

# Master Oficial en Clima, Energía y Riesgo Ambiental

## GUIÓN DE PRÁCTICA

Curso 2010-2011

### Clase práctica de Dinámica Atmosférica: Ejecución del modelo regional climático REMO

#### Breve descripción

En esta clase práctica vamos a aprender todo lo necesario para configurar y ejecutar la versión paralela del modelo climático REMO(ver anexo al final del documento). Para ello vamos a ver todos los pasos que hay que hacer para crear desde cero una nueva aplicación de este modelo.

La práctica consistirá en generar y configurar todos los ficheros de entrada para poder simular un mes de la dinámica atmosférica de la Península Ibérica a una resolución de  $0.44^\circ$  (~50km). También veremos los primeros pasos del post-procesamiento que se aplica a las salidas del modelo.

Toda la practica será realizada en una maquina multiprocesador de 32 cpus que esta ubicada en el edificio de la Escuela Politécnica de la Universidad de Alcalá y a la cual se accederá de manera remota a través de la red de la misma universidad.

#### Sumario de la práctica

- ✓ **Introducción al modelado climático de area limitata(LAM)**
- ✓ **Preparación del entorno de trabajo**
  1. Configuración de una maquina Windows para la conexión remota a un sistema Unix a través del protocolo ssh y un sistema de ventanas X
  2. Los comandos básicos para interactuar con los sistemas Unix
- ✓ **Preparación, ejecución y post-procesamiento de una simulación( )**
  3. Obtención y visualización de las librerías de suelo
  4. Generación de las condiciones de contorno
    - 4.1 Compilación de los programas para la interpolación
    - 4.2 Ejecución del script para la generación de las condiciones de contorno
  5. Compilación del modelo
  6. Ejecución del modelo: El “run script”
  7. Interpolación de las salidas a nivel de presiones estándar
- ✓ **Anexo: Características generales del modelo climático REMO**

#### Herramientas utilizadas en esta práctica

##### CDO (Climate Data Operator)

Es un software práctico y relativamente sencillo para manipular y analizar datos climáticos.

Documentación y más información: <http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/software/cdo/cdo.pdf>

### **ncview (netcdf viewer)**

Un software práctico y sencillo para visualizar de manera rápida y eficaz ficheros en formato netcdf  
Documentación y más información: [http://meteora.ucsd.edu/~pierce/ncview\\_home\\_page.html](http://meteora.ucsd.edu/~pierce/ncview_home_page.html)

### **kwrite y VIM**

Editores de texto muy usados en entornos unix

### **Bash script**

Una manera muy potente y eficaz para interactuar con los sistemas Unix. Consiste en un fichero de texto que contiene una secuencia de comandos a ejecutar.

## ✓ **Introducción al modelado climático de área limitada (LAM)**

La diferencia fundamental entre los modelos meteorológicos o climáticos de circulación general y los LAM es que en los primeros tan solo se necesitan las **condiciones iniciales**, o lo que es lo mismo tienen condiciones de contorno periódicas, mientras que los modelos de área limitada necesitan de **condiciones de contorno** durante todo el periodo de integración. Por lo tanto normalmente para la integración de los modelos de área limitada se toman condiciones iniciales y de contorno a partir de las salidas de modelos que cubren un área mayor que pueden ser otros modelos LAM o modelos globales. En general podremos decir que éstos se integran siempre anidados a otros modelos que cubren un área superior, ver Figura 1.

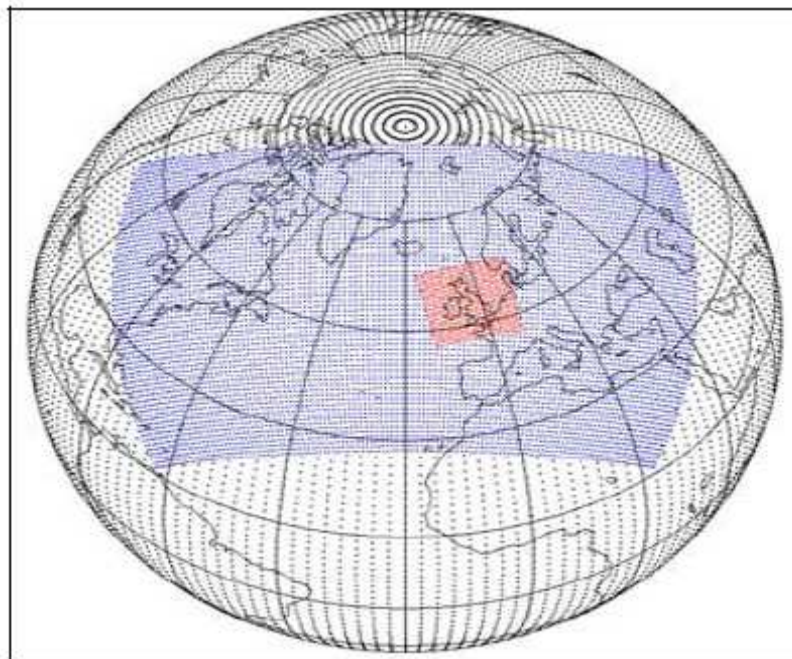


Figura 1. Ejemplo de anidamiento, a un modelo global y a un modelo LAM.

Actualmente existe una gran variedad de modelos meteorológicos de área limitada, haciéndose a veces la distinción entre modelos LAM y modelos de mesoescala. En general un modelo de mesoescala es un modelo de área limitada pero que está ideado para trabajar a resoluciones del orden de la mesoescala (Pielke 1984).

La idea de crear este tipo de modelos viene dado por la necesidad de realizar integraciones de alta resolución o al menos de una resolución mayor (un tamaño de rejilla menor) que la dada por los modelos globales. Dicha necesidad viene dado principalmente por la importancia que sobre los efectos meteorológicos regionales o mesoescalares tiene la orografía y las propiedades del suelo.

Efectos que no pueden ser simulados por los modelos globales, que aunque resuelven de una forma aceptable la meteorología sinóptica, debido a su resolución ( 80km aprox. ) no son capaces de apreciar efectos locales tales como, brisas, vientos locales, etc .. En la figura 1 se muestra un ejemplo de la topografía vista por dos modelos, uno global, (a) MRF (Medium Range Forecast 200km) y REMO (Regional Model, 50km ) y otro regional.

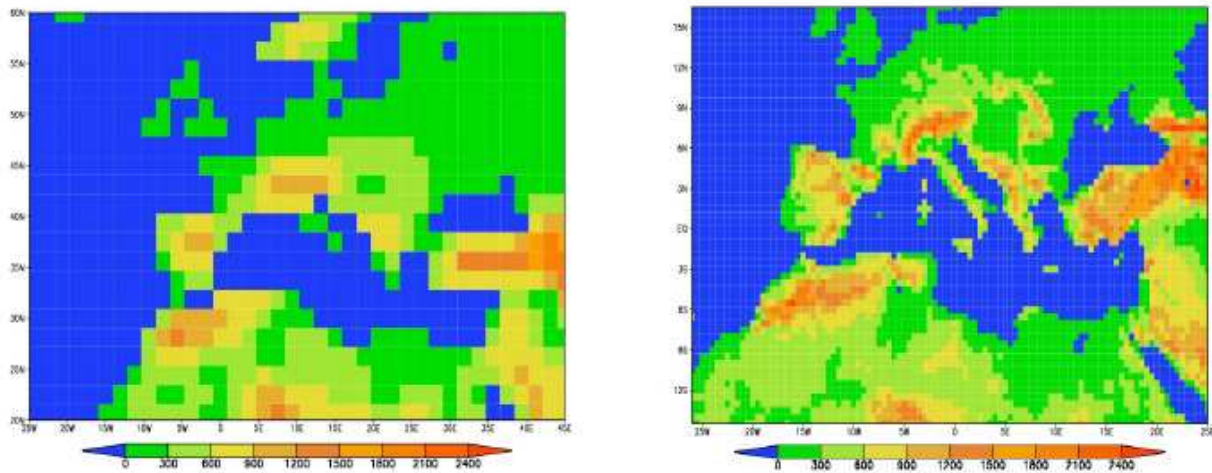


Figura 2. a) Ejemplo de resolución de un modelo global (MRF). b) Ejemplo de resolución de un modelo de área Limitada (REMO).

### ✓ Preparación del entorno de trabajo

#### 1. Configuración de una maquina Windows para la conexión remota a un sistema Unix a través del protocolo ssh y usando un servidor de ventanas X

Para podernos conectar al servidor linux en que vamos a desarrollar la práctica y para poder utilizar un sistema de ventanas X vamos a buscar y descargar el software de cliente SSH llamado “putty.exe” y el software para windows “Xming X Server for Windows”.

Primero ejecutar el programa *Xming* y a continuación el programa *putty*. Para la configuración de putty es importante que se habilite la opción “enable X11 forwarding” que se encuentra pinchando en “connection”, luego en “SSH” y por último en “X11”.

Configurar el putty utilizando los siguientes datos:

#### Datos de acceso al servidor “Perico” del dpto. de Automática

Host : 172.29.23.181

Usuario: \_\_\_\_\_

Contraseña: \_\_\_\_\_

## **2. Los comandos básicos para interactuar con los sistemas Unix**

La introducción de los comandos básicos se hará en clase.

Para profundizar en el estudio de unix utilizar uno de los muchos manuales disponible en Internet como por ejemplo el manual básico de linux:

[www.ice.udl.cat/udv/manuals/linux.pdf](http://www.ice.udl.cat/udv/manuals/linux.pdf)

### **✓ Preparación, ejecución y post-procesamiento de una simulación**

( Desde el punto 3 al punto 7 se realizará en clase paso a paso

Se recomienda tomar notas aunque en la web del master se publicará una versión completa)

## **3. Obtención y visualización de las librerías de suelo**

## **4. Generación de las condiciones de contorno**

### **4.1 Compilación de los programas para la interpolación**

### **4.2 Ejecución del script para la generación de las condiciones de contorno**

## **5. Compilación del modelo**

## **6. Ejecución del modelo: El “run script”**

## **7. Interpolación de las salidas a nivel de presiones estándar**

## ✓ ANEXO: Características generales del modelo climático REMO

El modelo regional atmosférico REMO ( Jacob, 2001; Jacob et al., 2001; Jacob y Podzun, 1997) es un modelo de circulación atmosférica tridimensional que resuelve las ecuaciones primitivas discretizadas (con la aproximación de la hidrostática). Como muchos otros RCMs, el REMO ha sido desarrollado a partir de un modelo preexistente de previsiones atmosféricas: El modelo Europa Model (EM) del centro Alemán de previsiones atmosféricas DWD (Majewsky, 1991). Las parametrizaciones físicas, sin embargo, derivan del modelo de circulación global ECHAM4 (Roeckner et al., 1996) que han remplazando las del EM. En muchos estudios, esta combinación (del núcleo dinámico del modelo EM utilizando las parametrizaciones del modelo ECHAM4) ha resultado ser capaz de reproducir de forma bastante fiable los patrones climático-regionales y, actualmente, se mantiene como configuración estándar para el REMO.

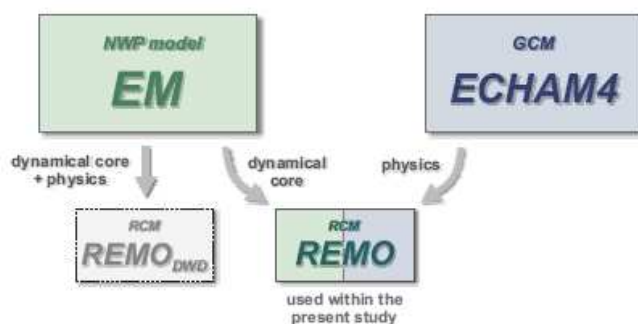


Figura 2.3 Origen del modelo REMO

Las variables de pronóstico atmosféricas del REMO son: las componentes horizontales del viento, la presión superficial, la humedad específica y el contenido líquido de las nubes. La integración temporal es realizada a través de un esquema leap-frog con correcciones semi-implícitas y un filtro temporal de tipo Asselin (1972). En la vertical, las variaciones de las variables pronósticas (excepto la presión superficial) son representadas mediante un sistema vertical de coordenada híbrida que sigue la topografía del terreno en los niveles más cercanos a la superficie y que pasa a ser independiente de ésta en los niveles más altos (Simmons y Burridge, 1981). Un ejemplo que representa la posición de los niveles en la coordenada vertical híbrida de presión se muestra en la figura 2.4 donde se han reproducido los niveles para una presión superficial de 980 hPa, 1010 hPa y 1040 hPa. Esta definición de la coordenada vertical permite una mayor resolución de los niveles más bajos con respecto de aquellos localizados a más altitud. Para cada uno de los ejemplos mostrados en esta figura, se podrían calcular desde 4 hasta 5 niveles para una capa cerca del suelo y de anchura 100 hPa. Esta disposición de los niveles cerca de la superficie permitiría una mayor resolución de los procesos que intervienen en la capa límite atmosférica.

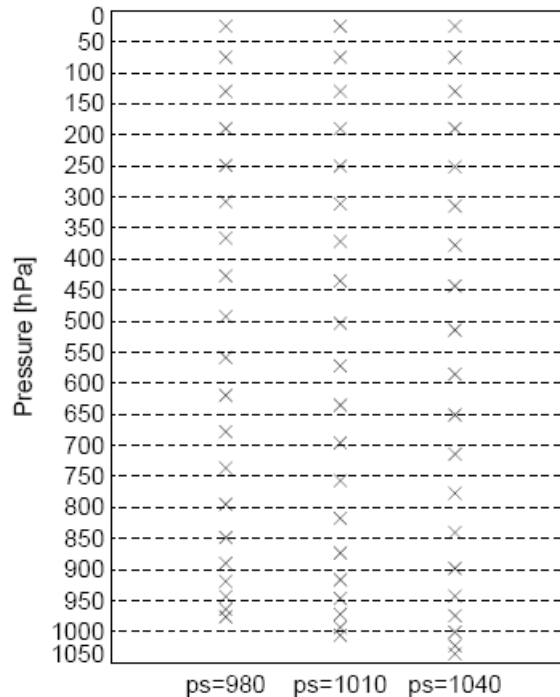


Figura 2.4. Ejemplo de coordenada vertical híbrida de presión. Niveles para una presión superficial de 980 hPa, 1010 hPa y 1040 hPa. Las cruces indican los puntos de muestreo.

Para la discretización horizontal el REMO utiliza un malla esférica tipo Arakawa C en la cual todas las variables excepto las componentes del viento están definidas en los respectivos centros de cada celda. Los centros de cada celda de la malla están definidos en un sistema geográfico con coordenada rotada.

En su configuración estándar, el REMO posee una resolución horizontal de  $0.5^\circ$ ,  $0.44^\circ$ ,  $0.22^\circ$  ó  $0.088^\circ$ , correspondiente aproximadamente a 55 km, 50 km, 25 km y 10 km, respectivamente. El paso temporal de integración, que depende principalmente de la resolución, varía desde 60 segundos hasta 240 segundos.

### Las nubes en REMO

Dado que el REMO es un modelo hidrostático de mesoescala que tiene una limitación en la resolución de trabajo de aproximadamente 10 km, no es posible simular explícitamente todos los procesos relacionados con las nubes en las distintas escalas espaciales y temporales a las que ocurren. La simulación de las nubes está, por lo tanto, dividida en dos esquemas numéricos diferentes: uno para la formación de nubes a gran-escala, que puede ser directamente descrito por las variables pronósticas; y otro para la formación de nubes que ocurren a escala pequeña y que no vienen resueltas explícitamente por el modelo (escala de sub-malla).