



Documento: DT/ 4  
Item Agenda: ECAL 5.2  
Presentado por: Perú

**PROYECTO CIENTIFICO “EFECTOS LA VARIABILIDAD  
DEL CLIMA ANTARTICO EN SUDAMÉRICA”  
Idea Proyecto**



**PROYECTO CIENTIFICO “EFECTOS LA VARIABILIDAD DEL CLIMA  
ANTARTICO EN SUDAMÉRICA  
Idea Proyecto**

**1. Introducción**

En la actualidad, a pesar que se tiene conocimiento de la influencia del clima antártico en Sudamérica, se desconocen los mecanismos que están involucrados en este proceso, los cuales pueden ser objeto de investigación para determinar su comportamiento y formas de empleo en la prevención de impactos en las zonas costeras del litoral peruano y, en el sudeste del Perú y norte de Bolivia y Chile, así como en Argentina, Uruguay, sudoeste de Brasil y Paraguay.

Al respecto, trabajos de investigación realizados nos permiten afirmar que, en América del Sur se presentan ocasionalmente condiciones sinópticas particulares en las diferentes estaciones del año que afectan nuestro territorio, especialmente en los meses junio, julio y agosto. En estos meses, se observan la formación de sistemas sinópticos migratorios de alta presión en el sur del continente, estas formaciones dinámicas se desplazan de sur a norte y fortalecen a los frentes fríos, originados por una ciclogénesis que ocasionan precipitaciones y descensos bruscos de la temperatura del aire.

Las regiones más afectadas por este evento son el altiplano, el chaco y las cuencas de los ríos Amazonas y Paraná. Localmente, esta incursión de masa de aire polar fría y seca es conocido como “friaje”, “suraso”, “pampero”, “san juan” o “heladas”, según sea el lugar y produce descensos bruscos de la temperatura del aire hasta de 15° C en solamente horas; afectando la salud de la población y causando daños en los cultivos subtropicales y tropicales de tales zonas.

Algunos investigadores, al analizar las heladas de julio de 1979 y 1981, destacan la configuración de ondas largas observadas en niveles altos que se desplazan lentamente en el Pacífico, ampliándose entre 4 a 5 días antes de las heladas ocurridas en Brasil. La cresta de onda larga, alcanza su mayor amplitud situándose por los andes, y la vaguada corriente abajo es localizada próximo a Brasil, sobre el Océano Atlántico Sur. Esta configuración canaliza el aire frío y frontogenesis hacia el centro del continente. La conclusión de los autores fue que la energía de la perturbación en el Pacífico, propagándose como una onda, contribuye en el desarrollo anormal de una vaguada fría en América del Sur.



Marengo (1983), presenta casos de los denominados "fríaes", que es como se conoce en la Selva Peruana a los enfriamientos no tan significativos que usualmente ocurren durante los primeros meses de invierno (junio, julio). El evento analizado ocurrió en julio de 1975, provocando caídas de la Temperatura mínima de hasta 10°C en la Estación Genaro Herrera, en Pucallpa de hasta 11°C y en Pto. Maldonado hasta en 14°C. En su diagnóstico el autor considera importante la presencia de vientos intensos provenientes del sur, durante el enfriamiento observado, lo que se denomina enfriamiento de tipo advectivo.

Marengo J. et al. (1997), manifiestan que las causas físicas están relacionadas con la entrada de un anticiclón de núcleo frío desde el Pacífico Este entrando a Sudamérica, posándose sobre los andes y moviéndose hacia el norte a lo largo del flanco oriental de los andes. Los resultados obtenidos sugieren que la fuerte erupción fría al sur de Brasil estaría asociado con un mecanismo de retroalimentación positiva e intensos flujos atmosféricos entre niveles altos y bajos cerca de los andes del sur y centro de Chile, antes del día más frío; consecuentemente la intensa profundización de la vaguada que es producida a sotavento de los andes, en esas latitudes, está asociada con la advección fría en bajos niveles, debido al flujo del sur a lo largo del flanco oriental de los andes. Pareciera que la misma intensidad de retroalimentación también estaría relacionada en latitudes más bajas cuando el aire frío llega tarde.

Seluchi M. y Chan Chao (CPTEC/INPE), encontraron que las incursiones de aire polar hacia latitudes tropicales estuvieron ligadas a pasajes de intensos frentes fríos acompañados por anticiclones migratorios. Estos sistemas se desplazaron rápidamente siguiendo una trayectoria casi meridional debido fundamentalmente a la marcada componente meridional del viento en altura.

Nielsen, de la Universidad de Texas, estableció un criterio usando una escala de temperaturas para distinguir los máximos de viento. Haciendo un corte transversal del Jet, la temperatura potencial media asociada a masas polares es de 320°K y al Jet Subtropical de 340°K. En el continente Sudamericano se ha observado que la rama polar se puede subdividir aún más. Típicamente, la rama polar norte se caracteriza por sus temperaturas de 330° K, mientras que la rama polar sur 320° K o menos dependiendo de la temporada del año.

Calle (1991) determina que las masas de aire frío que invaden el cono sur del continente sudamericano en el invierno, están asociadas con la subsidencia, lo que determina que en las imágenes provenientes de satélites, tomen la forma de un semicírculo negro inicialmente junto a la costa de Chile y que Girardi (1983) denominó "pozo de los Andes". El



semicírculo negro presenta el núcleo de un anticiclón migratorio, indicando que la insurgencia de aire subantártico está en evolución en el extremo sur del continente sudamericano.

Girardi, (mencionado por Calle, 1991) expresa que el “Pozo de los Andes” ocurre cuando condiciones sinópticas peculiares tienen lugar en el sur de los Océanos Atlántico y Pacífico, en los que se observa el desarrollo de un anticiclón dentro de la insurgencia de aire polar. Esta insurgencia ocurre cuando cualquier ciclón extratropical, en las cercanías del círculo polar adquiere gran intensidad atrayendo grandes masas de aire frío y empujándolas hacia bajas latitudes. En la medida que aumenta su potencia y el aire frío penetra aún más en latitudes menores, un anticiclón independiente se desarrolla en la cuña del aire frío. Este anticiclón gradualmente se vuelve predominante y se mueve hacia el norte disolviendo el frente en la región subsidente desde las capas superiores, el contraste original de las temperaturas disminuye y después de 2 a 3 días la nueva alta pasa a adquirir las características de una alta subtropical.

Girardi, 1980 (mencionado por Calle, 1991) en su trabajo Previsión de heladas basadas en fotos emitidas por satélites meteorológicos estudió la helada ocurrida en el Brasil del 16 al 19 de julio de 1975 (recordada por las pérdidas de producción de café), comenta que el día 18 de junio a 10°S el continente se encontraba bajo un régimen anticiclónico frío, su temperatura fue representativa de una masa de aire polar que sufrió modificaciones por colocarse en áreas que le corresponden a masas de aire tropical. También analizó el “Pozo de los Andes” en dos épocas diferentes del 24 al 26 de abril de 1971 y del 13 al 16 de julio de 1971.

Con la recepción de imágenes de satélites geoestacionarios por el INPE (Brasil) desde marzo de 1979, el “Pozo de los Andes” es monitoreado desde su origen. Esto ha permitido ampliar el plazo de pronóstico de heladas, para el Brasil de 1 a 4 días de anticipación.

Considerando todo el año, las heladas que ocurren al final del invierno o principios de primavera, se conocen como últimas heladas o tardías, éstas afectan a las plantas durante las etapas iniciales de su crecimiento, y las heladas que se presentan al final del otoño o principios de invierno se les denomina primeras heladas o tempranas, las cuales afectan a las plantas en las fases finales de su crecimiento y/o desarrollo (De Fina, 1945, Papadakis, 1960; Jasich, 1941, mencionado por Carrion, 1975).

Le Tacon, et al. 1992; analizaron las heladas en el Altiplano Boliviano basado en el estudio de las imágenes infrarrojas de satélite NOAA. Encontraron una buena correlación



entre las temperaturas de superficie estimadas a partir de las imágenes con la Temperaturas de superficie estimadas a partir de las imágenes con la Temperatura Mínima observada. A partir de allí, identifica zonas de riesgos de heladas.

Por otro lado, los trabajos de investigación realizados con relación a la génesis y propagación de las ondas marinas que arriban a zonas costeras de nuestro litoral, se afianzan en el resultado de la interacción entre la atmósfera y el océano y directamente por efecto del viento superficial que gobiernan la dinámica de los sistemas atmosféricos como un juego de engranajes que evolucionan en el tiempo-espacio; en este sentido en el océano Pacífico Sur Oriental se presentan con frecuencia condiciones sinópticas favorables (principalmente en los meses de otoño a primavera) para la génesis y propagación de oleajes anómalos que se extienden hacia zonas costeras del litoral peruano. En estos meses, el sistema semi-permanente del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO) migra **al norte** y se localiza aproximadamente en los alrededores de 30° a 35° Sur y entre 085 a 100° Oeste y en su proceso los sistemas frontales y las depresiones migratorias también se desplazan con ella hacia latitudes menores con relación a los meses de verano, estos vórtices ciclónicos con desplazamiento zonal de Oeste a Este, al acercarse al centro o sur del continente, o paso Drake o península antártica, generalmente se desaceleran ocasionando la extensión frontal y fortaleciendo el Fetch post-frontal (longitud o recorrido del viento superficial) que es uno de los parámetros importantes junto con la intensidad y duración del viento, en la formación de las ondas marinas que posteriormente se propagan en la dirección principal del viento. La simultaneidad en la intensidad, orientación y desplazamiento del APSO interactuando con el desplazamiento frontal será un factor preponderante en la persistente atenuación y disipación o disminución de este efecto o "efecto mínimo", en la propagación del oleaje desde latitudes altas del océano Pacífico Sur Oriental hacia zonas costeras del litoral.

Otiniano, 1991; manifiesta que frecuentemente los sistemas frontales tienden a presentar trayectorias en dirección de la circulación del Anticiclón del Pacífico Sur, en su periferia inferior (35°/60° Sur), moviéndose todo el sistema cuando el vórtice asociado al frente es térmicamente caliente, y moviéndose el frente en su porción superior relativamente más rápido que el vórtice, cuando es una Baja fría, a manera de un abanico que se expande. Menciona que cuando la trayectoria del vórtice es zonal entre 40° a 60° Sur, fácilmente el sistema frontal cruza la Isla de Pascua, e inclusive en algunos casos cruza la Isla Juan Fernández, llegando a alcanzar distancias desde el sistema frontal a la línea de costa del Perú entre 800 a 100 millas náuticas y en casos excepcionales entre 500 a 800 millas, en donde la cordillera de los andes chilenos en su porción central/sur, la configuración del Paso Drake y la altitud de la Península Antártica son factores preponderantes en el replegamiento y posicionamiento meridional del sistema frontal. En este estudio también se indica que cuando



un sistema frontal frío asociado a un sistema depresionario migratorio que se profundiza y se extiende entre 40° a 60° Sur y entre 90° a 110° Oeste, desplazándose en dirección Nor Este y en algunos casos a más de 35 nudos, es decir una irrupción frontal violenta y posterior tendencia al régimen estacionario al acercarse al continente, origina un área de generación de olas que progresa rápidamente, permitiendo una acelerada formación de oleaje.

Finalmente, esta es una somera revisión de antecedentes y evidencias científicas que fortalecen la idea del proyecto; sin embargo en la elaboración del mismo, habrá que extender los mismos con la participación y experiencias detalladas en cada uno de los países participantes en RAPAL.

## **2. Justificación**

Es evidente que existe una relación entre la dinámica atmosférica de la región antártica y el comportamiento y variabilidad de las condiciones del estado del tiempo en las diferentes regiones de Sudamérica, esto ha sido evidenciado dramáticamente en los "friajes" acaecidos últimamente en el sudeste peruano; así como también en los violentos oleajes de fuerte intensidad en zonas costeras del litoral que han ocasionado el cierre de las operaciones portuarias y directamente a la comunidad pesquera artesanal. Asimismo, se ha encontrado relación empírica entre los frentes atmosféricos que se forman en la Antártida y los "friajes" en mención, con un diferencial de tiempo de 4 a 6 días. En tal sentido, el acopio y análisis de información meteorológica permitirá entender la dinámica del clima antártico y mediante el uso de técnicas convencionales y otras a desarrollar, determinar con la debida antelación posibles impactos en el clima de las diferentes regiones de Sudamérica, en especial en el trapezio andino de Perú, Bolivia, Chile y Argentina, en la región del Chaco comprendida entre el norte y noreste de Argentina, Paraguay y Bolivia, y en las cuencas de los ríos Amazonas y Paraná. Asimismo, a través de los estudios del comportamiento sinóptico de la atmósfera proporcionar el asesoramiento oportuno para la navegación aérea y marina en las inmediaciones de la Isla Rey Jorge.

Al respecto, la presencia de los APAL en la Península Antártica fortalece la propuesta de desarrollar un esquema, que bajo un adecuado equipamiento y desarrollo de las capacidades humanas, nos permita hacer investigación en los campos de la meteorología y la dinámica atmosférica de la región antártica con el objeto de generar información de utilidad para la toma de decisiones en la planificación de la producción y prevención de los desastres naturales asociados a fenómenos meteorológicos extremos, dado que estos severos eventos climáticos afectan importantes comunidades de Sudamérica.



Finalmente, el proyecto mejorará nuestros sistemas de obtención de información en tiempo real en la Antártida y sobre todo, nuestra capacidad técnica para el desarrollo de un sistema de alerta temprana frente a episodios climáticos nocivos para las economías de nuestros países.

### **3. Objetivo:**

Determinar los efectos de la dinámica y termodinámica atmosférica de la región antártica en el comportamiento y la variabilidad de las condiciones meteorológicas en Sudamérica y oceanográficas de sus costas adyacentes, orientado al establecimiento de un sistema de alerta temprana frente a episodios climáticos nocivos para las economías de nuestros países.

### **4. Ámbito Geográfico**

Península Antártica, océanos adyacentes y zona sur de Sudamérica.

### **5. Ámbito Temático:**

- Fortalecimiento la red meteorológica sinóptica antártica de las estaciones de RAPAL e integrarse a la red y sistema de comunicaciones – GTS (Global Telecommunication System) de la OMM, a fin de prestar asistencia eficiente y oportuna para el planeamiento y ejecución de las operaciones terrestres, marítimas y aéreas de los diferentes países miembros de RAPAL.
- Interacción océano - atmósfera - tierra (zona desde el extremo sur de Sudamérica – Paso Drake – Península Antártica), efecto funcional en la dinámica y bloqueo en el desplazamiento de los sistemas atmosféricos desde el Pacífico hacia el Atlántico y su influencia en la variabilidad climática de la Antártida.
- Relaciones de teleconexión entre las condiciones del tiempo atmosférico de la región antártica y la ocurrencia de alteraciones del estado del tiempo o fenómenos meteorológicos y/o oceanográficos severos en Sudamérica y/o en sus costas adyacentes.



- Simulación numérica o conceptual de las variables meteorológicas y/o oceanográficas en la región Antártica, Sudamérica y sus costas adyacentes.
- Habilitar un Centro de Información de acceso inmediato para consultas sobre información meteorológica de la región en tiempo real y diferida de. Este centro sería alimentado por los países miembros de RAPAL con formato Standard de la OMM.
- Intercambio de experiencias a través de pasantías en las instituciones que cada país miembro de RAPAL considere conveniente (que podrían ser los Centros o Servicios Meteorológicos, universidades o Instituciones que realizan labor de investigación en estos temas).

## **6. Estrategia**

- Elaboración coordinada de un perfil de proyecto, el cual podría ser estructurado vía internet y consolidarse en un taller de trabajo que podría realizarse en cualquiera de los países de APAL, coincidente o no con una próxima RAPAL.
- Insertar el proyecto en el marco del AÑO POLAR INTERNACIONAL (API).
- Incluir a instituciones y universidades de los países de APAL que sean reconocidas por su trabajo en los aspectos meteorológicos, oceanográficos y climáticos.





## Referencias

Calle, V., 1991.- "Incursión de un Frente Frío en la selva Peruana y su efecto en los cultivos". Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú p. 95

Le Tacon, et. al. 1992.- "Los riesgos de Helada para la Agricultura en el Altiplano Boliviano". VII Congreso Internacional sobre los cultivos andinos La Paz – Bolivia

Marengo, J. 1983 "Estudio Sinóptico – Climático de los Frijoles en la Amazonía Peruana"

Otiniano 1991. Bravez marinas en el litoral peruano. Tesis par optar el Titulo profesional de Ingeniero Mecánico de Fluídos. Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Mecánica de fluidos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Marengo, et al. 1997. "Cold surger in tropical and extratropical South America: the strong event in June 1994. monthly weather review.

Carrión, O. 1975 "Estudio de las heladas meteorológicas y temperaturas mínimas en el valle del Mantaro". Tesis Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú pp. 102.

Seluchi M. y S. Chan Chou. 1998 "intercambio de masas de aire entre latitudes tropicales y extratropicales de Sudamérica: validación del modelo regional ETA. Webside cptec/inpe, 26 pp.

## Instituciones Participantes por el Perú:

Instituto Antártico Peruano  
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología  
Dirección de Meteorología Aeronáutica  
Universidad Agraria La Molina  
Dirección de Hidrografía y Navegación

**INANPE, 09/09/05**