plano nacional, la realización de actividades de investigación en los sectores de interés de las mediciones en condiciones reales, las mediciones en laboratorio y estudios numéricos y teóricos.

- Ayudar a profundizar las investigaciones sobre la relación entre la composición química de la atmósfera y el clima.

Observatorio VAG-MARCA-POMACCOCHA

Antecedentes

- El proyecto es asumido por el SENAMHI a partir de marzo de 1995 debido a solicitud de la OMM.



El equipo Espectrofotómetro DOBSON fue calibrado en Izaña, Tenerife (España) en noviembre de 1994 y remitido al Perú posteriormente.

- Se hizo la selección del lugar apropiado, luego de una intensa búsqueda en el interior del país, en base a los criterios técnicos emitidos por la OMM.
- Se retomarán las mediciones de ozono atmosférico total.

Objetivos

- Desarrollar la participación activa del Perú en el Programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) mediante la implementación de estaciones y actividades concurrentes a este importante Programa de la OMM.
- Construcción e implementación de una Estación VAG en la región andina apta para ser ampliada en sucesivas etapas de provisión de personal e instrumental.
- Desarrollo de capacidades locales para la medición, análisis e investigación de los distintos aspectos del cambio climático global, sus impactos, así como asesoramiento adecuado para la adopción de estrategias nacionales de respuesta.

Fundamentación

Elevada sensibilidad del territorio nacional a ciertos aspectos de la variabilidad climática.

- Presencia del Fenómeno "El Niño" y regiones de ecosistemas frágiles.
- Disminución del ozono estratosférico / aumento de radiación UV.
- Falta de información a nivel de Sudamérica.

Mediciones en una Estación VAG

- Estación VAG más alta del mundo (4550 msnm.).

De acuerdo a lo previsto por la OMM, el Observatorio VAG de Marcapomacocha estará en condiciones de realizar la medición y control continuo de:

- Gases de efecto invernadero (CO₂, O₃, CFS, CH₄, NO₂, etc)
- Radiación solar (UV-B, Turbiedad Atmosférica, etc)
- Aerosol atmosférico y otras partículas en suspensión.
- Composición química del aire y la precipitación (PH, conductividad, SO₂, Nox, CO, etc).
- Radionucleidos (Rn, Kr, C, O H-

Isótopos)

- Parámetros meteorológicos

Instrumental de una Estación VAG

Para realizar esto en un corto plazo se deberá equipar con el siguiente instrumental:

- Colector de muestras de CO₂, CO, CH₄, CFCs
- Analizador de Co₂
- Cromatógrafo de gases (para Ch₄)
- Espectrofotómetro para ozono total
- Pirheliómetro, Piranómetro, Pirgeómetro
- Sensor UV-B
- Solfotómetro
- Muestreador de aerosoles
- Colector automático de precipitación
- Estación Meteorológica Automática
- PH-metro
- Sistema automático de adquisición de datos.

SENAMHI

y su Oficina de Servicio al Cliente

Por: Manuel Valverde Bocanegra (1)

El recurso climático y la disponibilidad de agua, con sus alteraciones que son cada vez más frecuentes, vienen siendo factores limitantes en los sistemas productivos, vulnerando de manera significativa las actividades socio-económicas, en especial la calidad de vida, con impactos de serias consideraciones.

Estos factores, señalados muy escuetamente, han contribuido a que los usuarios sean cada vez más exigentes en los requerimientos de información precisa y confiable, igualmente en la prestación de servicios meteorológicos, hidrológicos y ambientales, con la calidad que ameritan los fines de los diferentes organismos y entidades, que son muy diversos en el país.

El SENAMHI, se encuentra actualmente abocado en atender estas

demandas de los usuarios y público en general, las cuales por cierto- muestran un notable crecimiento y que además se estima irá en mayor incremento en los próximos años, con las consecuentes exigencias del caso.

En este contexto, dentro de la reestructuración interna, especialmente en lo que se refiere a las capacidades de producción y prestación de servicios, es que se ha creado y puesto en funcionamiento la Oficina de Servicios al Cliente con el fin de orientar y promover el uso eficiente de la información meteorológica e hidrológica en beneficio de la sociedad y del país, igualmente ampliar las prestaciones de servicios con la calidad respectiva de acuerdo a las necesidades del usuario. La prestación de servicios está orientada a los siguientes sectores: Agricultura, Transporte y comunicaciones,

Energía y Minas, Construcción y obras de ingeniería, Seguros, Industrias, Pesquería, Comercio, Salud, Turismo, Educación e Investigación, entre otros.

El SENAMHI también mantiene los medios que garantizan la protección de vidas humanas, infraestructuras físicas y bienes de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos adversos, que pueden ocasionar daños e impactos de consideración e igualmente los que se requieran para apoyo de la seguridad ciudadana, defensa nacional con los estudios, pronósticos y alertas climáticas oportunas que son proporcionados a los organismos competentes del gobierno y la difusión masiva con los medios de comunicación, cumpliendo con el país en su rol de servicio público.

(1) Meteorólogo, Director de la Oficina de Servicio al Cliente del SENAMHI

SEDE CENTRAL DEL SENAMHI

Oficina de Servicios al Cliente





Celebración por el 31° ANIVERSARIO del SENAMHI

El día 25 de marzo, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI cumplió 31 años de ininterrumpida labor como ente rector de las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y medioambientales en el Perú.

Paralelamente a su día institucional, el SENAMHI también celebró el 50° Aniversario de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo internacional del cual nuestro país es miembro, siendo su fecha conmemorativa el 23 de marzo, a la que se ha instituido como Día Meteorológico Mundial.

El evento central de nuestro aniversario fue la Ceremonia que se llevó a cabo el día 23 del presente en las instalaciones del Hotel Los Delfines, presidida por nuestro Jefe Institucional, Mayor General FAP Germán Rojas Barrantes, y donde contamos con la presencia del Sr. Edelberto Rousseau, Jefe del Programa de Cooperación Técnica de la OMM para América del Sur, así como de altas autoridades y jefes institucionales.

La Ceremonia se inició con el discurso del Sr. Rousseau, quien resaltó la importancia que tiene la información meteorológica para la prevención de desastres naturales en todo el mundo, así como la necesidad de un apoyo permanente de los Estados Unidos para los servicios meteorológicos nacionales. Cabe señalar todos los presentes vieron los mensajes de saludo por el Día Meteorológico Mundial enviados por el Secretario General de la ONU, Kofi Anan, así como del propio Secretario General de la OMM, Godwin Obasi.

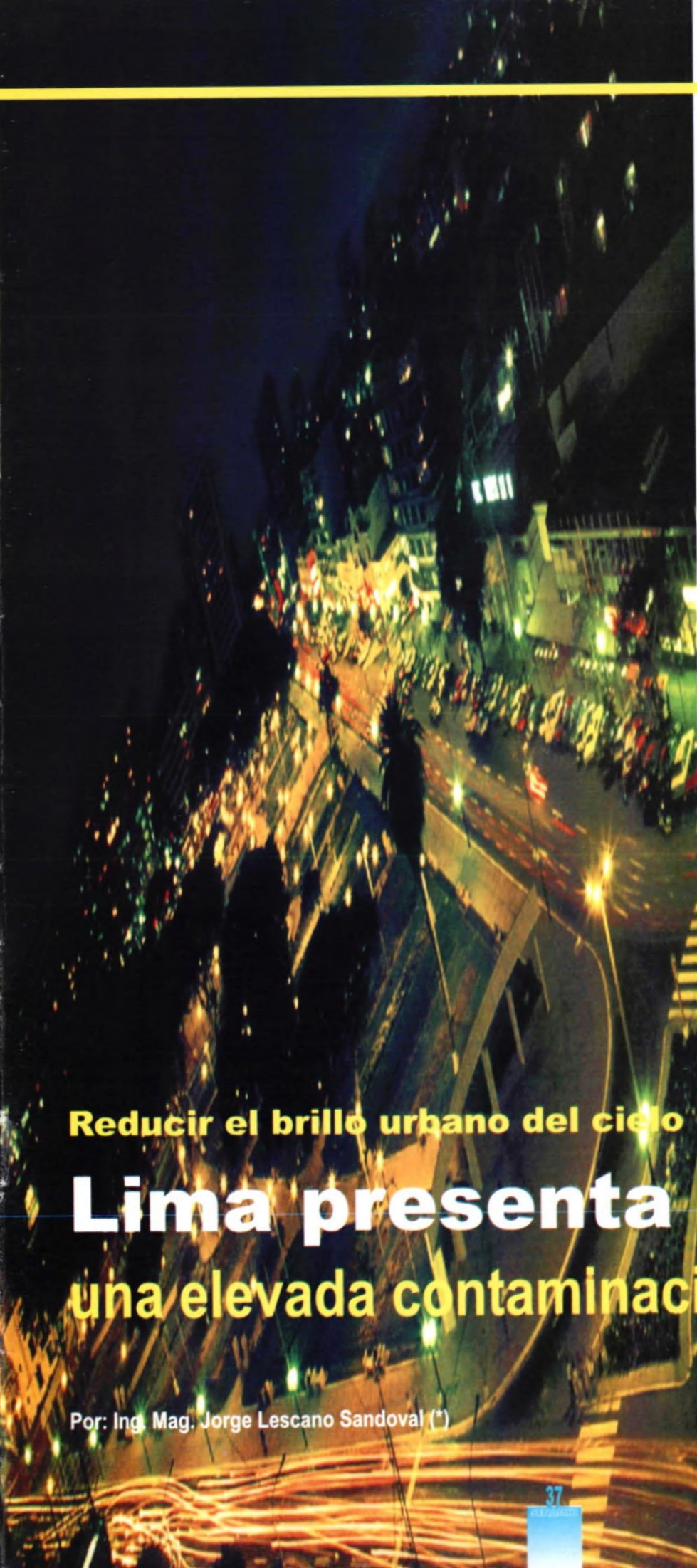
A su turno, el Mayor General FAP Germán Rojas remarcó la excelente oportunidad que significó esta Ceremonia para hacer un balance de los últimos doce meses en la labor técnico-científica del Servicio como contribución al desarrollo del Perú. Luego de agradecer el permanente apoyo que recibimos de la OMM, el Jefe del SENAMHI señaló que el estudio del Fenómeno El Niño sigue siendo la actividad principal del programa de vigilancia hidrometeorológica que realiza este Servicio, mencionando también la finalidad del Proyecto "Mejoramiento de la Capacidad de Pronóstico y Evaluación del Fenómeno El Niño para la Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú", financiado por el Banco Mundial.

Tras anunciar que el Servicio se encuentra dentro de un proceso de modernización tanto técnica y científica como administrativa, El Mayor General Rojas detalló los principales logros alcanzados durante 1999, como el Acuerdo de Cooperación con nuestro similar ecuatoriano, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - Inamhi, y las gestiones del SENAMHI ante importantes instituciones de cooperación técnica del Japón para un proyecto binacional orientado a prevenir desastres hidrometeorológicos en la zona de frontera.

Así mismo, reiteró el apoyo sostenido que ofrece el SENAMHI a los Consejos Transitorios de Administración Regional y a los Consejos Municipales en todo el territorio, así como a la conservación de las áreas protegidas, a través de la firma del Convenio con ProManu para el aprovechamiento sostenible del Parque Nacional de esta zona del país. El Jefe del SENAMHI añadió que nuestra contribución se extiende también al desarrollo de prestación de servicio con el Ministerio de Energía y Minas para elaborar mapas climáticos de radiación solar a nivel nacional y un atlas de energía solar, para un efectivo y mejor aprovechamiento de este tipo de energía.

En otro momento de su discurso, el Mayor General Rojas afirmó que el SENAMHI ha procedido a adecuar su estructura orgánica y laboral, propósito que se plasmó en la Ley de Cambio del Régimen Laboral que hará posible que contemos con mayor personal científico y administrativo calificado e idóneo para el óptimo desarrollo de nuestras actividades. También afirmó que todo cambio que se consiga en nuestra modernización se extiende a las 13 Direcciones Regionales del SENAMHI ubicadas en todo el territorio nacional, a fin de brindar un mejor servicio local y tener una mayor participación en las provincias y departamentos donde les corresponda actuar.

Finalmente, nuestro Jefe Institucional anunció que el SENAMHI ha abierto sus puertas al empresariado privado nacional, poniendo a disposición de este sector toda la información y herramientas para que las empresas, las industrias y el comercio en general optimicen sus productos y servicios, todo ello basado en el uso adecuado de la información hidrometeorológica y de la asesoría y asistencia técnica profesional especializada de este Servicio, para lo cual contamos con los recursos humanos, tecnológicos y científicos idóneos.



Reducir el brillo urbano del cielo

Lima presenta

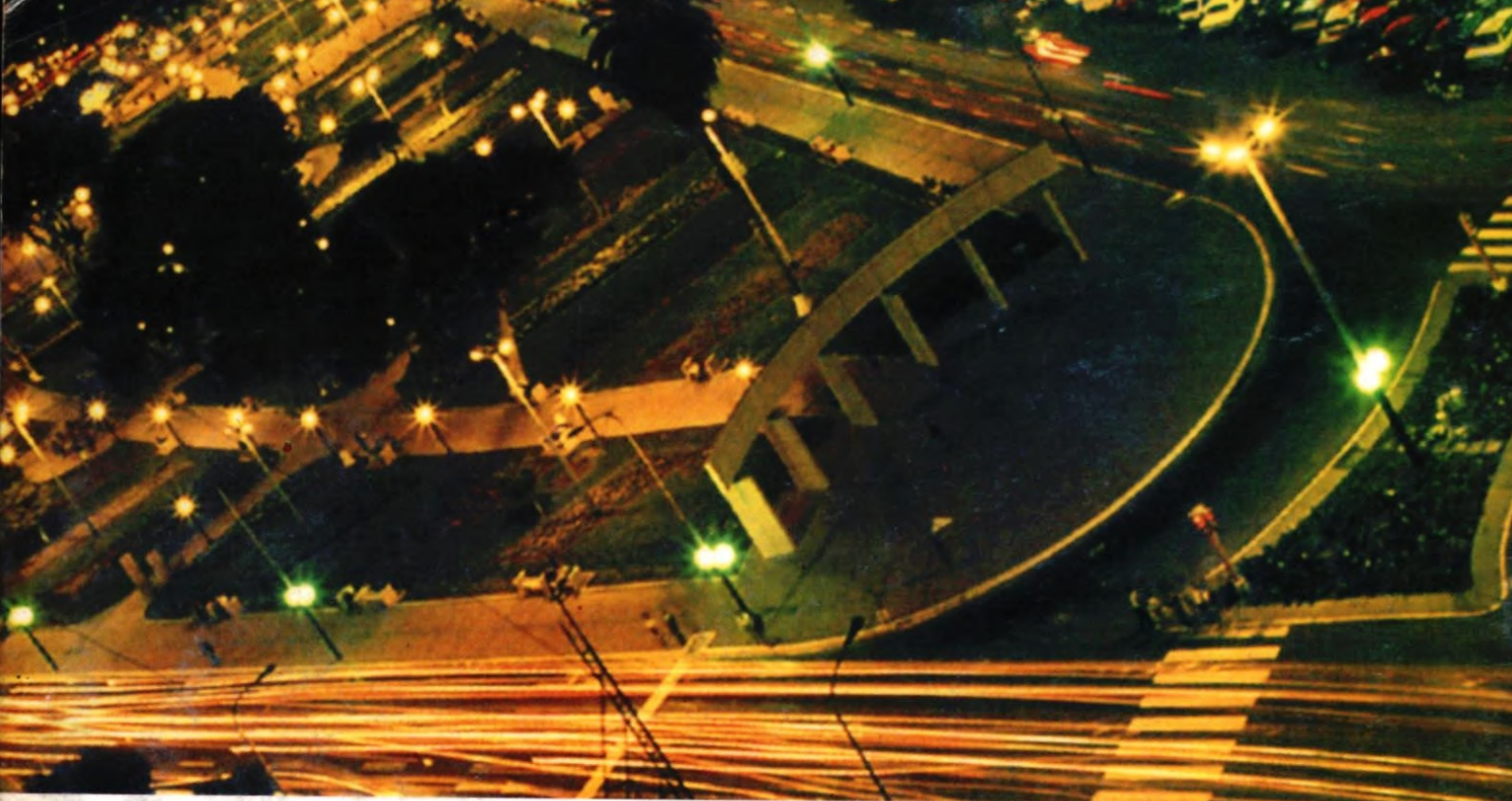
una elevada contaminación luminosa

Por: Ing. Mag. Jorge Lescano Sandoval (*)

Lima presenta casi permanentemente un fuerte brillo o resplandor del cielo nocturno debido a la difusión de la luz artificial. Este fenómeno es conocido hoy en día como contaminación luminosa. Como resultado, la oscuridad natural de la noche disminuye y desaparece progresivamente la luz de las estrellas y de otros astros. El manto nuboso casi permanente sobre el cielo y el cielo enrarecido potencia el efecto hasta el extremo de formarse una capa de color gris que adopta la forma de una nube luminosa sobre la ciudad, la misma que puede observarse desde cientos de kilómetros y alturas de la serranía de Lima.

La elevada presencia de material particulado en suspensión en la atmósfera aumenta la dispersión de la luz, de forma que cuanto más contaminado está el aire de la ciudad, tanto más intenso es el fenómeno. Si la luz dispersada procede de luminarias con un ancho espectro de emisión, el efecto es mucho peor, porque las radiaciones luminosas de aquellos astros que tengan idéntica longitud de onda dejan de ser visibles y no pueden ser captadas por los aparatos de observación.

La principal causa es, sin ninguna duda, el alumbrado de exteriores que comprende: alumbrado de vías públicas, alumbrado de parques y ornamental, de instalaciones deportivas, de instalaciones recreativas, anuncios luminosos, alumbrado de vitrinas, instalaciones industriales y de seguridad, así como el alumbrado de exteriores de edificios y condominios.



B. P. COPUSE 150

Todo lo anterior ha aumentado en los últimos años y por lo tanto ha incrementado la contaminación a extremos intolerables.

La preferencia por la utilización de Lámparas de Vapor de Mercurio (LVM) en amplios sectores urbanos contribuyen enormemente al aumento de la contaminación debido a que la banda de emisión de este tipo de luz es muy ancha y alguna de sus líneas de emisión coinciden, prácticamente, con las nebulosas, cosas que las hace casi o totalmente invisibles en áreas urbanas. Además, emiten fuera del espectro visible, en el ultravioleta, siendo estas longitudes de ondas las que más se esparcen y difunden en la atmósfera.

Los efectos de este tipo de contaminación se circunscriben al elevado consumo de energía eléctrica debido al no aprovechamiento pleno de la misma, por ejemplo la cantidad de energía desaprovechada en el caso de un globo sin pantalla, supera el 50% del total. Las lámparas de vapor de mercurio gastan un 70% más que las de vapor de sodio de alta presión (LVSAP) y un 140% más que las de vapor de sodio de baja presión (LSBP). El exceso de iluminación tiene también efectos negativos sobre ciertas especies animales. En algunos casos puede producir cambios de conducta no previsibles y en otros causar su muerte.

Otro aspecto importante son los residuos tóxicos de las lámparas. Las únicas lámparas con residuos inocuos son las de vapor de sodio a baja presión. En Lima se tira cientos de kilogramos de mercurio al aire en forma no controlada. El consumo de energía no aprovechada conlleva a gastos elevados. Estamos pagando cara la energía eléctrica porque malgastamos mucha. El exceso de iluminación y el deslumbramiento dificultan la visión de los conductores y suponen, por lo tanto, un aumento de la inseguridad vial, sobre todo en las vías con iluminación desaprovechada.

Se hace necesario regular la contaminación luminosa dentro del marco normativo de una ley sobre protección de la atmósfera: Urge procurar disminuir el gasto eléctrico en las viviendas y tener encendidas las luces interiores y exteriores cuando sólo sean necesarias; es recomendable utilizar lámparas de bajo consumo (fluorescentes compactos) y en alumbrados de seguridad, las de vapor de sodio de baja presión. Se deberían aprobar reglamentos de control de las futuras instalaciones y de diseñar planes de remodelación de las actuales, bajo el principio de que las inversiones se amorticen con el ahorro en el consumo. Se hacen necesarias campañas permanentes de información, sensibilización y concientización ciudadana.

Se debe regular el uso de la iluminación ornamental en algunas zonas no transitadas. No autorizar proyectos urbanísticos que incumplan con los criterios de eficiencia energética y de consecución de los niveles luminotécnicos establecidos. Iniciar la sustitución progresiva de lámparas de vapor de mercurio, entre otros, que son algunos de los aspectos que se deben emprender en la ciudad y en otras áreas urbanas del país.

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) rector de la política ambiental del país debería crear comisiones de estudio sobre la contaminación luminosa y en cuya composición deberían figurar, según los casos, representantes de las instituciones que tengan competencia en materia de alumbrado público, así como representantes de asociaciones astronómicas y ambientalistas.

(*) Profesor Principal de la Universidad Nacional Federico Villarreal.



Catarata de Ahuashiyaso, Tarapoto - Perú