



GF 3022 Contaminación Atmosférica

Dispersión atmosférica y modelación de procesos

Laura Gallardo

Profesora Asociada, Departamento de Geofísica

Investigadora Asociada del Centro de Modelamiento Matemático

Universidad de Chile

laura@dgf.uchile.cl



Contenidos de hoy



- Presentación del curso
 - Contenidos
 - Objetivos
 - Actividades
 - Evaluación
- Escalas y problemas de dispersión

Contenidos

- **Clasificación y caracterización de problemas de dispersión**
- Ecuación de continuidad
- Procesos de emisión, dispersión, transformación y remoción
- Observaciones
- Formulación y tipos de modelos
 - Gaussianos
 - Urbanos y regionales
 - Globales
 - Implementación numérica y computacional
- Validación



GF 3022

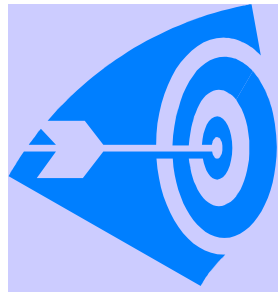
Código	Nombre			
	Química atmosférica y dispersión			
Nombre en Inglés				
Atmospheric chemistry and dispersion				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
	10	3	1	6
Requisitos			Carácter del Curso	
FI22A			Electivo Común de Licenciaturas e Ingenierías. Propuesto en PFB y como obligatorio en los Minors de Energías Renovables y de Meteorología y Climatología.	
Resultados de Aprendizaje				
Al cabo de este curso, los estudiantes estarán familiarizados con los procesos que determinan la evolución física y química y la dispersión de trazas atmosféricas: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca. También habrán adquirido experiencia en la modelación numérica de dichos procesos, con énfasis en problemas de contaminación urbana y en torno a megafuentes. Con todo, los alumnos podrán establecer criterios pertinentes al desarrollo, aplicación y evaluación de modelos de dispersión.				

REQUISITOS

- Cursos básicos de:
 - física
 - química
 - matemática
- ¡Ganas!

METODOLOGÍA

- Clases (2 -3 horas semanales)
- Tareas (4 en el semestre >3.95 & 80% bien resuelto)
- Laboratorio (Obligatorio)
- Clases auxiliares
- **Trabajo de investigación y presentación**
(Trabajo equivalente a 10 hrs/semana)



Objetivos

- Familiarizarse con los procesos de: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca.
- Adquirir experiencia en la modelación numérica de dichos procesos.
- Establecer criterios pertinentes al desarrollo, aplicación y evaluación de modelos de dispersión.
- Clasificar problemas según escalas de tiempo y espacio
- Definir conceptos: tiempo de recambio, capa de mezcla, inversión térmica, etc.
- Reconocer y describir términos de la ec. de continuidad
- Resolver ecs. Simples
- Identificar y describir procesos claves en la formación de contaminación fotoquímica y por aerosoles
- Caracterizar y aplicar modelos de dispersión
- Describir y analizar parametrizaciones de procesos
- Establecer criterios de elección
- Establecer procedimientos de validación

Equipo docente

- Laura Gallardo (lgallard@dim.uchile.cl)
 - PhD Meteorología Química, Universidad de Estocolmo, Suecia
 - Prof. Asociada, Departamento de Geofísica
 - Inv. Asociada, Centro de Modelamiento Matemático



- Carlos Castillo (carcasti@ing.uchile.cl)
 - Ing. Civil Minas (E), Universidad de Chile
 - MSc Geofísica/Meteorología, Universidad de Chile

GF 3022 LGK 2009



Evaluación

- Tareas (30%)
- Laboratorio (30%)
- Presentación de proyecto de investigación de 4 semanas de duración (40%)*
- * Incluye “correr” modelo de dispersión

Temas de profundización

EN GRUPO

- Interacciones entre aerosoles, nubes y clima en el Pacífico sur oriental
- Calidad del aire en América del Sur: análisis y simulaciones
- Volcanes y aerosoles y su impacto en la tropósfera
- Otro tema a acordar

Bibliografía

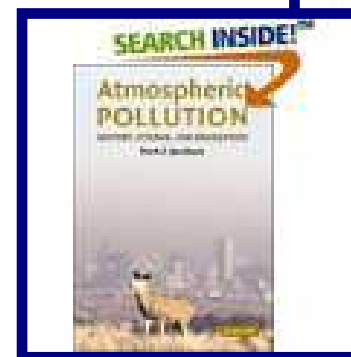
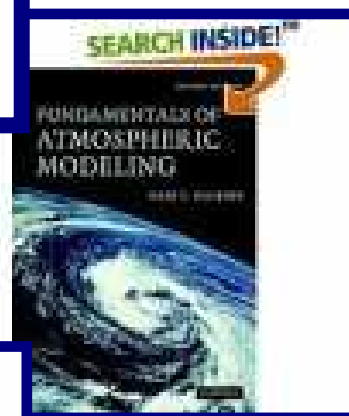
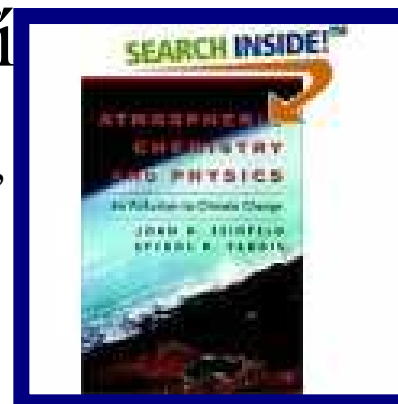
- **Principal**

- Jacobson, M. 1999: *Fundamentals of atmospheric modeling*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jacobson, M. 2002: *Atmospheric Pollution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Seinfeld, J. y Pandis, S., 1998/2006. *Atmospheric Chemistry and Physics. From Air pollution to climate change*, J. Wiley and Sons, Inc.

- **Complementarios**

- Arya, S. Pal, 1999: *Air pollution meteorology and dispersion*. Oxford University Press, Oxford
- Brasseur, G. P. , a. B. Khattatov, and S. Walters, 1999: *Modeling*, in *Atmospheric Chemistry and Global Change*, edited by G. Brasseur, a. J. Orlando, and G. Tyndall, Oxford University Press, Oxford.
- Graedel, T. & Crutzen, P., 1993: *Atmospheric Change: An Earth system perspective*. AT& T. W.H. Freeman and Company, New York.
- Granier et al, 2003. *Modeling*. In “The Changing Atmosphere: An Integration and Synthesis of a Decade of Tropospheric Chemistry Research”. Brasseur et al (Eds). Springer-Verlag (ISBN: 3-540-43050-4).
- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en *International Geophysics Series*. Jacobson et al., editores. Elsevier Ltd.

- **Literatura especializada**



Semana	Fecha	Actividad	Contenido	Profesor	Nota
2	03-Ago-09	Cátedra	Escalas y problemas	LGK	
3	10-Ago-09	Cátedra	Ecuación de continuidad	LGK	
	12-Ago-09	Auxiliar		Carlos Castillo	
	14-Ago-09	Tarea 1			
4	17-Ago-09	Cátedra	Emisiones	Sebastián Tolvett	
	19-Ago-09	Auxiliar		Carlos Castillo	
5	24-Ago-09	Cátedra	Circulación atmosférica y dispersión	Roberto Rondanelli	
	26-Ago-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
6	31-Ago-09	Cátedra	Transporte	LGK	
	02-Sep-09	Laboratorio			
					Definición de tema de presentación y equipos de trabajo
7	07-Sep-09	Cátedra	Transporte	LGK	
	09-Sep-09	Auxiliar		Carlos Castillo	
	09-Sep-09	Tarea 2			
8	21-Sep-09	Cátedra	Transformaciones 1	LGK	
	23-Sep-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
9	05-Oct-09	Cátedra	Transformaciones 1	LGK	
	07-Oct-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
10	14-Oct-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
11	19-Oct-09	Cátedra	Deposición	LGK	
	21-Oct-09	Auxiliar		Carlos Castillo	
	23-Oct-09	Tarea 3			
					Presentación de borradores
12	26-Oct-09	Cátedra	Formulación	LGK	
	28-Oct-09	Laboratorio			
13	02-Nov-09	Cátedra	Observaciones	Ana María Córdova	
	04-Nov-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
14	09-Nov-09	Cátedra	Evaluación y validación	LGK	
	11-Nov-09	Laboratorio		Carlos Castillo	
15	16-Nov-09	Cátedra	Evaluación y validación	LGK	
	18-Nov-09	Auxiliar		Carlos Castillo	
	20-Nov-09	Tarea 4			
Exámenes ?		Presentación de trabajo			
23-11-2009	9-Dic-2009				

Clase 1

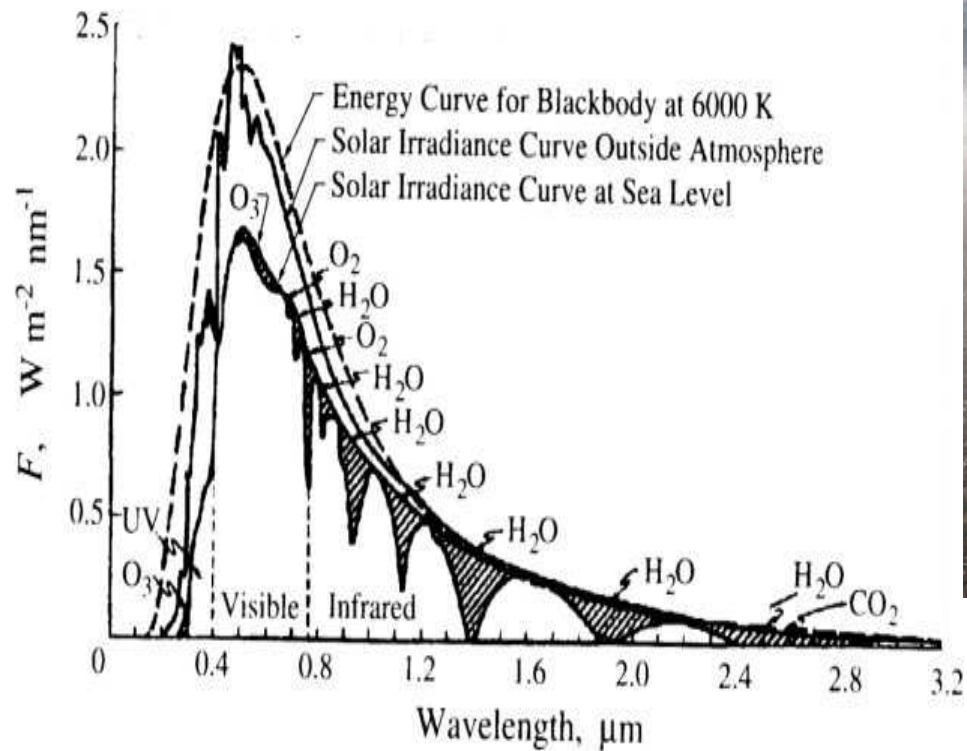
- **Clasificación y caracterización de problemas de dispersión**



**La atmósfera
un fluido
cambiante
...caótico y
complejo...
perturbable**



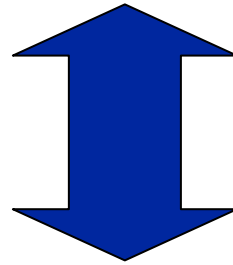
Pero el fluido **NO** es inerte
químicaicamente ni transparente
radiativamente



$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\vec{v} \cdot \nabla c - c \nabla \cdot \vec{v} - \nabla \cdot (\langle c' \vec{v}' \rangle) + Q - S$$



Lavoisier, 1789



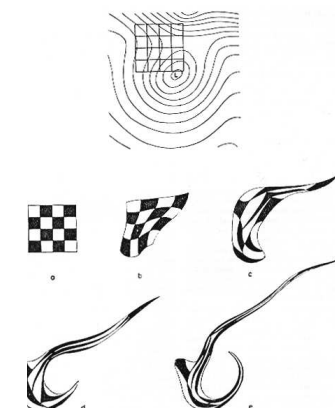
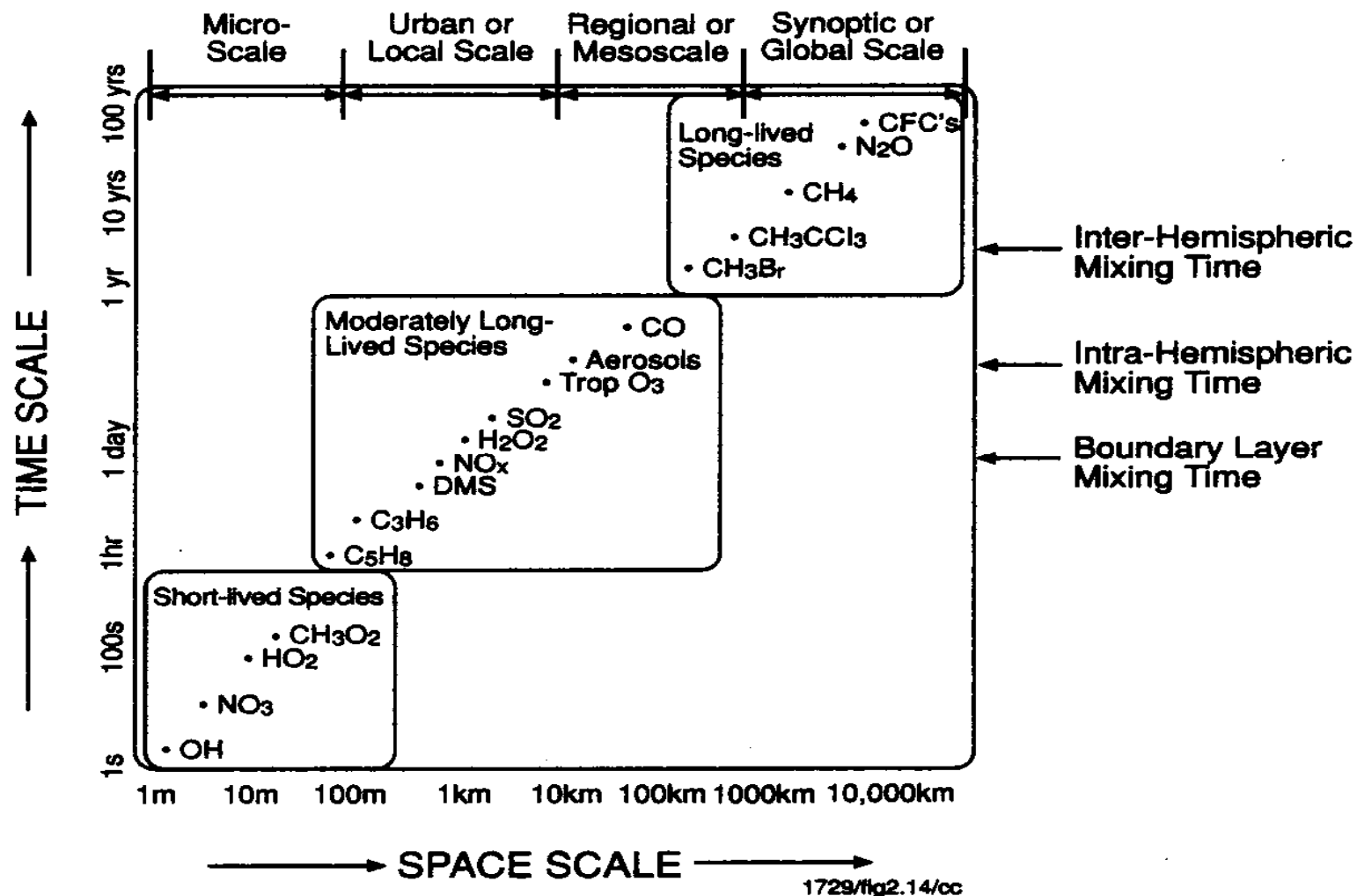
+CI & CB

Dispersión y transformaciones

Emisiones

Remoción

Desde interacciones moleculares hasta sistemas de tiempo de miles de kilómetros...¡todo a la vez!

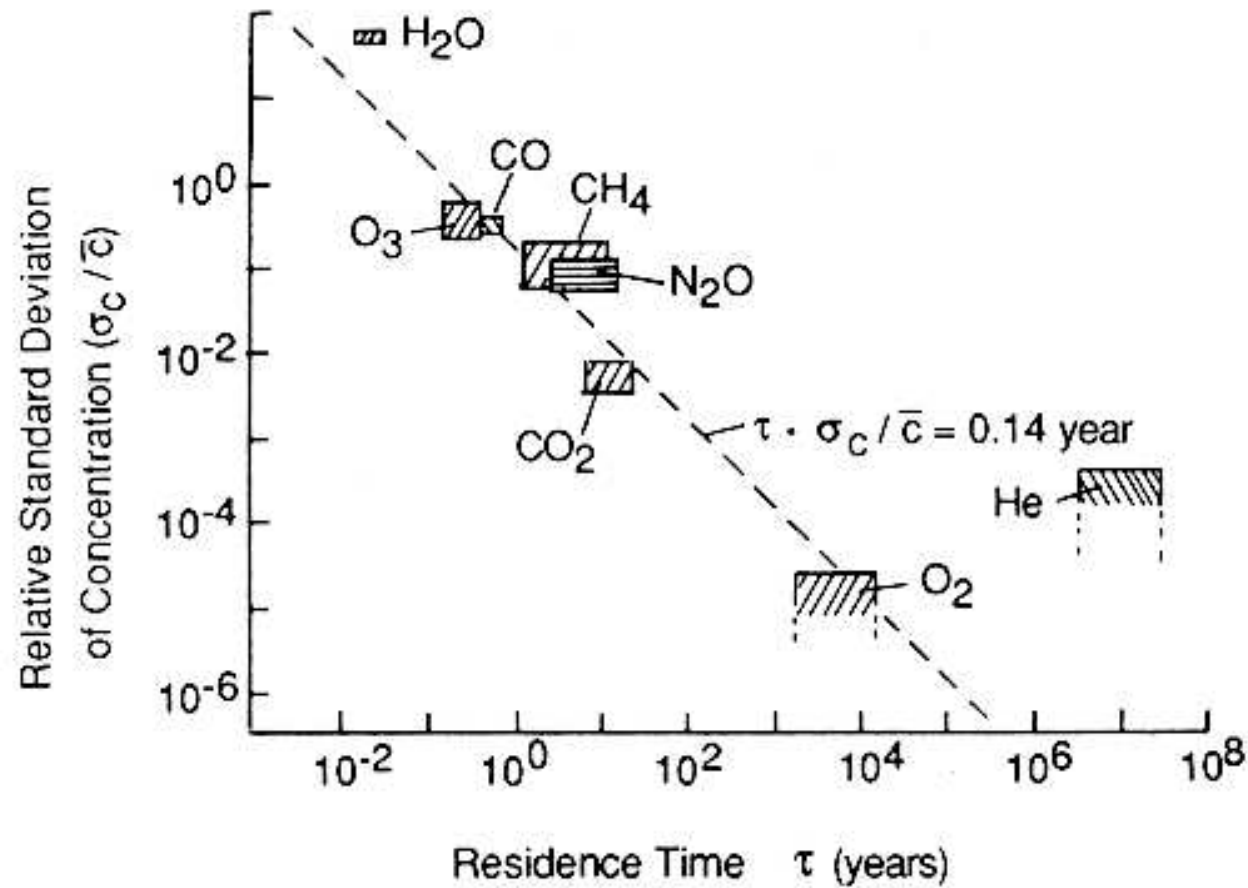


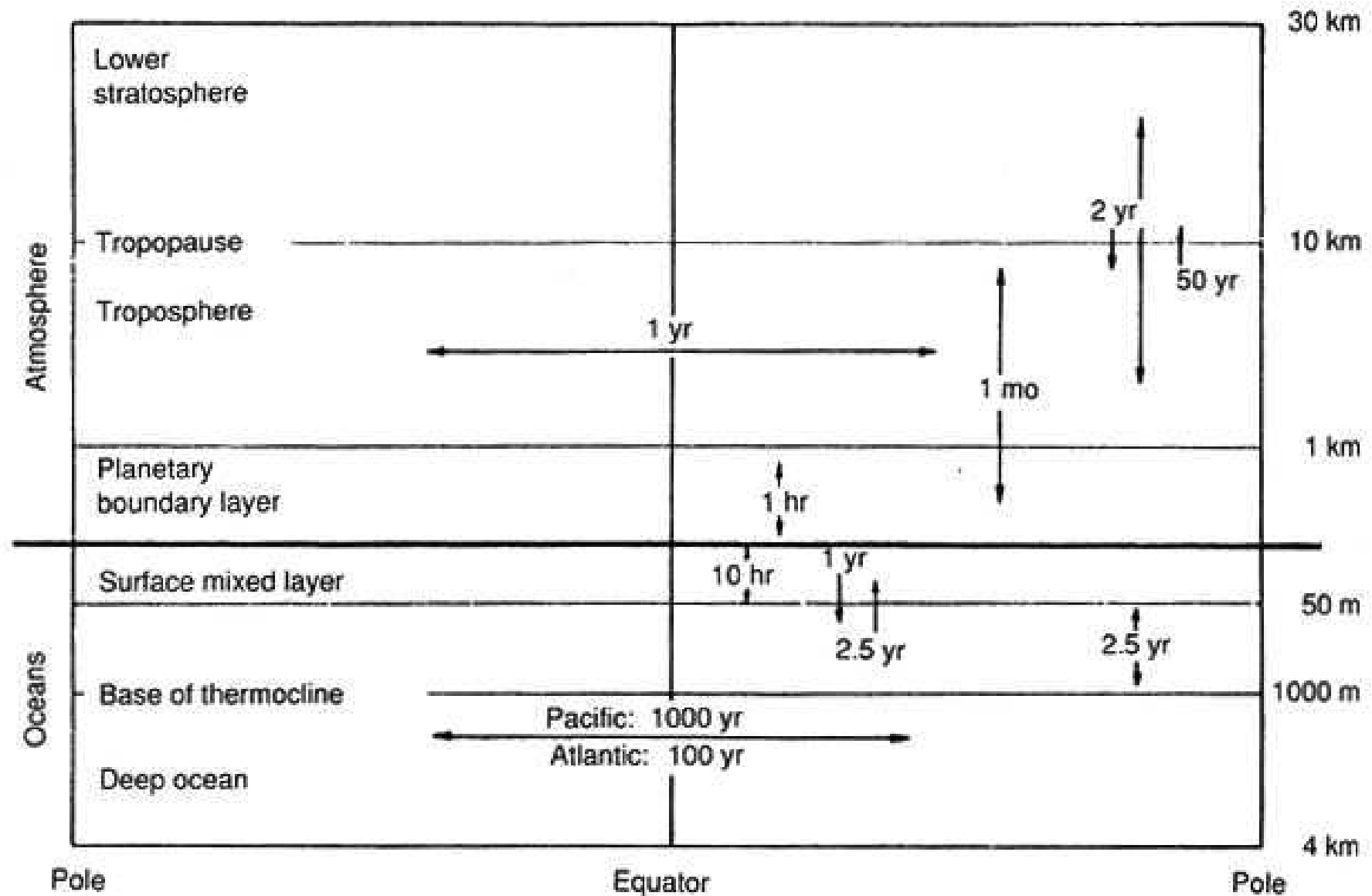
Tiempo de Recambio τ



$$\tau = \frac{M}{S}$$

Tiempo de recambio y variabilidad





Escalas de tiempo y espacio características

Problema	Escala horizontal	Escala vertical	Escala de tiempo
Locales	<decenas de km	<cientos de m	< 1 hr
Mesoescálicos	decenas a cientos de km	< 1 km	<10 hr
Regionales	cientos a miles de km	<5 km	1-5 días
Globales	>miles de km	toda la atmósfera	> 1 año



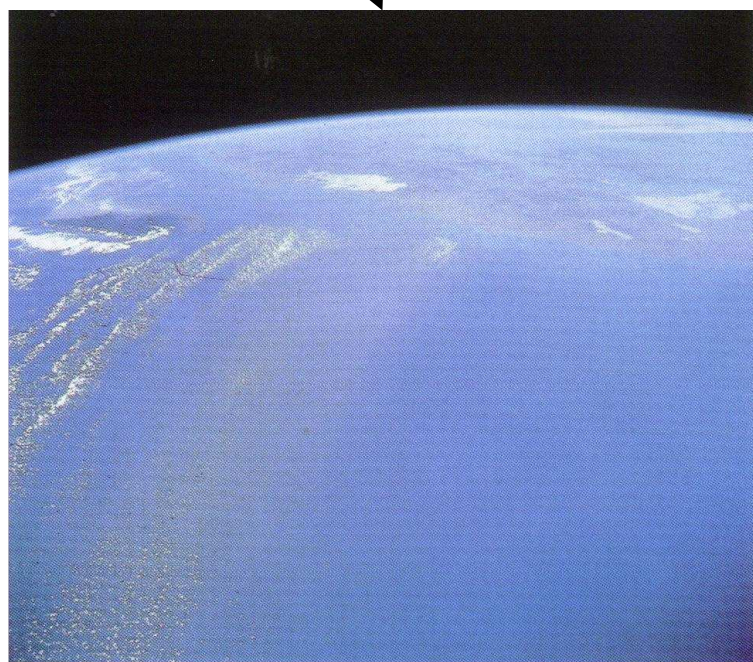
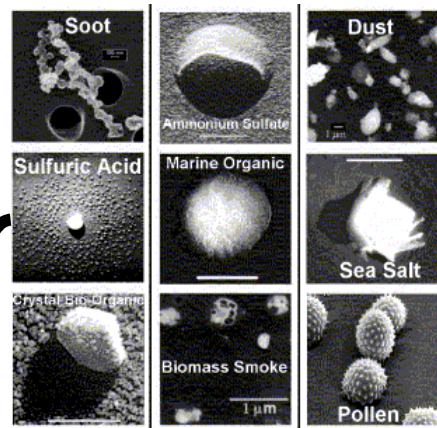
GF 3022 LGK 2009



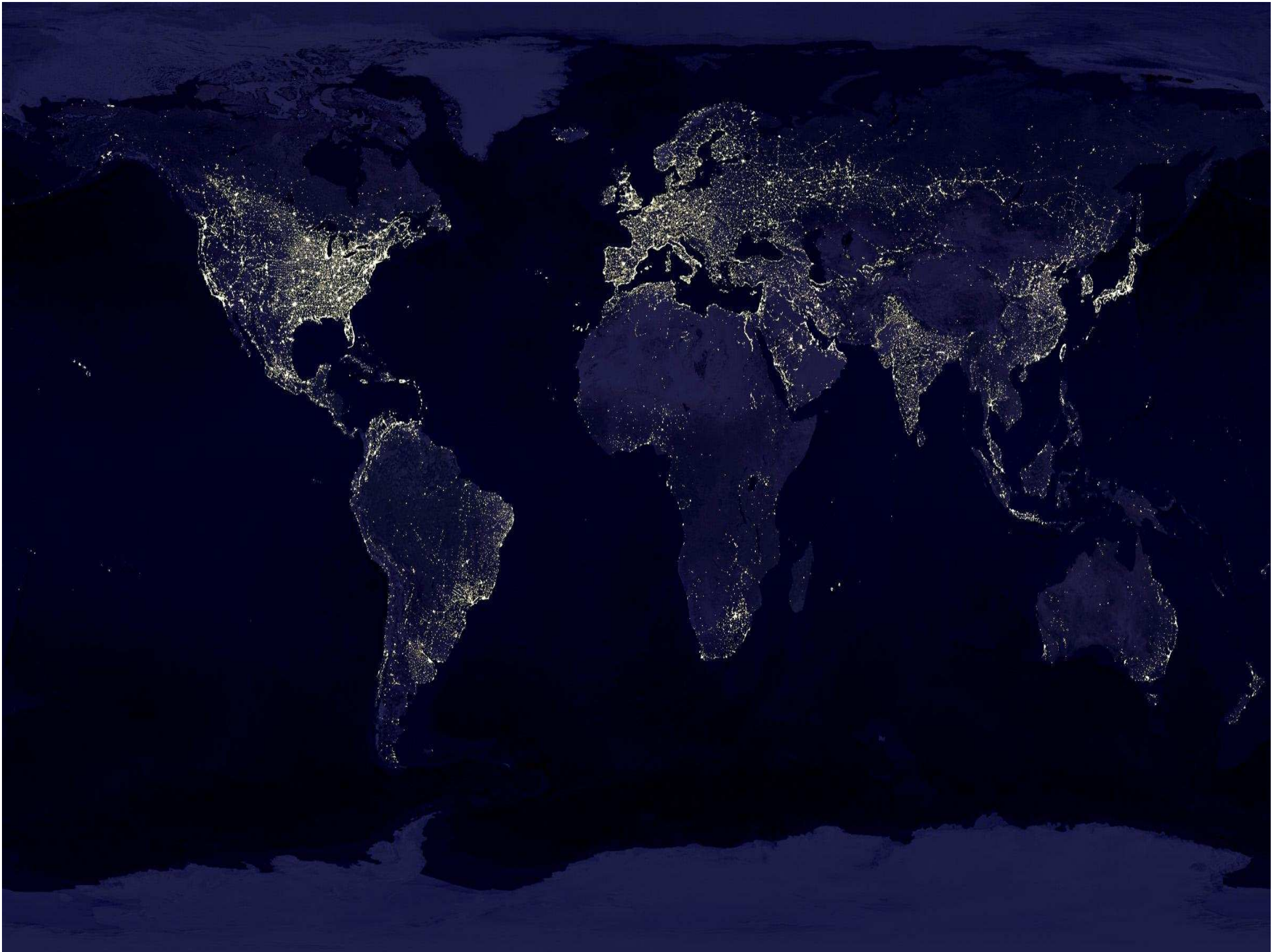
GF 3022 LGK 2009







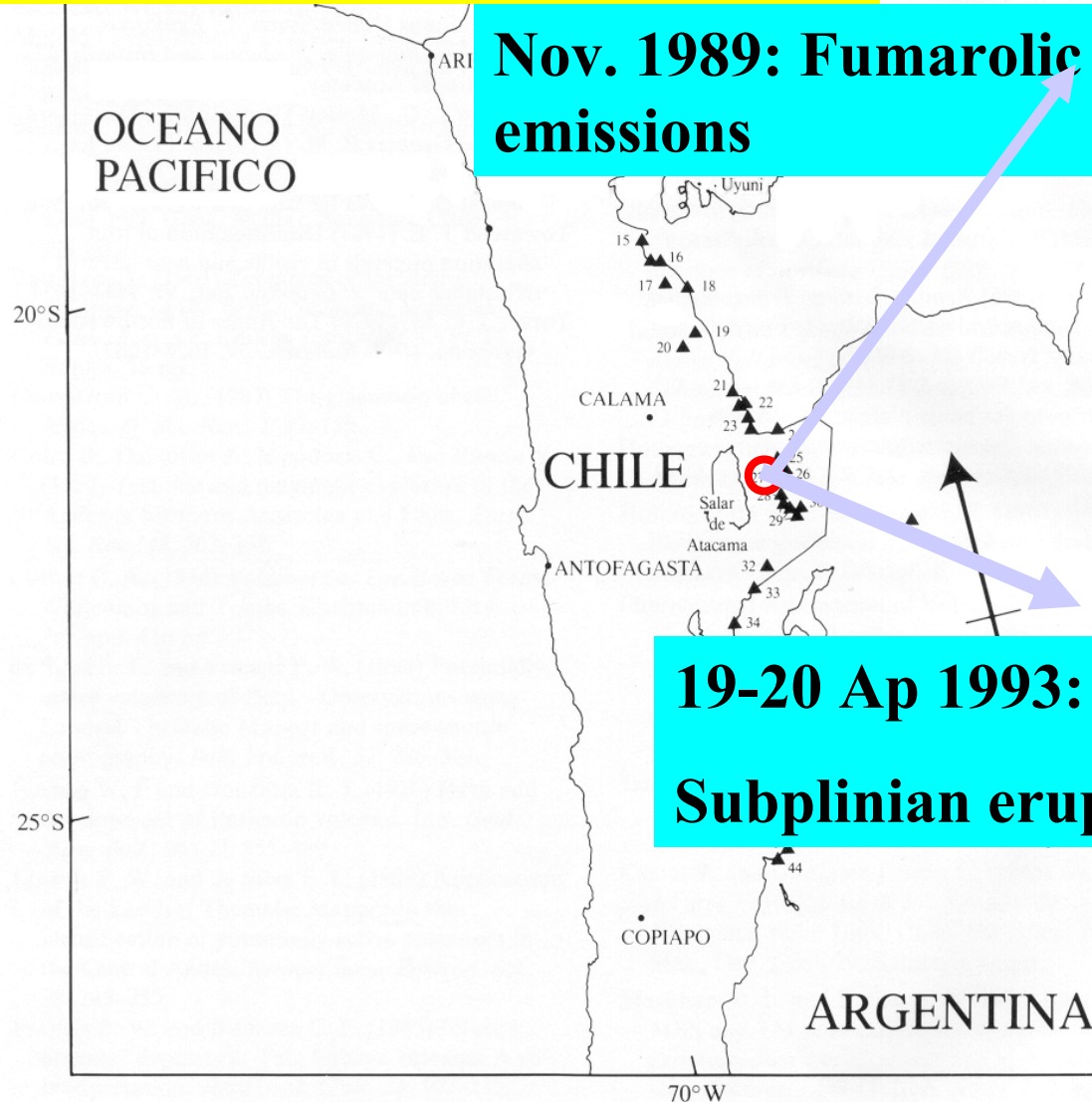
GF 3022 LGK 2009



Láscar Volcano (5593 m.a.s.l.)

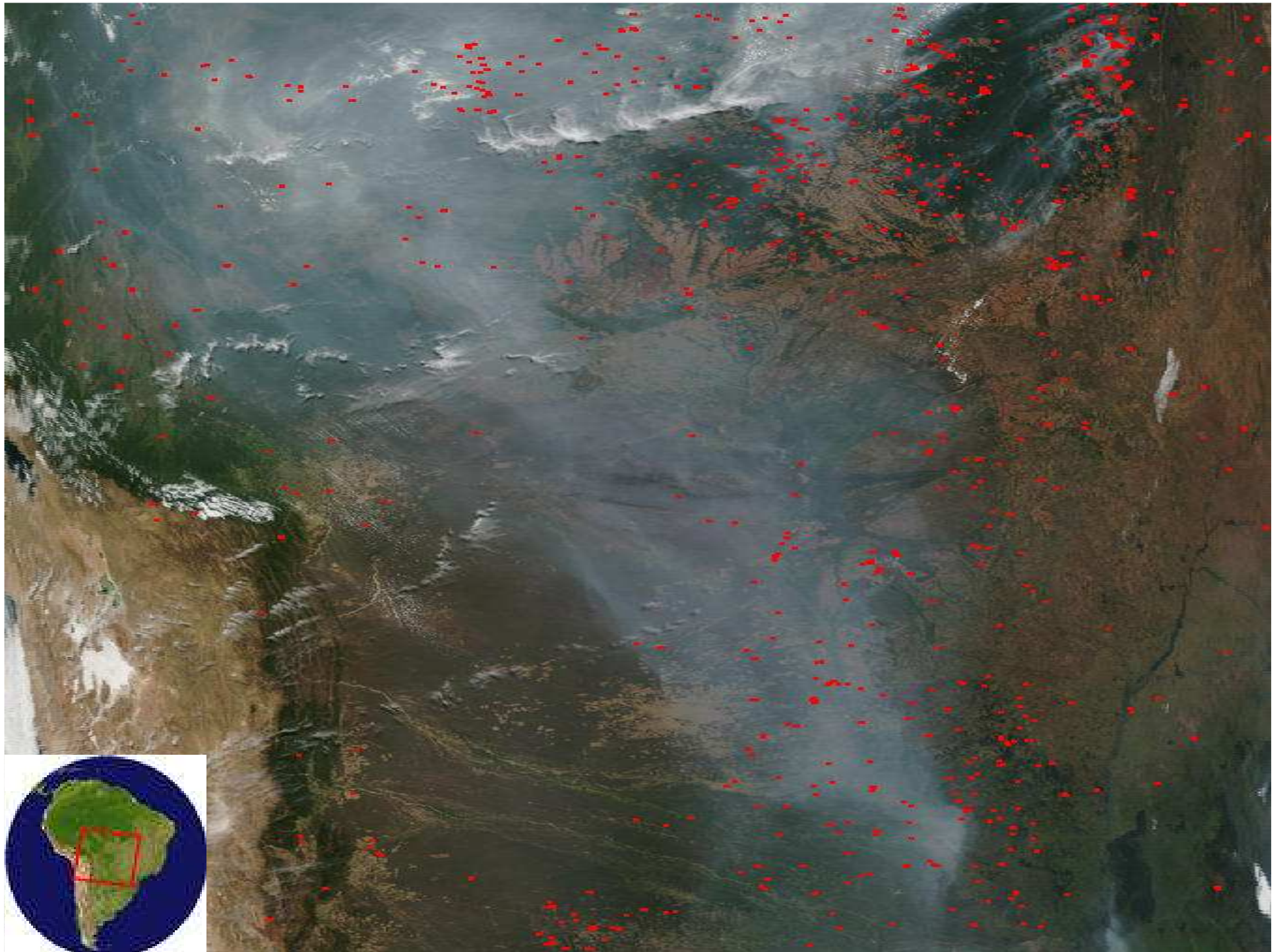
BOLIVIA

**Nov. 1989: Fumarolic
emissions**

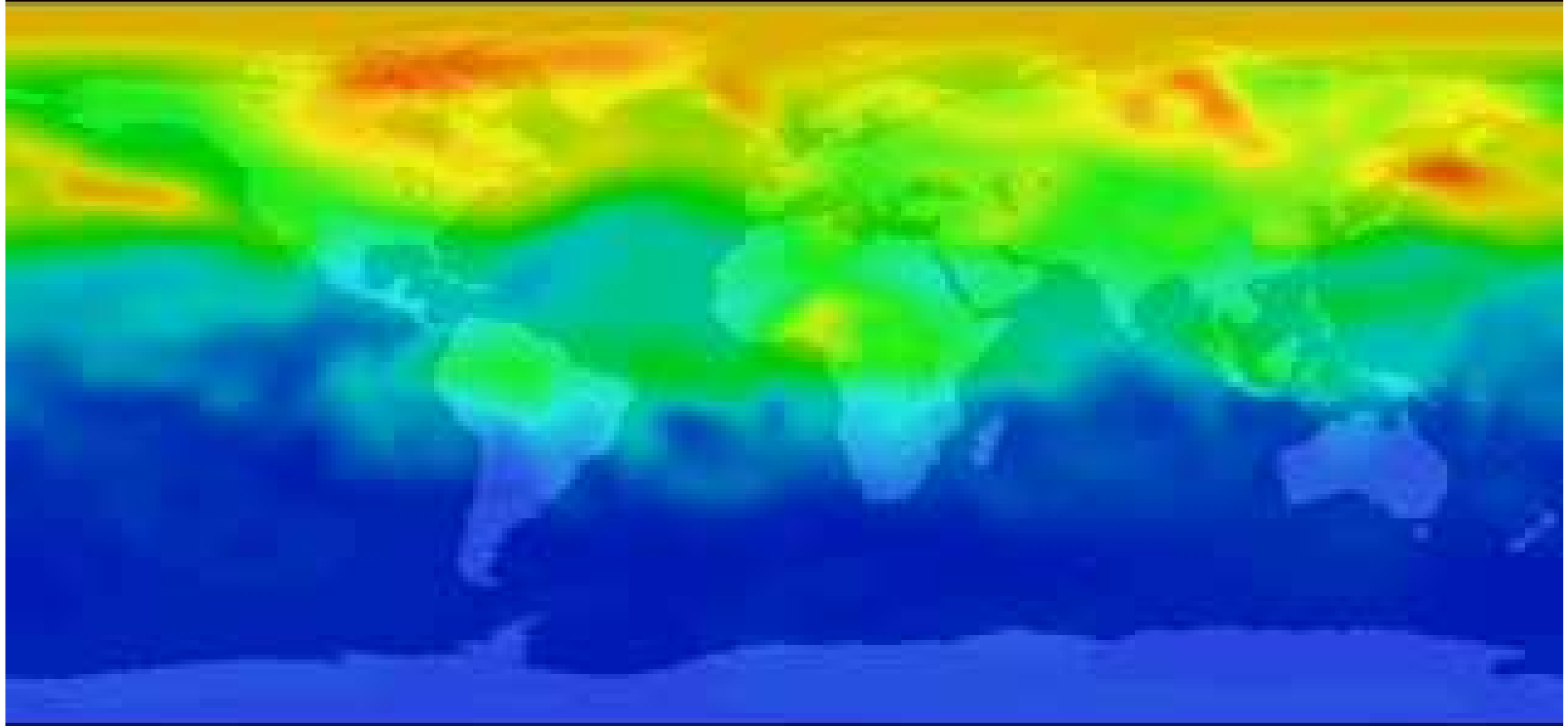


**19-20 Ap 1993:
Subplinian eruption**





CO MOPITT

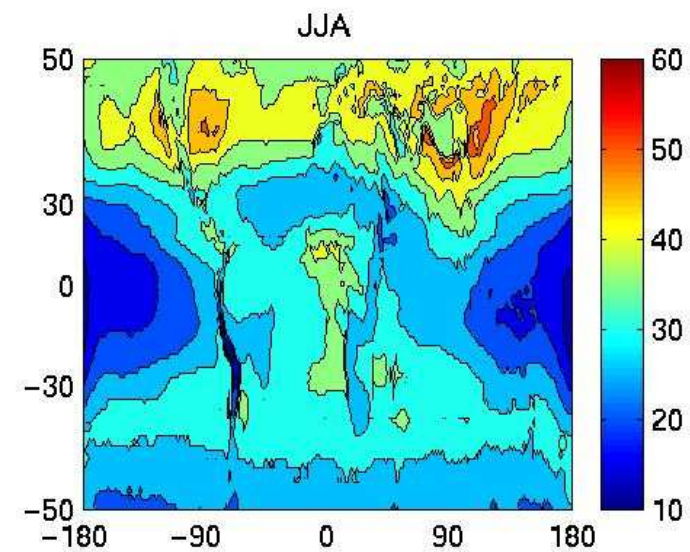
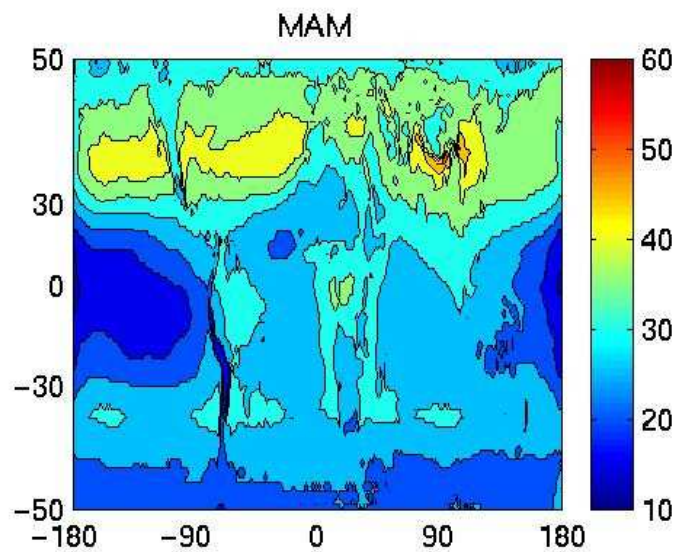
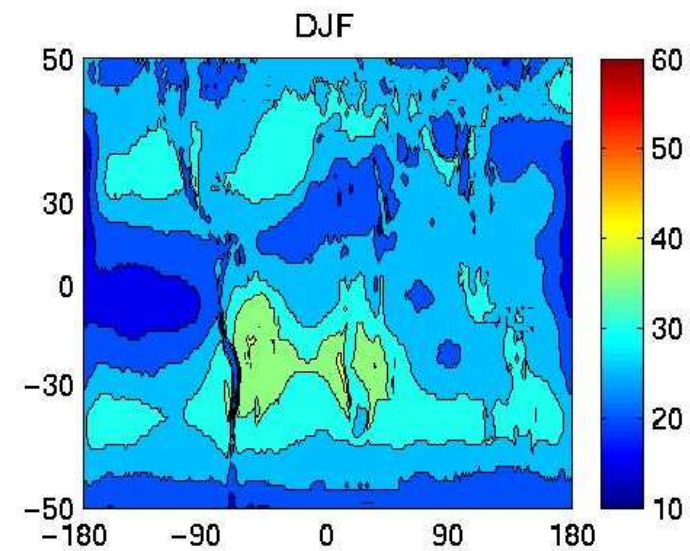
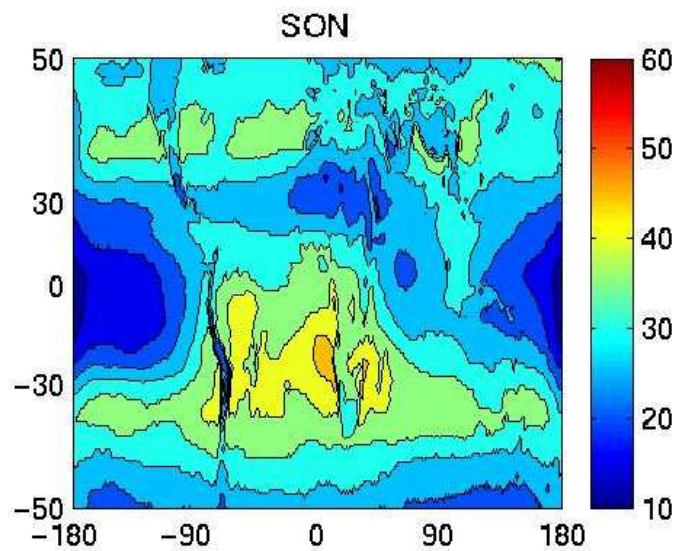


1 Mar 2000

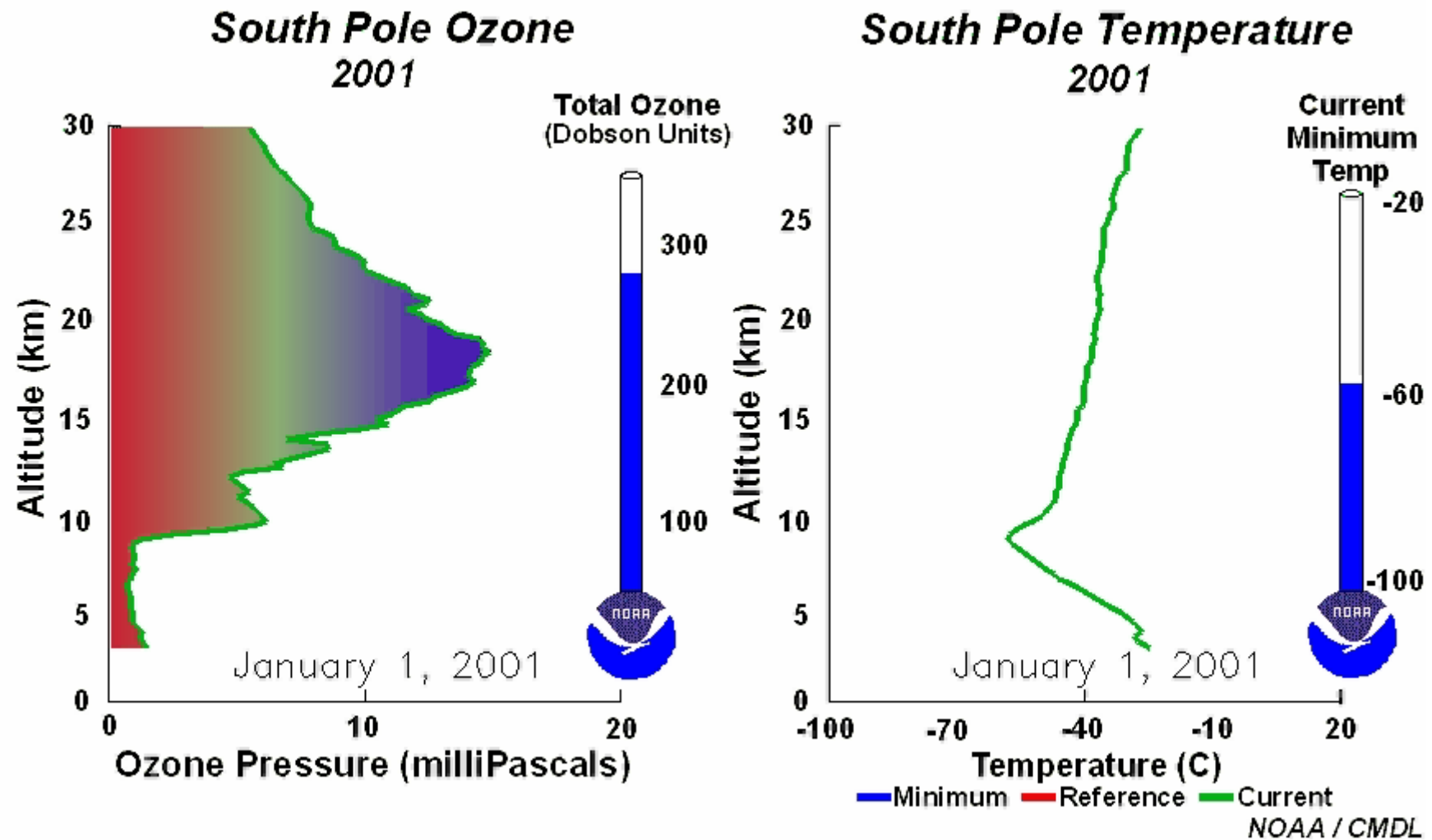
<http://www.amnh.org/sciencebulletins/earth/v/co.20041001/>

TOR: Tropospheric Ozone Residual

<http://asd-www.larc.nasa.gov/TOR/data.html>



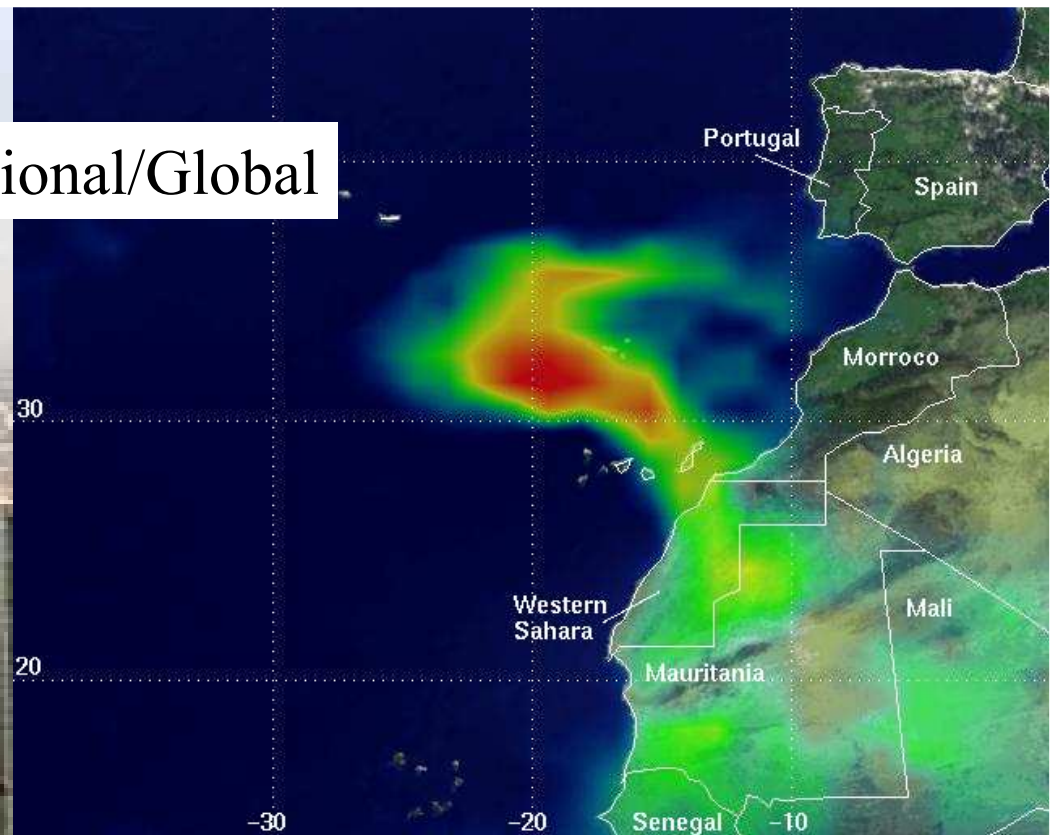
Ver también: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/spo_oz/movies/anim2007.html



Local/regional



Regional/Global



Local/micro

GF 3022 LGK 2009



Discusión de casos

- Grupo 1: Quema de biomasa en el Amazonas
- Grupo 2: Calidad del aire en Beijing



Por hacer (y presentar en 3 transparencias)

- Estimar las escalas espacial y temporal
- Identificar una traza atmosférica relevante y discutir su tiempo de recambio. ¿Qué se puede decir de la variabilidad espacial de las concentraciones de esta traza?
- ¿Hay un origen antrópico en estos problemas?
- ¿Qué efectos tienen los problemas presentados?

Lecturas de hoy



- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en International Geophysics Series. Jacobson et al., editores. Elsevier Ltd.
- Gallardo, L., 2006. Trazas atmosféricas y su modelación. Capítulo 4, en Contaminación atmosférica urbana : episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago, Morales et al (Eds). Editorial Universitaria. ISBN: 956-11-1835-1