

**IMPACTOS DE AEROSOLES NATURALES Y ANTRÓPICOS EN LOS ESTRATOCÚMULOS
COSTA AFUERA DE CHILE (ECOS/CONICYT C03U04)**

INFORME DE ACTIVIDADES 2004
Laura Gallardo ⁽¹⁾ y José Rutllant ⁽²⁾

- (1) Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile, Casilla 170, Correo 3, Santiago, Chile, lgallard@dim.uchile.cl
(2) Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile, jrutllan@dgf.uchile.cl

Durante el primer año de la ejecución de este proyecto se han realizado dos estadías de investigación de investigadores chilenos en Francia: Laura Gallardo en Mayo y José Rutllant en Julio recién pasados. En conexión con estas visitas, por una parte se ha avanzado en la escritura de un primer artículo en común relativo al potencial impacto de aerosoles de azufre antrópico en los estratocúmulos costa afuera de Chile y, por otra parte, se han identificado aspectos específicos del trabajo a realizar en el próximo año. También se realizaron presentaciones y diversos contactos con los investigadores y estudiantes de las instituciones visitadas.

En lo referente a actividades de modelación se ha acordado realizar estimaciones cuantitativas del forzamiento radiativo debido a aerosoles de azufre asociados a emisiones antrópicas (e..g, fundiciones de cobre, quema de combustibles fósiles, etc.) y naturales (dimetil sulfuro oceánico y aerosoles volcánicos). Para ello se hará uso de varias herramientas:

- El alumno de doctorado Nicolás Huneeus (LOA) realizará corridas del modelo global en operación en Francia (LMDZ) incluyendo “zooming” sobre la zona de interés en Chile.
- En Chile se realizarán simulaciones de dispersión del azufre emitido por las diversas fuentes usando modelos de mesoscala de alta resolución. También, una vez implementado el modelo climático regional RCM en el Centro de Modelamiento Matemático, se evaluarán los efectos directo e indirecto de aerosoles sulfato y se compararán las salidas de ambos modelos entre sí y contra datos independientes, particularmente datos satelitales.

Todas estas simulaciones se llevarán a cabo usando los mismos escenarios de emisión. Para ello se deberá primer compatibilizar estos datos en los diversos modelos. Además, considerando la disponibilidad de datos meteorológicos y datos satelitales pertinentes a la evaluación de los modelos (e.g., radios de gotas de nube), se han identificado los siguientes períodos: 20 Julio-20 Agosto y 15 Septiembre-15 Octubre 2000.

Respecto del análisis de datos observacionales se avanzó, por un lado, en la discusión de los datos recopilados en la Isla San Félix (27°S, 80°W) relativos a base de nubes y eventos de precipitación (lloviazna) y su potencial uso para la validación de datos remotos (satelitales) y modelos (Para más detalles ver Anexo 2). Por otro lado, tras conversaciones con la investigadora Isabelle Chiapello (LOA), se determinó iniciar una investigación complementaria relativa a la percepción remota de aerosoles sobre Santiago en conexión con bajas costeras, aprovechando de una parte la relativa alta

resolución de datos satelitales (MODIS) y por otra parte, la valiosa base de datos de aerosoles in situ disponible en Santiago.

También se identificaron líneas de acción en lo que respecta a cómo incorporar datos observacionales en la evaluación de modelos regionales y globales. En particular, se quiere estudiar la ocurrencia de llovezna asociada a estructuras conocidas como celdas abiertas, que no obedecen a un forzamiento sinóptico, y que dan lugar a gotas de nubes más grandes y que corresponderían a áreas pobres en aerosoles naturales o antrópicos.

Además, aprovechando el paso por París, Laura Gallardo visitó el grupo de Bruno Sportisse de l'Ecole Nationale de Ponts et Chaussées (ENPC). Entonces se presentó un seminario y se discutió acerca de varios temas, entre ellos, el uso de técnicas inversas para la asimilación de datos satelitales.

En suma, las actividades realizadas hasta ahora, han sido funcionales a los objetivos del proyecto, habiéndose identificado líneas concretas de acción y cooperación entre investigadores chilenos y franceses.

ANEXO 1

Visita de Laura Gallardo

a) Laboratoire d'Optique Atmosphérique

- Temas discutidos : definición de escenarios de modelación (emisiones, períodos, campos meteorológicos, etc.) y datos de validación (satelitales); análisis de información satelital vía modelos de mesoscala; simulaciones de dispersión de azufre antrópico costa afuera de Chile.
- Investigadores y estudiantes contactados: Olivier Boucher, Isabelle Chiapello, Nicolás Huneeus, Bertrand Crouzille, etc.
- Seminario: “IMPACTS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC AEROSOLS ON THE STRATOCUMULUS DECK OFF CHILE ...the role of volcanoes“.

b) Ecole Nationale de Ponts et Chaussées

- Temas discutidos : técnicas de asimilación de datos satelitales en modelos globales y regionales
- Investigadores y estudiantes contactados: Bruno Sportisse, Jean-Pierre Issartel, Germán Torres, etc.
- Seminario: URBAN MOBILE EMISSIONS IN SOUTH AMERICAN MEGA CITIES (UMESAM)

ANEXO 2

Visita de José Rutllant

a) Laboratoire de Meteorologie Dynamique (Ecole Polytechnique, Palaiseau)

La visita a este Laboratorio el lunes 12 de julio incluyó una reunión inicial con su Director, Prof. Hervé Le Treut con quien se discutieron las posibilidades de colaboración, en particular en lo referente a instrumental portátil para el análisis remoto de nubes estratiformes a bordo de buque y en cuanto a la interpretación de perfiles de reflectividad en el nefobasímetro láser Vaisala CT12K, que operó durante seis meses en Isla San Felix. En este contexto se visitó las facilidades instrumentales activas y pasivas que el LMD posee: (SIRTA: Site Instrumental de Recherche par Teledetection Atmospherique), a cargo del Dr. Martial Haeffelin. En particular la visita incluyó el LIDAR y los radares doppler.

El suscrito presentó el Seminario: Synoptic scale analysis of light-rainfall episodes at San Felix Island (80 W, 27 S): Jan-Jul 2003 dentro del calendario de Seminarios “Recherche” que se celebran cada lunes en el anfiteatro Fresnel de esa Unidad y en el que participan investigadores, post-docs y doctorantes. Luego de la presentación se mantuvo un activo intercambio con el Prof. Laurent Li del LMD en Paris VI (Jussieu).

En la tarde se reunió con la Dra. Anne Mathieu quien trabaja en modelamiento numérico incorporando información satelital en los modelos de pronóstico del tiempo que incluyen una capa límite limitada por nubosidad, con quien se mantendrá un intercambio, particularmente con los investigadores Profs. René Garreaud y Ricardo Muñoz del DGF de la U. de Chile.

Adicionalmente se estableció contacto con Nicolás Arnault y, por su intermedio, con Juan Cuesta, que trabajan en ondas de gravedad en la capa límite y en mediciones de viento con lidar de dos flujos, respectivamente.

b) Visita al Laboratoire d'Optique Atmospherique (LOA) en la ciudad de Lille.

Esta visita comenzó el martes 11 en la tarde con una conversación preliminar con el Dr. Olivier Boucher, jefe de la contraparte francesa de este Proyecto. La reunión científica con el Dr. Boucher tuvo lugar el jueves 13 en que se presentó nuestro trabajo incluyendo no solo la caracterización sinóptica de los eventos de precipitación en San Felix sino también una descripción del tipo de información que se registra en esa isla junto con la información histórica disponible. Al respecto el Dr. Boucher explicó su participación en la detección de aerosoles, nubes y tamaño de gotas de nubes mediante el sensor de polarización POLDER, cuyos datos (abril-mayo de 2003) podrían compararse junto con los del sensor MODIS (radio de gotas, profundidad óptica de nubes y otros) incluyendo ciclo diario (satélite matinal TERRA y AQUA en la tarde), con nuestras observaciones en San Felix.. Por otra parte el Dr. Boucher informó de su participación en la estimación del efecto indirecto de los aerosoles en el Programa multi satelital AQUA-TRAIN, que incluye observaciones con lidar en satélite CALIPSO, y un trabajo del efecto en la India del monzón de invierno y la brisa local en el transporte de aerosoles costa afuera.

En relación a las simulaciones mediante el modelo numérico LMDZ, Nicolás Huneeus estará en condiciones en octubre-noviembre de este año para incorporar aerosoles sulfato (DMS con apoyo de SeaWifs y observaciones in-situ, SO2) , sal marina, carbono orgánico y polvo mineral. Los vientos serán estimados a partir de

datos del ECMWF y simulación en alta resolución (50 km) mediante el modelo HIRLAM.

El lunes 19 se tuvo una reunión con Jerome Riedi y Celine Cornet a propósito de métodos para caracterizar heterogeneidades en el campo nuboso, en particular un método para describir automáticamente heterogeneidades en un campo nuboso. El método sugerido por Jerome Riedi consiste en primero segmentar o degradar las imágenes (por ejemplo bajando la resolución a 50 km); luego aplicar un filtro detector de bordes (entre los celulares cerrados y abiertos), por ejemplo el filtro de Sobel, y luego hacer una clasificación de tipo “cluster analysis” en tres ejes: extensión de la cobertura de la heterogeneidad, reflectancia media y desviación estándar espacial. Por ejemplo el celular cerrado tendría alta extensión de cobertura, alta reflectividad y mínima varianza espacial. Además de la reflectancia hay también otros parámetros que indican la textura de las nubes en las imágenes.

Para manejo de imágenes satelitales geoestacionarias el Dr. Louis González del LOA tienen un software especial (HDFLook) que se ha aplicado a METEOSAT y que también podría ser aplicado a GOES.

El martes 20 nos reunimos con Genevieve Seze (LMD, Paris VI) y Frederic Parol (LOA), especialistas en el área de clasificación de nubes y cobertura fraccional. Ambos mostraron muy buena disposición al trabajo conjunto, luego de hacerles la misma presentación que en l'Ecole Polytechnique. En particular mencionaron un trabajo de tesis y una climatología sobre la distribución geográfica de tamaños de gotas de nubes que sería interesante conocer cuando se publiquen los resultados.

Los días 21, 22 y 23 estuvieron dedicados al trabajo con Nicolas Huneeus. En particular se hizo una nueva revisión del manuscrito en borrador, se discutió la incorporación del estudio de compuestos para episodios de vientos del E en Antofagasta en los niveles de 850 y 700 hPa y se bajó la información del sensor MODIS con anomalías de cobertura, radios de gotas y espesor óptico de nubes en el área de interés para los episodios mencionados.