

Charla 11: Introducción al Modelo HYSPLIT de Trayectorias

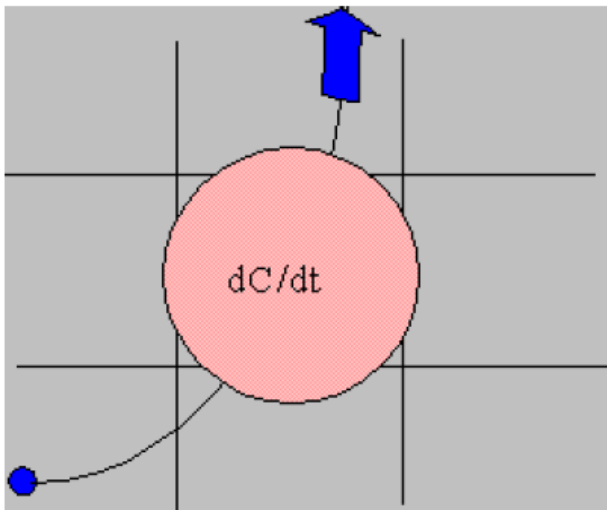
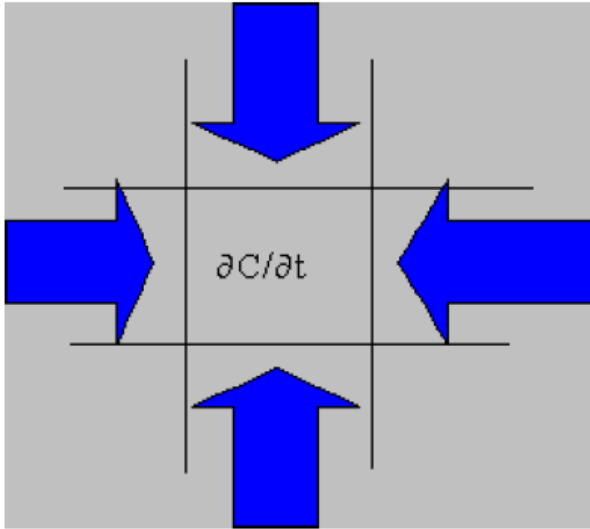
**Taller Centroamericano de
Pronosticado de la Calidad del Aire
San José, Costa Rica**

17-21 de Octubre del 2011

Fuente: Tutoriales y Presentaciones de ARL



Introducción



Métodos de Integración

➤ Euleriano

- Derivado local.
- Se resuelve sobre todo el área.
- Idóneo para fuentes múltiples.
- Maneja química compleja con facilidad.
- **Problemas con la difusión artificial.**

➤ Lagrangiano - **HYSPLIT**

- Derivado total.
- Se resuelve sólo por la trayectoria.
- Idóneo para fuentes puntuales.
- Linealidad implícita para la química.
- Soluciones no lineales disponibles.
- **No es tan eficiente en el caso de fuentes múltiples.**

Componentes del Modelo HYSPLIT

- Esquema de advección pronosticador-corrector; **integración adelantada o retrasada**.
- Interpolación lineal espacial y temporal de la meteorología (**externa y fuera de línea**).
- Convertidores disponibles: ARW, ECMWF, RAMS, MM5, NMM, GFS....
- Mezclado vertical basado en la similitud SL, Bl, Ri o TKE.
- Mezclado horizontal basado en la deformación de velocidad, similitud SL o TKE.
- Coeficientes de mezclado convertidos a variaciones de velocidad para la dispersión.
- Dispersión calculada con base en partículas en 3D, nubes (*puffs*) o ambas simultáneamente.
- Distribuciones modeladas de partículas (nubes) pueden ser Top-Hat o Gaussianas.
- Concentraciones obtenidas según partículas en celda o desde una nube.
- Múltiples cuadrículas simultáneas de meteorología y concentraciones.
- Soporte para proyecciones latitud-longitud o conformales para la meteorología.
- Cuadrículas de meteorología anidadas ofrecen la resolución más fina y reciente.
- Se obtienen módulos de química no lineales utilizando un intercambio híbrido Lagrangiano-Euleriano.
- Producto gráfico estandarizado en Postscript, Shapefiles o Google Earth (kml).
- Distribución: Programas ejecutables en PC y Mac; también en fuente UNIX (LINUX).

HYSPLIT se puede ejecutar directamente desde Internet

ARL

Air Resources Laboratory

READY



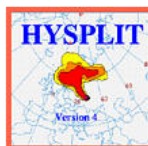
[HOME](#) | [HYSPLIT](#) | [DISPERSION MODELING](#) | [METEOROLOGY](#) | [EMERGENCY ASSISTANCE](#) | [STATUS](#) | [CONTACTS](#)

HYSPLIT

On-line Transport and Dispersion Model

TRAJECTORY MODEL

- Compute trajectories
- Model results
- U.S. Trajectory Forecasts



DISPERSION MODEL

- Compute concentrations
- Model results

Publications using HYSPLIT results, maps or other READY products provided by NOAA ARL are requested to include an acknowledgement of, and citation to, the NOAA Air Resources Laboratory. Appropriate versions of the following are recommended:

Citation

Draxler, R.R. and Rolph, G.D., 2003. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.

Rolph, G.D., 2003. Real-time Environmental Applications and Display sYstem (READY) Website (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.

Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge the NOAA Air Resources Laboratory (ARL) for the provision of the HYSPLIT transport and dispersion model and/or READY website (<http://www.arl.noaa.gov/ready.html>) used in this publication.



- [HYSPLIT Use Agreement](#)
- [What is UTC, GMT, Z time?](#)
- [Questions/Comments?](#)



En España Se Está Creando un Sitio Web HYSPLIT en Español


Spain HYSPLIT



ARL
Air Resources Laboratory




F.E.D.E.R.



CIECEM
Centro Interdisciplinario de Estudios y
Consejos Científicos y
Medioambientales



CSIC



Universidad
de Huelva





NOAA
NATIONAL OCEANOGRAPHIC AND
ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

- READY HYSPLIT
- Arsenic Dispersion Model
- Sahara Airmass Outbreak Model
- HYSPLIT Trajectory Model
- HYSPLIT Dispersion Model
- Archived Data Information
- DOCUMENTATION HYSPLIT





PROYECTO COFINANCIADO
POR LA UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL

HYSPLIT - Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model

The HYSPLIT model has been configured to run interactively on this web site under a Memorandum of Agreement between the [NOAA Air Resources Laboratory](#) and the [University of Huelva - CIECEM](#).

Arsenic Model



Intrusiones Saharianas



Trajectory Model



Dispersion Model





Modified: June 16, 2009
Universidad de Huelva | CIECEM



Hasta la fecha sólo han traducido unos cuantos componentes, pero se tiene proyectado tener todo el sitio web en español.

Datos Meteorológicos

Introducción

- Como mínimo, HYSPLIT requiere: u, v, w, T, P_{sfc} (RH o Q opcional) en tres dimensiones.
- Los datos meteorológicos se introducen en formato especial para minimizar el tiempo de ejecución.
 - Formato binario comprimido
 - Cada campo se introduce a cada nivel por un período de tiempo y luego se repite según sea necesario.
- Todos los datos de pronóstico disponibles actualmente en los menús de HYSPLIT provienen de los Centros Nacionales de Pronosticado Ambiental (*National Centers for Environmental Prediction – NCEP*) de la NOAA.
- Pronóstico o Análisis
 - Se requiere inscribirse para ejecutar el modelo de dispersión HYSPLIT con datos pronosticados.
 - Hay disponibles datos globales y para la región sobre Norteamérica.
- HYSPLIT para PCs descarga datos directamente de los servidores ARL de la NOAA. Hay opciones disponibles para cambiar a otros servidores FTP.

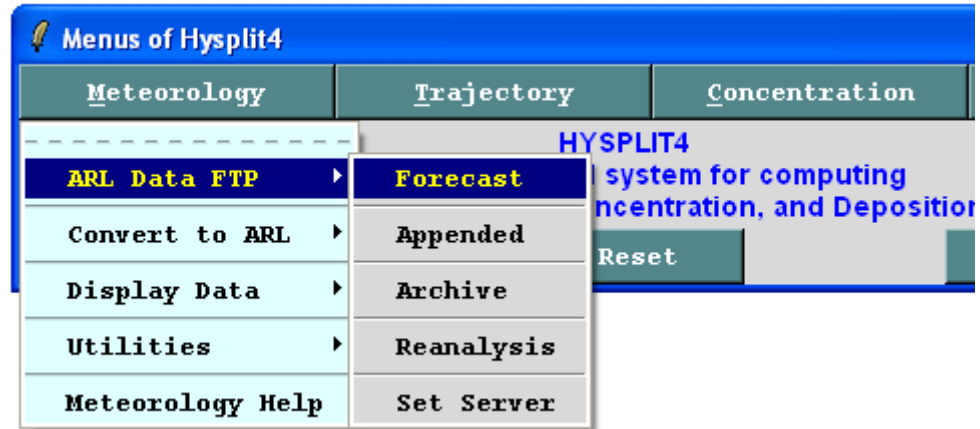
Datos Meteorológicos

☑ Datos Meteorológicos para Pronósticos:

- ☑ North American Meso (**NAM**)
- ☑ Rapid Update Cycle (**RUC**)
- ☑ Global Forecast System (**GFS**)

☑ Datos Meteorológicos para Análisis:

- ☑ North American Meso (**NAM**)
- ☑ NAM Data Assimilation System (**NDAS**, formerly **EDAS**)
- ☑ Global Data Assimilation System (**GDAS**, formerly **FNL**)
- ☑ Global **Reanalysis**



Para mayor información:

<http://www.arl.noaa.gov/READYmetdata.php>

<http://www.arl.noaa.gov/archives.php>

<http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/>

Cálculo de Trayectoria para Una Sola Partícula

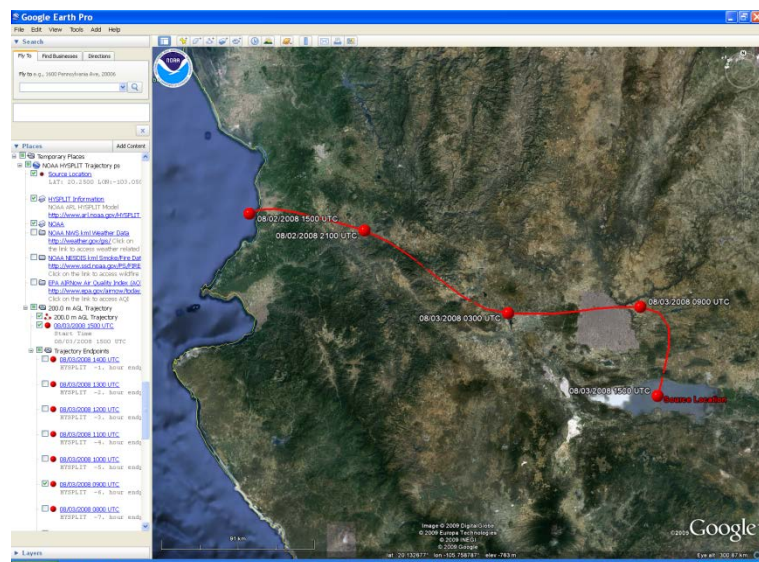
- Position computed from average velocity at the initial position (P) and first-guess position (P'):

$$P(t+dt) = P(t) + 0.5 [V(P\{t\}) + V(P'\{t+dt\})] dt$$

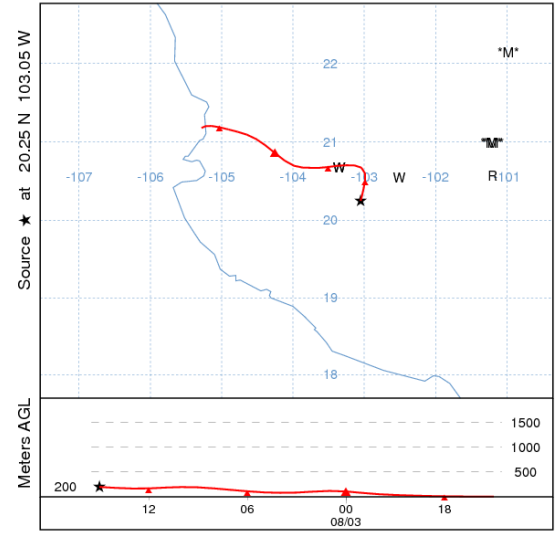
$$P'(t+dt) = P(t) + V(P\{t\}) dt$$

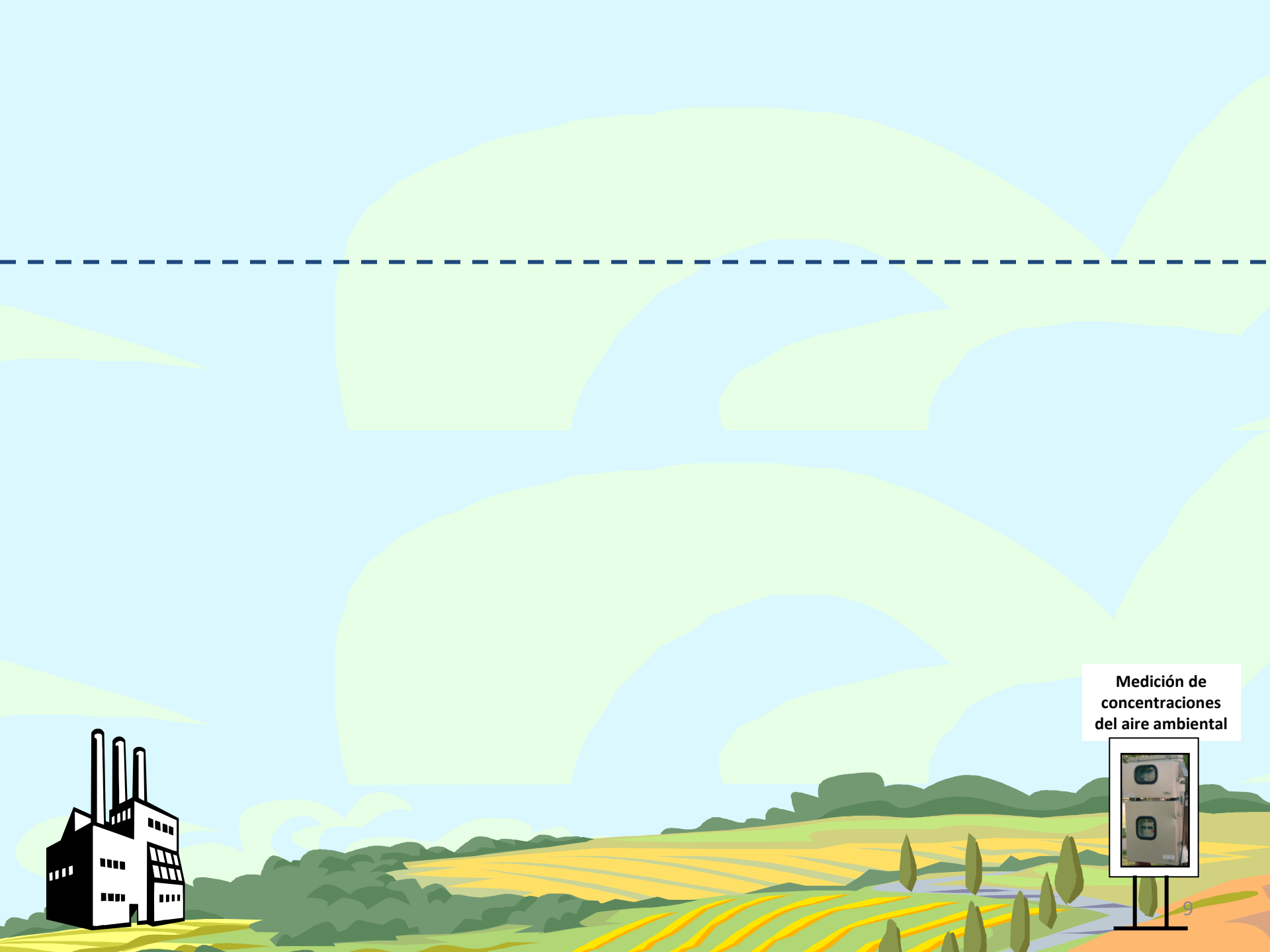
- The integration time step is variable: $V_{\max} dt < 0.75$
- The meteorological data remain on its native horizontal coordinate system
- Meteorological data are interpolated to an internal terrain-following sigma coordinate system:

$$s = (Z_{\text{top}} - Z_{\text{msl}}) / (Z_{\text{top}} - Z_{\text{gl}})$$



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectory ending at 1500 UTC 03 Aug 08
EDAS Meteorological Data





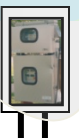
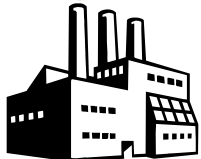
**Medición de
concentraciones
del aire ambiental**



A más de 20 kms de la fuente, cuando la trayectoria adelantada desde la fuente queda dentro de la capa de fricción (*planetary boundary layer – PBL*), la fuente podrá impactar al punto de medición, aun cuando al punto final de la trayectoria cerca de ese punto no esté a la misma altura que el equipo muestreador. Esto se debe al hecho de que la PBL está relativamente bien mezclada durante horas diurnas.

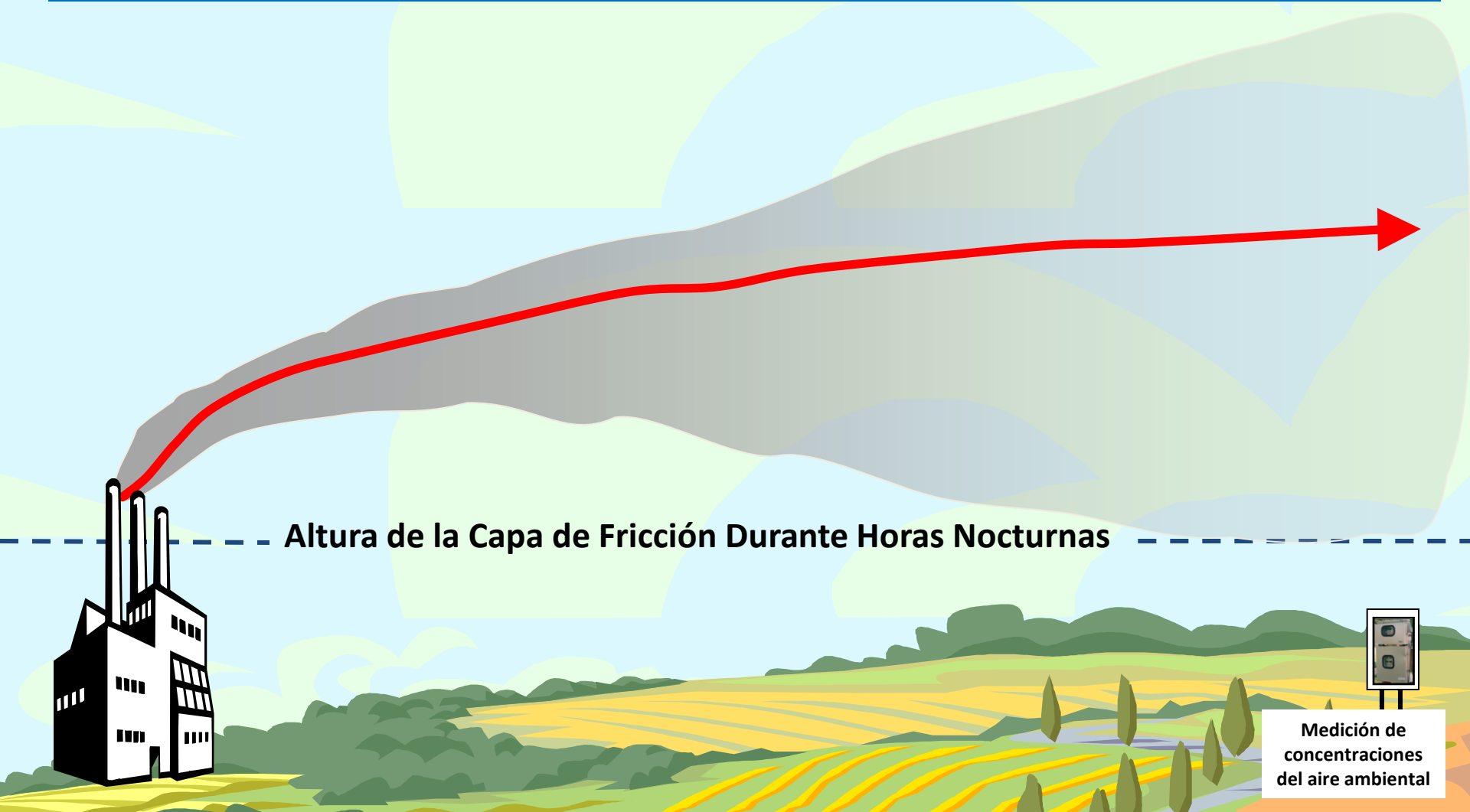
----- Altura de la Capa de Fricción Durante Horas Diurnas -----

- ❑ Una trayectoria adelantada es la 'línea centro' de una pluma.
- ❑ La dispersión horizontal y vertical se da alrededor de esta línea.

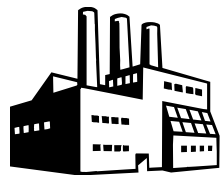


Medición de
concentraciones
del aire ambiental

- ❑ Generalmente la capa de fricción (PBL) es mucho más somera en horas nocturnas.
- ❑ Las emisiones de una chimenea alta podrían quedar sobre la altura de la PBL.
- ❑ En este caso, habrá poco o ningún impacto registrado por un equipo de monitoreo a nivel de suelo hasta el día siguiente, cuando la altura de la capa de fricción vuelva a subir.



- ❑ Generalmente la capa de fricción (PBL) es mucho más somera en horas nocturnas.
- ❑ Las emisiones de una chimenea baja podrían quedar dentro de la PBL.
- ❑ Sin embargo, en caso de un contaminante de deposición seca relativamente rápida (p.ej., el mercurio gaseoso reactivo), puede que cuando la pluma alcance el monitor quede poca cantidad de ese contaminante.



Altura de la Capa de Fricción Durante Horas Nocturnas

La deposición seca puede disminuir la pluma de altura baja.

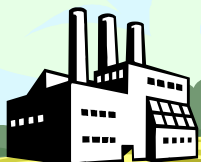
Medición de
concentraciones
del aire ambiental

- ❑ ¿Qué implican estos conceptos para una trayectoria retrasada?
- ❑ ¿A qué ALTURA debemos empezar la trayectoria retrasada?
- ❑ Si se empieza a una altura muy baja, el modelo de trayectorias no funciona muy bien porque las trayectorias descienden hasta el nivel del suelo y se detienen.
- ❑ La 'mejor' altura inicial para las trayectorias retrasadas podría ser el punto medio de la capa de fricción (PBL).

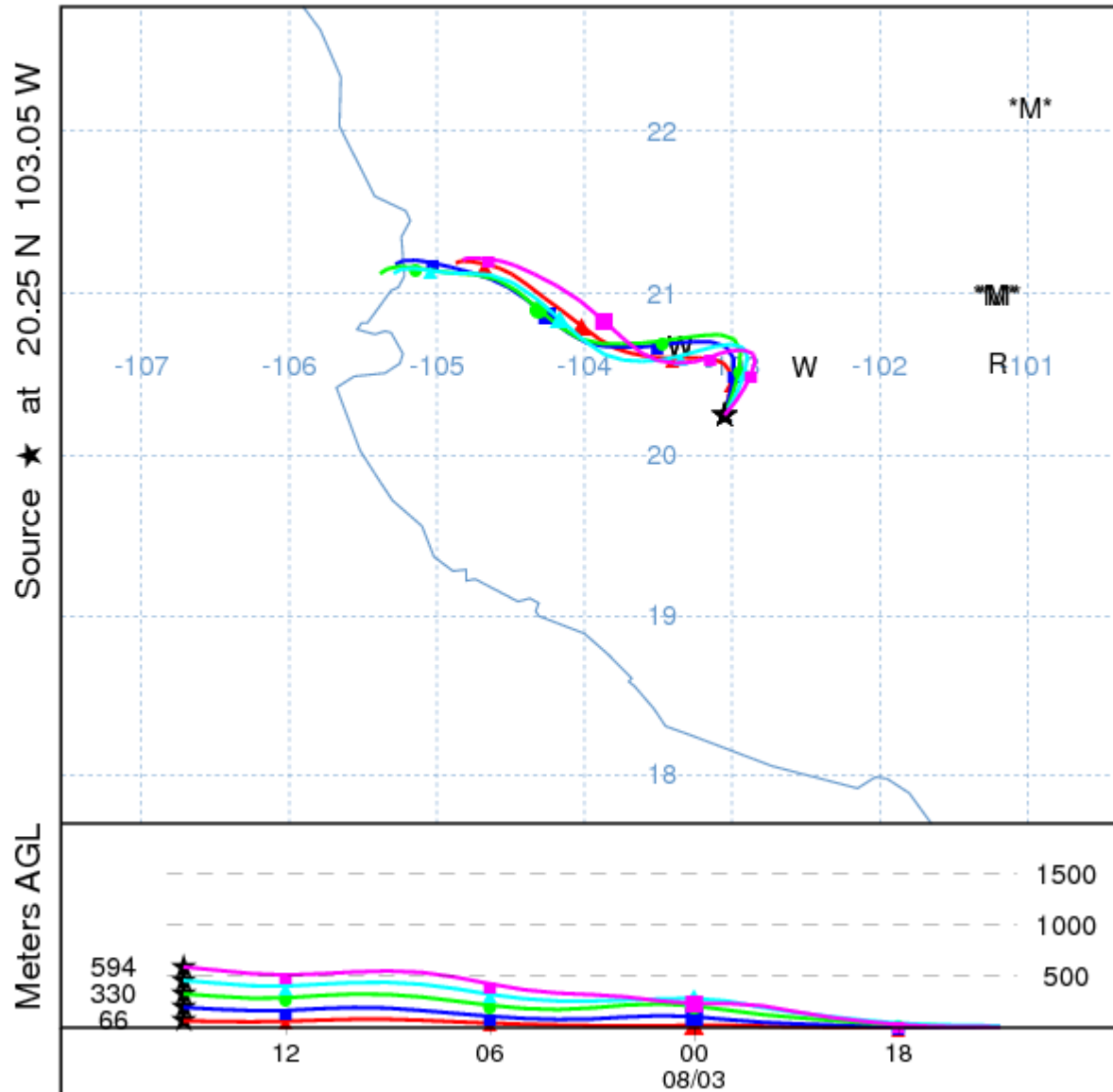
----- Altura PBL -----

$H = 0.5 * PBL$

Medición de
concentraciones
del aire ambiental

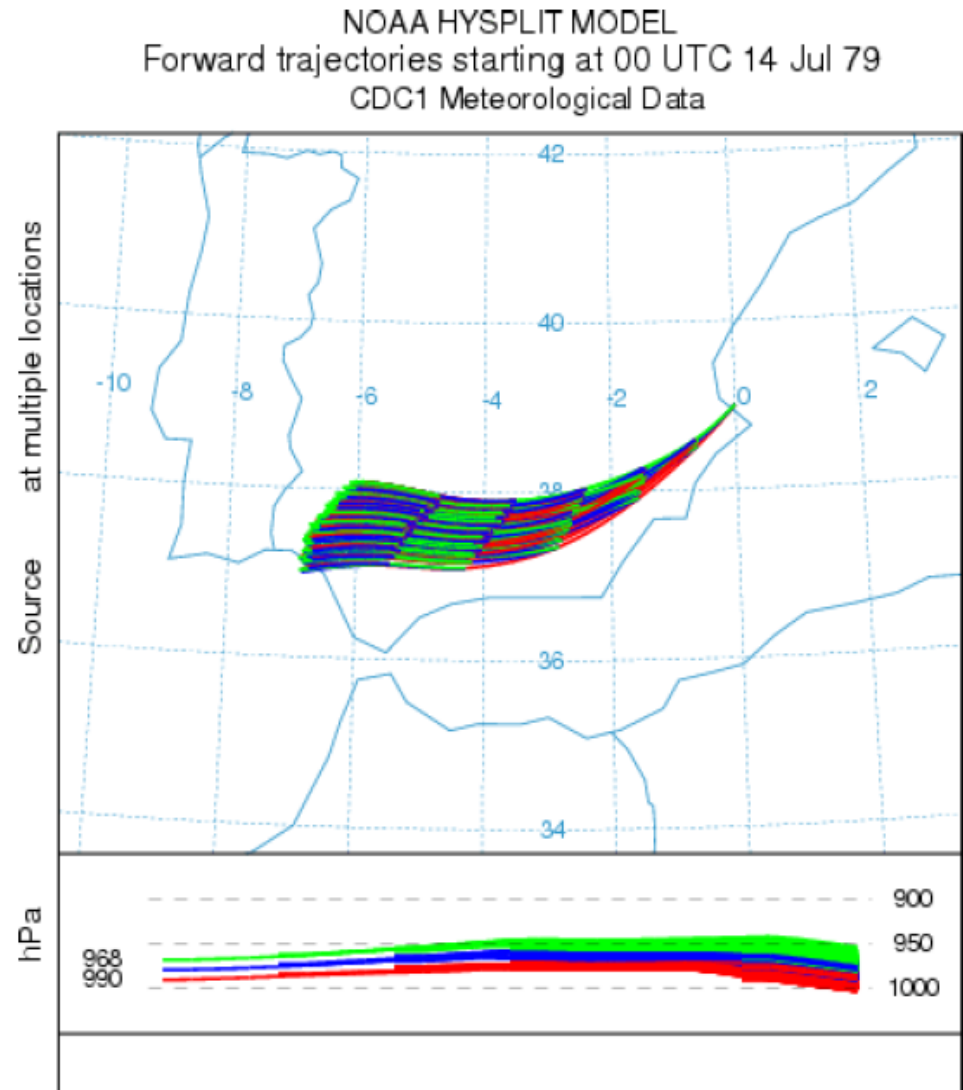


NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 1500 UTC 03 Aug 08
 EDAS Meteorological Data



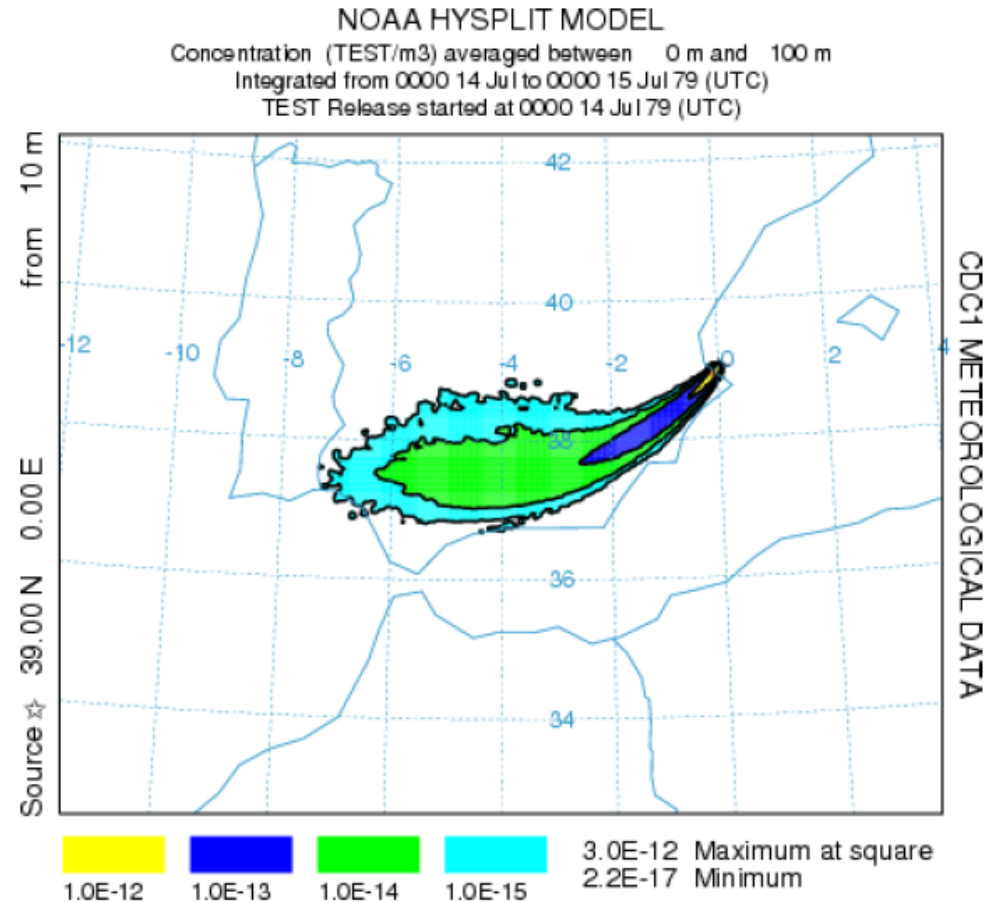
Representación de una Pluma con Trayectorias

- Una sola trayectoria no puede representar adecuadamente la expansión de una nube de contaminación cuando se varían el espacio y la altura del campo.
- El simulacro debe hacerse con muchas partículas contaminantes.
- En este cuadro se inician trayectorias nuevas cada cuatro horas a 10, 100 y 200 metros de altura para representar el transporte dentro de la capa de fricción.
- El resultado se parece a una pluma porque la velocidad y dirección del viento varían según la altura en la capa de fricción.

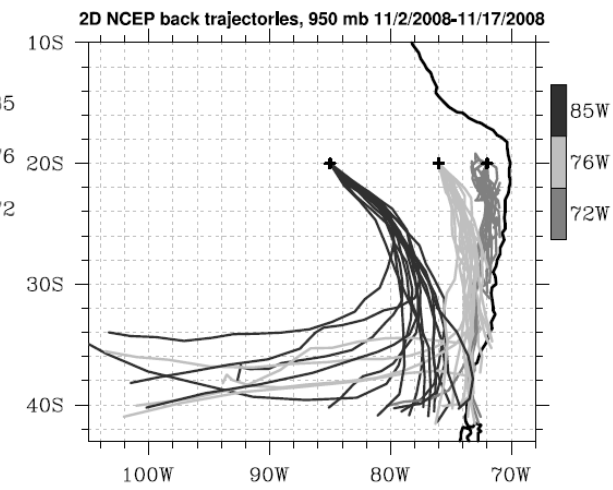
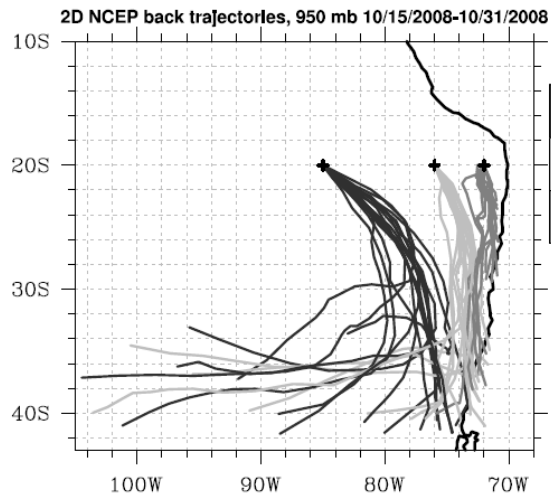
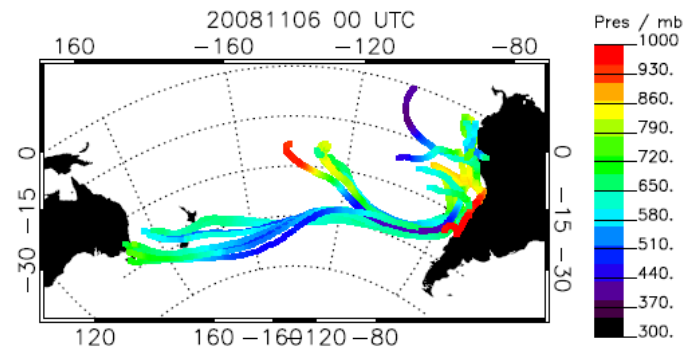
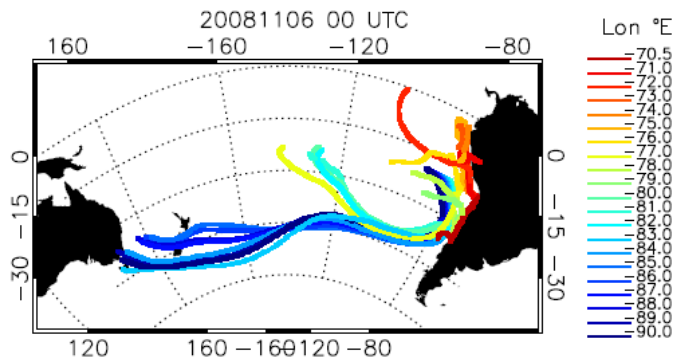
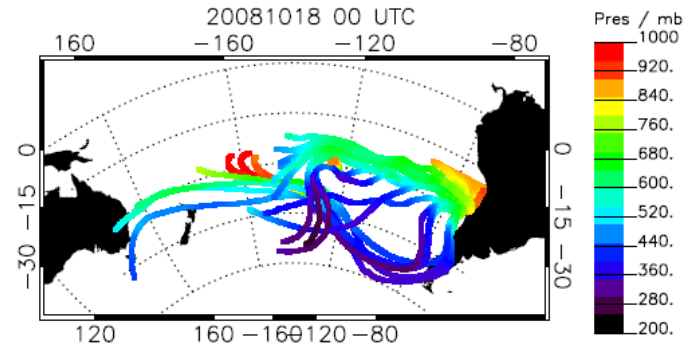
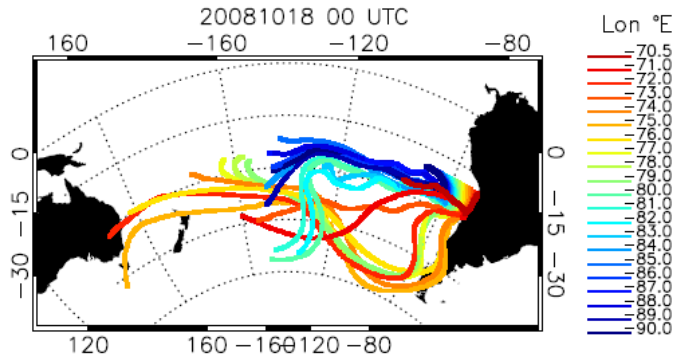


Opciones para Simular Plumas Basadas en Trayectorias

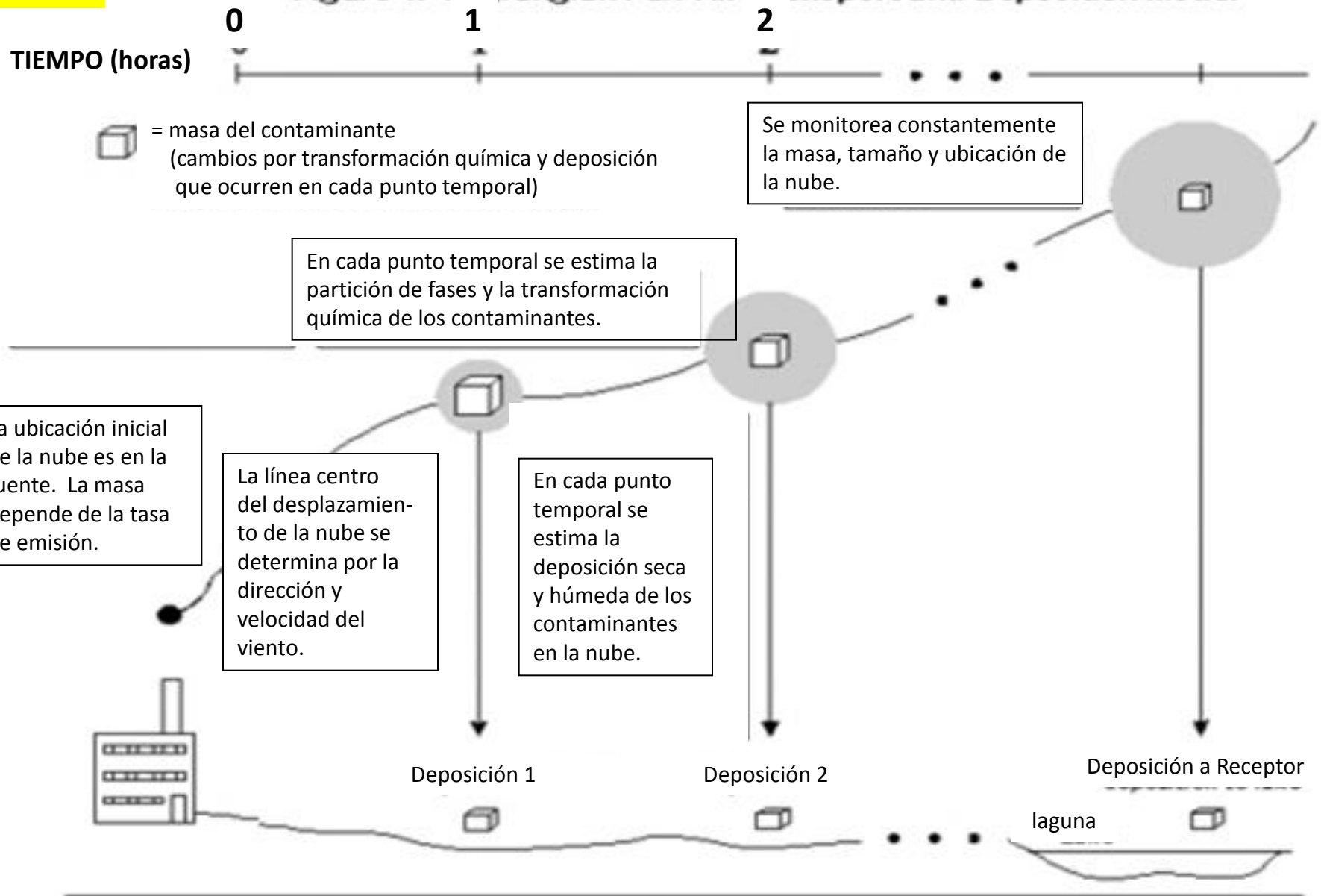
- **Partícula:** Una masa puntual de un contaminante. Se libera una cantidad fija con desplazamiento medio y aleatorio.
- **Nube:** Un cilindro 3D con una distribución creciente de concentraciones tanto vertical como horizontalmente. Una nube puede partirse si alcanza gran tamaño.
- **Híbrido:** Un objeto 2D circular (masa plana con cero profundidad) donde el contaminante horizontal muestra distribución en forma de nube y en lo vertical funciona como partícula.



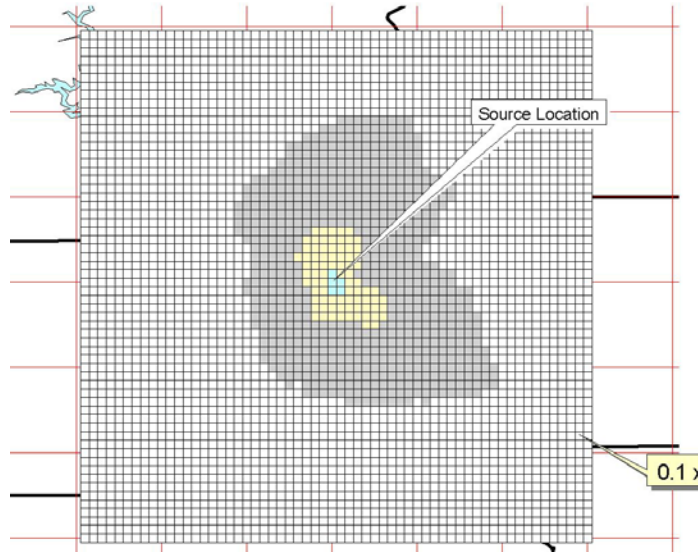
Aplicaciones: Origen de Masas de Aire



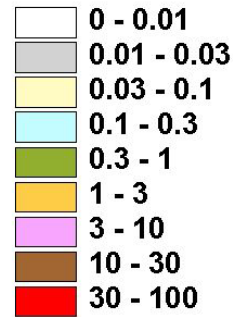
Modelo Lagrangiano de Transporte y Destino Atmosférico de Nubes



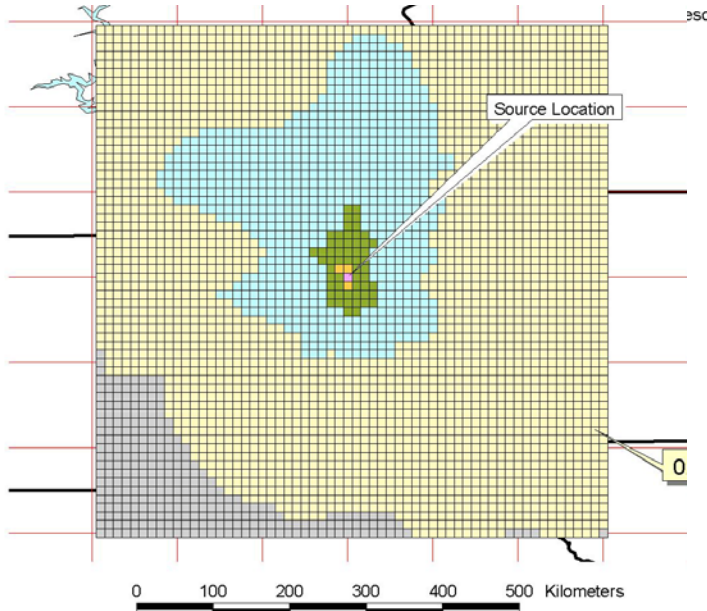
Resumen de Deposición Anual para Emisiones de Hg Elemental con Fuente a 250 mt de Altura



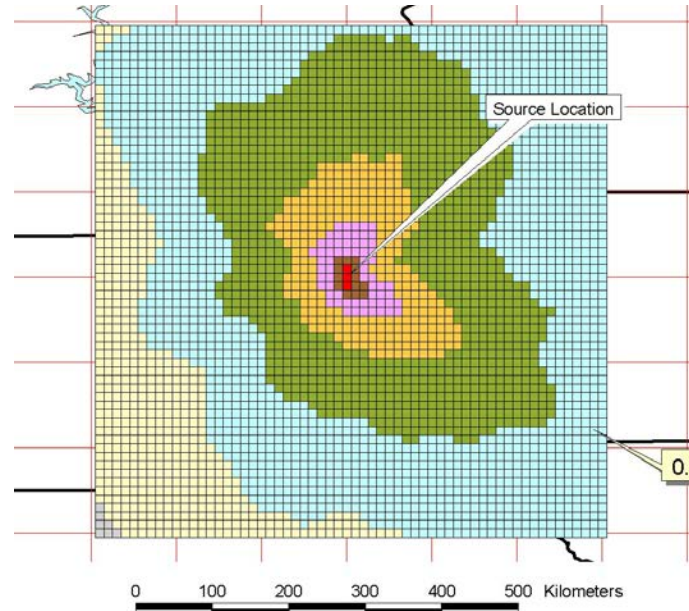
Deposición Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$) con Fuente que Emite 1 kg/día



Resumen de Deposición Anual para Emisiones de Hg Elemental con Fuente a 250 mt de Altura



Resumen de Deposición Anual para Emisiones de Hg Elemental con Fuente a 250 mt de Altura



Hypothetical emissions source at lat = 42.5, long = -97.5; simulation for entire year 1996 using archived NGM meteorology (180 km r)

Hypothetical emissions source at lat = 42.5, long = -97.5; simulation for entire year 1996 using archived NGM meteorology (180 km r)