

Uno de los problemas más importantes para la humanidad - y de gran interés para la ciencia - es la posibilidad de que el hombre altere el medio ambiente en el cual vive. Estas alteraciones pueden suceder en dos escalas: en una escala local o regional y la otra a nivel global. Entre los problemas de "cambios globales" se encuentra el de la disminución de la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioletas y el calentamiento de la atmósfera por el efecto invernadero. El proyecto conocido como "Radar MST en la Antártida" del Instituto Geofísico del Perú (IGP) en colaboración con la Universidad de Piura y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina está dirigido a contribuir a un mejor entendimiento de los procesos físicos responsables de estos cambios.

La Antártida es sensible a ambos problemas. Es conocido que el primer efecto sobre la capa de ozono fue detectado en esas latitudes y en forma dramática. Otro fenómeno, aunque menos conocido que el anterior, asociado con cambios de temperatura por el efecto invernadero, es el de las Nubes Noctulicentes.

El problema del hueco del ozono es ya bastante conocido. Hay que tener en cuenta que en latitudes antártidas hay procesos que siempre tratan de destruir químicamente el ozono sin que haya un proceso químico local que lo restituya. El ozono resultante, allí existente, se debe a la continua "importación" de ozono de latitudes tropicales. Sucede que durante la primavera austral se forma un gran remolino a alturas atmosféricas y estratosféricas que impide la "importación" del ozono. En esta época en que los procesos destructivos, aumentados en poder por la contaminación producida por el cloro-fluor-carbonos, emitidos por el hombre, tiene su mayor efecto. Al final de la estación éste gran torbellino se rompe produciendo ramificaciones de atmósfera depredada de ozono a latitudes más pobladas por el hombre, como lo son el sur de Chile, Argentina y Nueva Zelandia. Como podrá apreciar el lector el régimen de vientos en la Antártida y sus variaciones son muy importantes para entender el proceso de reducción de la capa de ozono en la Antártida y las latitudes más australes de nuestro continente. Es en este campo que nuestro radar hace una contribución importante por su capacidad de medir los vientos de altura en forma continua y precisa.

Otro fenómeno asociado con el cambio global y que se manifiesta dramáticamente también en latitudes polares es el de la formación de nubes noctulicentes (NLC, de sus siglas en inglés). Estas, como su nombre lo indican, son nubes que tienen la apariencia de ser luminiscentes en horas de la noche. Su "luminiscencia" se debe a su altura. Están situadas a unos 80-85 km. de altura (comparado con los pocos kilómetros de las nubes comunes que

* Instituto Geofísico del Perú

conocemos). Por su altura es posible que a los niveles terrestres que se encuentra el observador haya una obscuridad absoluta, pero que los rayos del sol le puedan llegar para darles su brillantez.

Las nubes son muy espectaculares y hermosas, por lo que es de extrañar que éstas no hayan sido descritas o pintadas por artistas, escritores o científicos antes de 1883. Ese año, fueron observadas por primera vez. Hoy sabemos que ésta transición se debió a la gran erupción del volcán Krakatoa (18..). El volcán introdujo una gran cantidad de gases contaminantes y partículas de polvo en la atmósfera superior, los que afectaron su temperatura y su composición química. Este efecto no pudo haber tenido una duración más allá de dos a cuatro años después de la erupción. Sin embargo, las nubes noctulicentes se ven con bastante frecuencia en la actualidad. Existe la hipótesis de que si existen ahora, y no antes, es por el efecto de la actividad industrial del hombre, ayudada por la actividad volcánica en esa ocasión. Para que las nubes existan se necesita temperaturas más bajas o una mayor cantidad de vapor de agua. Lo primero puede suceder como consecuencia del efecto invernadero, que si bien calienta a los niveles inferiores de la atmósfera puede producir un enfriamiento a mayores alturas. La mayor cantidad de vapor de agua se debe a la descomposición del metano - hidrógeno y carbono - también producido por las actividades industriales y agrícola del hombre - y en la oxidación de éstos para producir agua (vapor) y anhídrido carbónico.

Un fenómeno relacionado con las NLCs es lo que se conoce como el fenómeno PMSE, de las siglas en inglés de Polar Mesospheric Summer Echoes – Ecos Polares Mesosféricos de Verano. Este fenómeno fue descubierto recientemente en latitudes antártidas y se manifiesta como ecos muy fuertes en los radares científicos usados para el sensoramiento remoto de nuestra atmósfera. Estos ecos provienen de las mismas alturas donde se forman las nubes noctulicentes y ocurren sólo en los meses de verano. Tanto los ecos inusuales de radar como la formación de las nubes noctulicentes requieren de temperaturas muy bajas para que el poco vapor de agua que existe a éstas alturas se condense en microcópicos copitos de nieve. Sucede que a éstas alturas - sorprendentemente en verano - se dan las temperaturas más bajas de todo el globo terrestre, del orden de -125° C. Es muy probable que éstas temperaturas que no se dieron antes de la explosión del Krakatoa. Nuestro radar MST en la Antártida es capaz de detectar la presencia de dichos ecos. Es el primer radar y el único de su clase en estas latitudes y desde su primer año de operación hizo una gran contribución a la ciencia al determinar que los ecos PMSE - tan intensos en el Artico - eran cientos de veces a miles de veces más débiles en el Antártico. La importancia del descubrimiento radica en que comprueba que basta efectivamente unos cuantos grados de diferencia en temperatura para que estos ecos desaparezcan convirtiendo al radar en un instrumento muy sensible que puede detectar estos cambios en forma muy precisa.

El aporte peruano a las ciencias Antárticas se hace aún más peruano al considerar que la concepción, diseño, construcción y operación del radar mencionado es producto de la ciencia, ingeniería y tecnología peruana. La técnica MST fue concebida y desarrollada en el Radio Observatorio de Jicamarca (IGP) a inicios de los años 70, técnica que ha sido emulada por otros laboratorios científicos e instituciones comerciales del globo. Es considerada como una de las técnicas más poderosas para la medición de viento y turbulencia a las alturas mesosféricas, estratoféricas y troposféricas que le dan su nombre (MST).

Aparte del orgullo que nos embarga de haber podido contribuir al problema del cambio climático que tanto interesa a la humanidad, podemos asegurar que este proyecto es uno de los más importantes para lograr nuestros objetivos nacionales en relación con la Antártida. El Perú ha logrado ser Miembro Consultivo del Tratado Antártico con los beneficios que significa tener voz, voto y veto en el futuro de las actividades en este continente. Para conseguir esta posición y conservarla es necesario que el Perú tenga presencia en la Antártida. La única forma de justificar tal presencia, es teniendo proyectos de investigación; proyectos cuya bondad científica va a ser evaluada con los criterios más exigentes a los que están acostumbrados los países desarrollados, Miembros del Tratado. Con la instalación del radar y con nuestros descubrimientos ya hechos y por hacer, estamos garantizando una actividad científica al más alto nivel.

El radar fue instalado en el verano austral 1992-1993. Durante la última campaña (ANTAR IX), en el verano 1997-98, el Instituto Geofísico del Perú y las instituciones colaboradoras, Universidad de Piura y la Dirección de Hidrografía y Navegación, han logrado un nuevo hito en el campo de la ciencia Antártica con la construcción de un radar en la gama de frecuencias VHF a bordo del buque de investigación Humboldt. Es la primera vez que se construye un radar de este tipo a bordo de un buque. La razón es que radares en estas frecuencias, para tener sensibilidad adecuada, requieren de antenas enormes las que cubran áreas cercanas a los 1000 m². Esto se logró con un diseño ingenioso, bastante liviano y sencillo en que la mayor parte de los elementos portantes de la estructura de la antena están bajo tensión. Su diseño le permite soportar los grandes vientos a los que está expuesta en la Antártida con una estructura liviana y sencilla. La movilidad del radar permitió hacer mediciones en la base inglesa de Rothera, donde se llevaba a cabo mediciones de la temperatura de la mesósfera por medio de cohetes, incluyendo la región entre los 80 y 90 kilómetros donde ocurren los fenómenos de NLC y PMSE. Las mediciones se llevaron a cabo por un grupo científico alemán de la Universidad de Bonn, motivados casualmente por el descubrimiento peruano relacionado a la baja intensidad de los ecos PMSE y de lo postulado por nosotros relacionado con las temperaturas en esta región. El radar funcionó con todo éxito realizando las primeras mediciones conjuntas de temperatura por medio de cohetes y de

PMSE, demostrando también que su diseño fue capaz de soportar vientos hasta de 40 nudos y un mar relativamente grueso.

La Molina, 11 de noviembre de 1998

FOTOS

Nubes noctulicentes

Un hermoso despliegue de nubes noctulicentes. Estas nubes se encuentran a unos 85 kilómetros de altura. Por lo menos 10 veces más altura que las de las nubes normales. No obstante ser de noche, los rayos solares inciden sobre ellas permitiendo su observación. La presencia de éstas nubes es reciente y se debe a la actividad industrial y agrícola del hombre.

Ecos

Registro de la intensidad de los ecos recibidos por el radar del fenómeno conocido como PMSE, estrechamente ligado a las nubes noctulicentes. Los ecos llegan a ser 100 veces más fuertes que el nivel mínimo de detección. Aún así, son todavía cientos de veces más débiles que los recibidos en latitudes similares en el Ártico. El descubrimiento de esta asimetría está relacionado al cambio climático y es uno de los aportes científicos más importantes del proyecto.

Panel de control

Panel de control de tensión de las líneas y catenarias portadoras de la antena del radar. El uso de elementos bajo tensión simplificó grandemente el diseño.

Humboldt

Vista de la antena del radar a bordo del Humboldt. La antena consiste en 96 elementos dipolo conectados entre sí y mantenidos en una superficie perfectamente plana por elementos bajo tensión. La antena tiene una superficie eléctrica de captación de 600 m².

FOTOS

Nubes noctulicentes

Un hermoso despliegue de nubes noctulicentes. Estas nubes se encuentran a unos 85 kilómetros de altura. Por lo menos 10 veces más altura que las de las nubes normales. No obstante ser de noche, los rayos solares inciden sobre ellas permitiendo su observación. La presencia de éstas nubes es reciente y se debe a la actividad industrial y agrícola del hombre.

Ecos

Registro de la intensidad de los ecos recibidos por el radar del fenómeno conocido como PMSE, estrechamente ligado a las nubes noctulicentes. Los ecos llegan a ser 100 veces más fuertes que el nivel mínimo de detección. Aún así, son todavía cientos de veces más débiles que los recibidos en latitudes similares en el Ártico. El descubrimiento de esta asimetría está relacionado al cambio climático y es uno de los aportes científicos más importantes del proyecto.

Panel de control

Panel de control de tensión de las líneas y catenarias portadoras de la antena del radar. El uso de elementos bajo tensión simplificó grandemente el diseño.

Humboldt

Vista de la antena del radar a bordo del Humboldt. La antena consiste en 96 elementos dipolo conectados entre sí y mantenidos en una superficie perfectamente plana por elementos bajo tensión. La antena tiene una superficie eléctrica de captación de 600 m².





