

Tutorial 06 CROCO: Anidado - AGRIF

1. Propósito

En este tutorial revisaremos como realizar una simulación del dominio de Benguela incluyendo un subdominio anidado y los archivos importantes para este tipo de simulaciones.

2. Creando el directorio de trabajo ANIDADO_AGRIF

El ejemplo más sencillo de CROCO es la configuración llamada BENGUELA_LR que corresponde a un dominio de la zona de surgencia de Benguela de baja resolución (de ahí el LR : *Low Resolution*). Esta configuración es la que viene por defecto en el código de CROCO y lo que haremos es similar a lo descrito en Penven et al. (2001).

Asumiremos que ya tiene una copia local del código de CROCO y de CROCO_TOOLS en su directorio raíz. Esto se puede lograr siguiendo los pasos del Tutorial 01. Usando estas instrucciones, ingrese al NLHPC.

El primer paso es editar el archivo `create_run.bash` con las instrucciones para crear un nuevo directorio de trabajo que llamaremos `ANIDADO_AGRIF`

```
1 cd andres/croco
2 nano create_run.bash
```

Ahora tiene que modificar esta sección para colocar los directorios correctos

```
1 #=====
2 # BEGIN USER MODIFICATIONS
3 #
4 # Get CROCO directory
5 CROCO_DIR="/home/courses/student11/andres/croco"
6 #
7 SOURCES_DIR="/home/courses/student11/andres/croco"
8 #
9 TOOLS_DIR="/home/courses/student11/andres/croco/croco_tools"
10 #
11 MY_CONFIG_PATH=${SOURCES_DIR}
12 #
13 # Name of the configuration directory defined by the user
14 #
15 MY_CONFIG_NAME='ANIDADO_AGRIF'
16 #
17 #
18 # END USER MODIFICATIONS
19 #=====
```

y después ejecute la instrucción

```
1 ./create_run.bash
```

3. Configuración REGIONAL con AGRIF

3.1. Activando AGRIF

Primero agregaremos la opción de anidamiento AGRIF a la física del modelo.

Primero editamos el `cppdef.h`

```
1 cd ANIDADO_AGRIF
2 nano cppdefs.h
```

donde cambiamos

```
1 /* Nesting */
2 # undef AGRIF
3 # undef AGRIF_2WAY
```

a

```
1 /* Nesting */
2 # define AGRIF
3 # define AGRIF_2WAY
```

No olvidemos activar la paralelización MPI

```
1 # define MPI
```

Ahora compilamos el modelo

```
1 ml purge
2 ml intel/2019b
3 ml netCDF-Fortran/4.4.4
4 ./jobcomp
```

3.2. Creando archivos iniciales

Primero copiamos los archivos iniciales del dominio de Benguela, que será el dominio de mayor resolución. Para esto nos cambiamos al directorio `ANIDADO_AGRIF/CROCO_FILES`

```
1 cd ANIDADO_AGRIF/CROCO_FILES
```

y traemos los archivos

```
1 wget http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2022/CursoBasico/Tutorial06/ArchivosIniciales/croco_clm.nc
2 wget http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2022/CursoBasico/Tutorial06/ArchivosIniciales/croco_grd.nc
3 wget http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2022/CursoBasico/Tutorial06/ArchivosIniciales/croco_frc.nc
4 wget http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2022/CursoBasico/Tutorial06/ArchivosIniciales/croco_ini.nc
```

4. AGRIF - Usando GUI de Matlab

La forma más fácil de hacer un anidado con AGRIF es usar la interfaz gráfica `nestgui`

4.1. start.m

Recuerde modificar la siguiente línea en su archivo `start.m`

```
1 cd ..
2 nano start.m
```

```
1 tools_path='/home/courses/student11/andres/croco/croco_tools/';
```

Cargar el programa usando Matlab

```
1 ml purge
2 ml Matlab/2017
3 LD_PRELOAD=/home/lmod/software/Core/ifort/2019.2.187-GCC-8.2.0-2.31.1/
4 compilers_and_libraries_2019.6.324/linux/compiler/lib/intel64/libirc.so
5 matlab -nodesktop -nosplash
```

Dentro de Matlab las instrucciones a usar, desde el directorio de trabajo ANIDADO_AGRIF son:

```
1 start
2 nestgui
```

lo que le entregará la interfaz

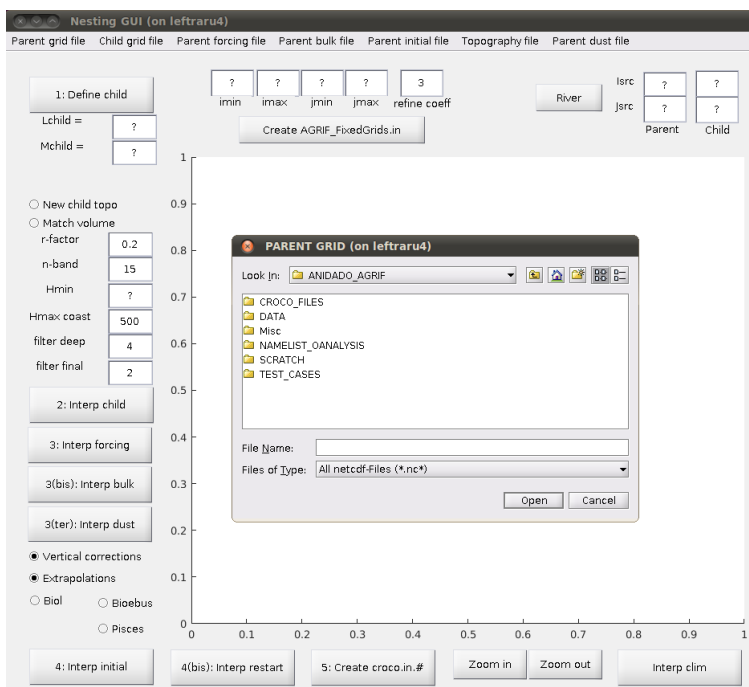


Figura 1:

en el directorio CROCO_FILES seleccionamos el archivo croco_grd.nc

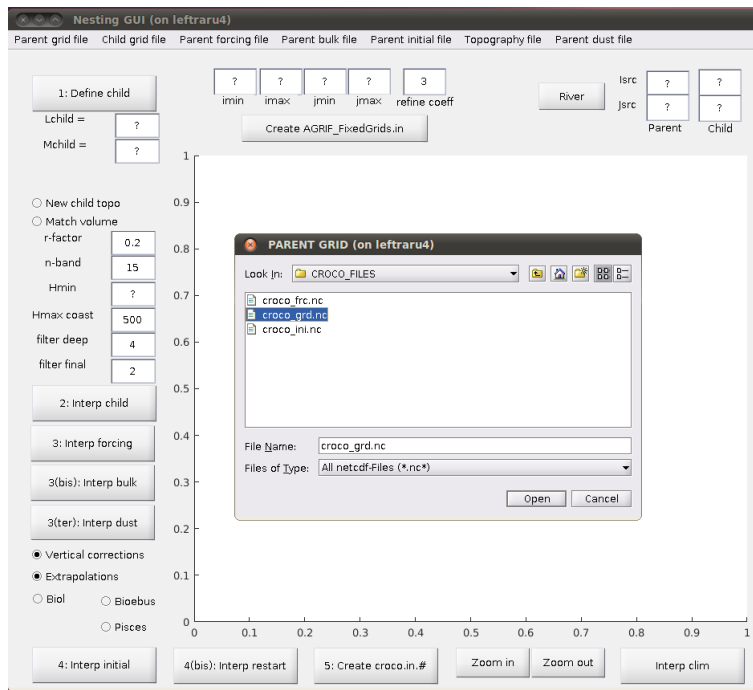


Figura 2:

y obtenemos

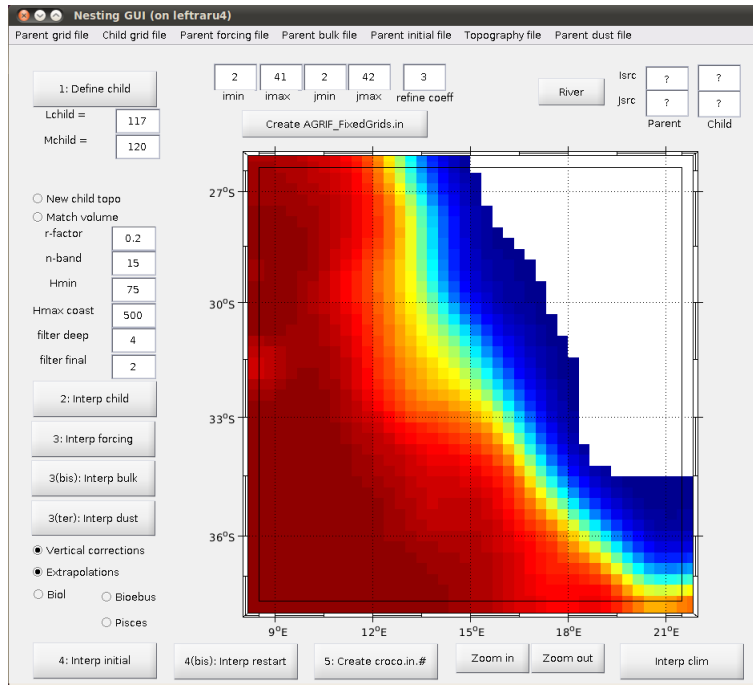


Figura 3:

Primero apretamos el botón

1 **1: Define child**

y después seleccionamos el área sobre la que queremos anidar haciendo click en un punto y arrastrando el cursor.

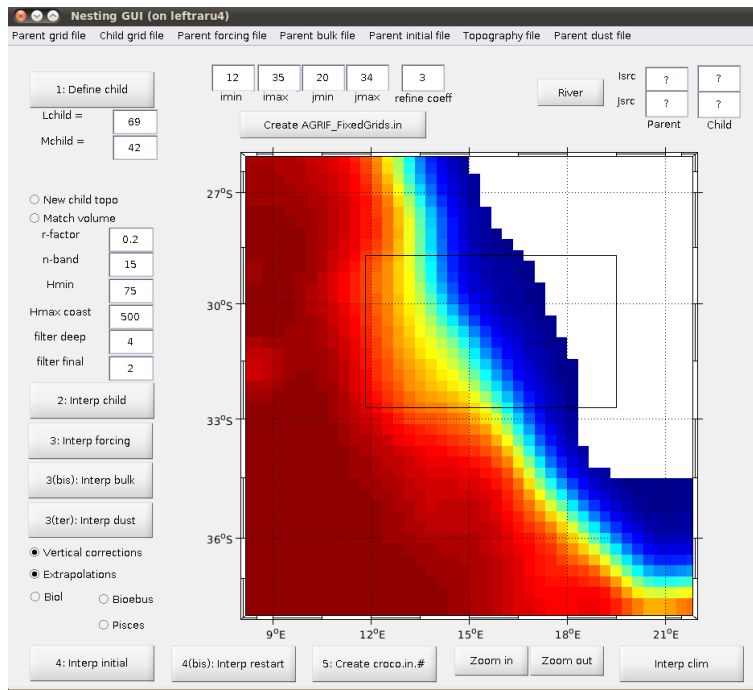


Figura 4:

después apretamos el botón para seleccionar la opción

1 Match volume

y finalmente

1 2: Interp child

obteniendo

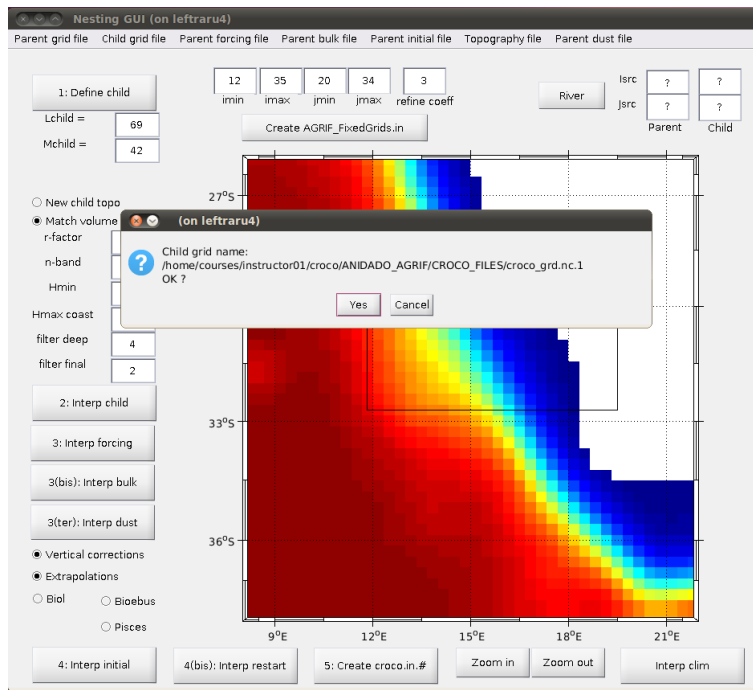


Figura 5:

esto nos indica que el archivo de grilla del subdomino se llamará **croco_grd.nc.1** y estará localizado en el directorio CROCO_FILES. Apriete **Yes**. Esto generará un gráfico auxiliar

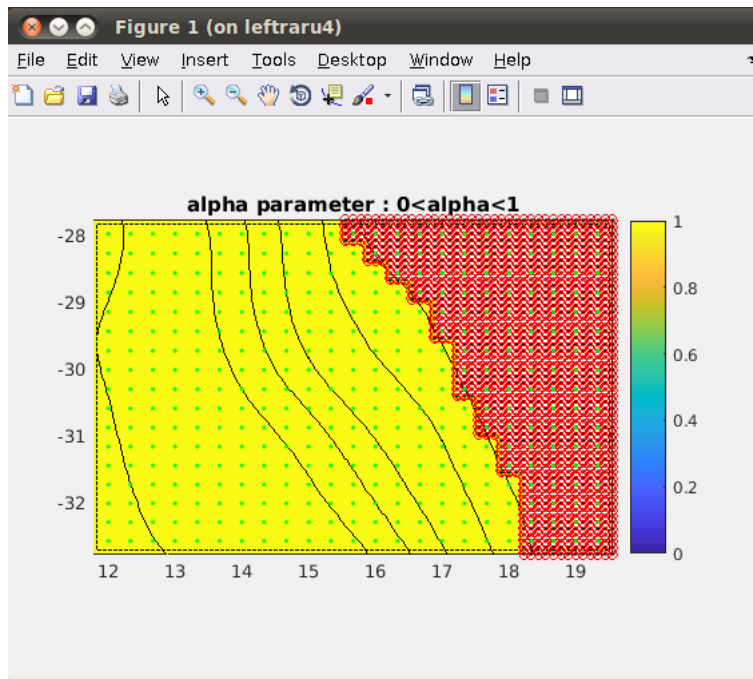


Figura 6:

Cerramos ese gráfico y repetimos la operación para la condición de borde atmosférica, en este caso el archivo **croco_frc.nc** por lo que apretamos el botón

1 **3: Interp forcing**

Este paso nos pide primero seleccionar el archivo de grilla del subdominio **croco_grd.nc.1** que fue generado en el paso anterior.

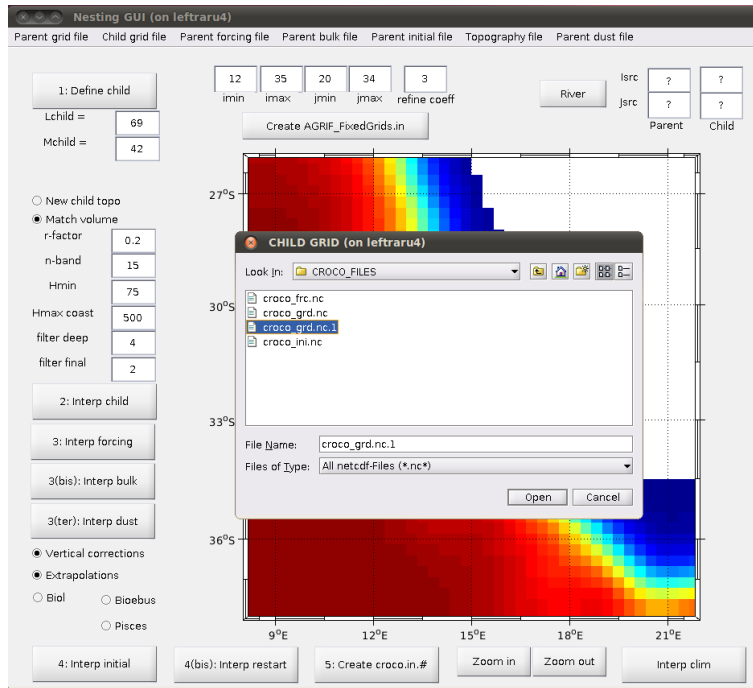


Figura 7:

y después nos pide seleccionar el archivo de forzamiento del dominio mayor. Al seleccionarlo generará el archivo **croco_frc.nc.1**

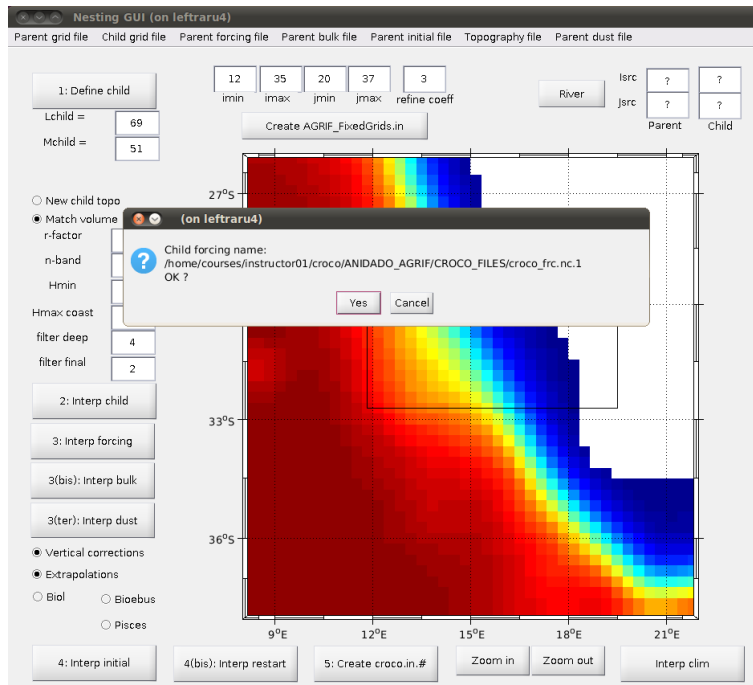


Figura 8:

y nos entrega un gráfico de uno de las variables forzantes en ese dominio.

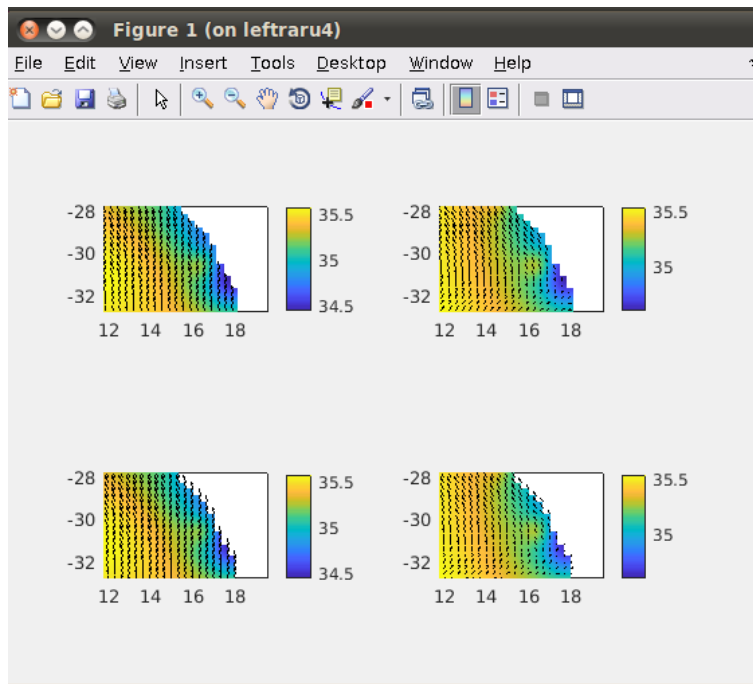


Figura 9:

Finalmente seleccionamos la opción

1 4: Interp initial

y seleccionamos el archivo **croco_ini.nc** del directorio CROCO_FILES.

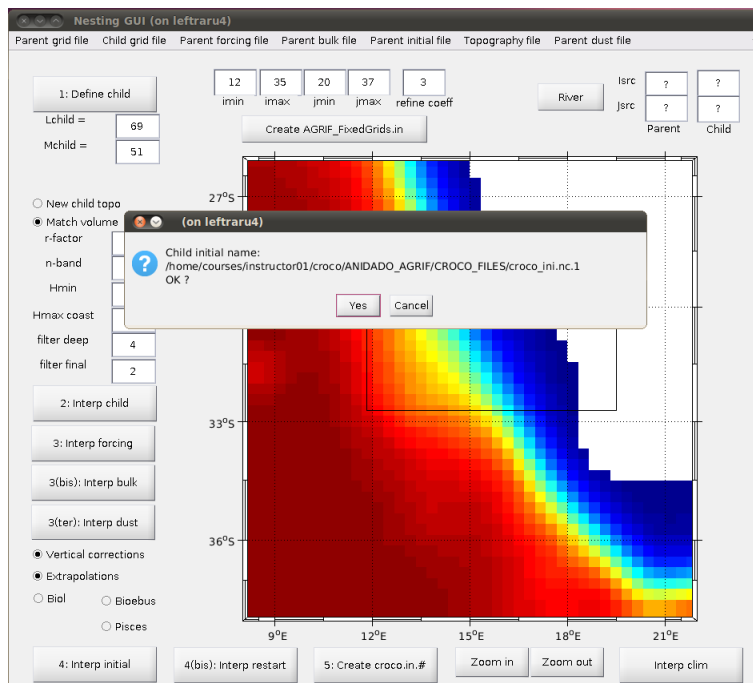


Figura 10:

y al apretar **YES** nos dará un gráfico de la condición inicial del subdominio.

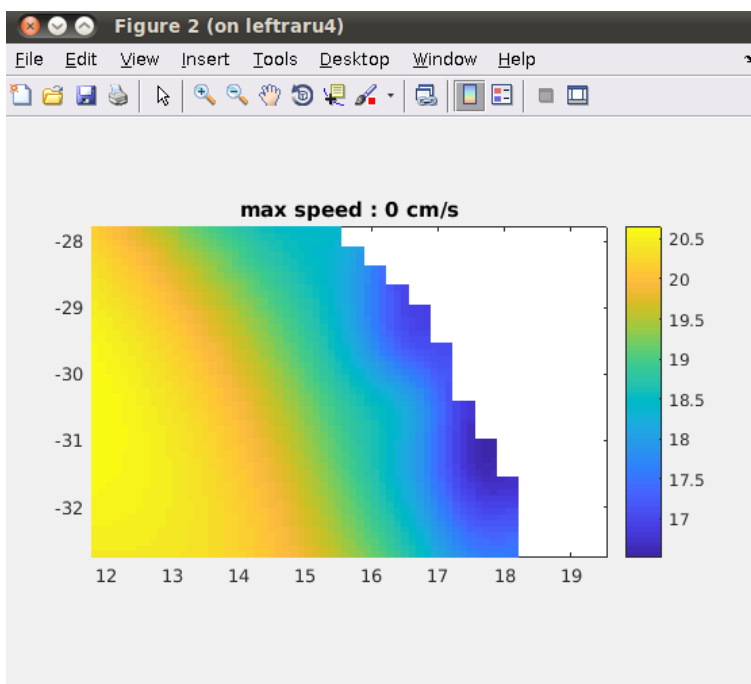


Figura 11:

Por último, apretamos el botón

```
1 Create AGRIF_FixedGrids.in
```

que contiene los parámetros de anidamiento del subdominio. Note que la opción *refine coeff* tiene el valor **3**, lo que quiere decir que cada celda del dominio esta dividido en 3.



Figura 12:

Eso creará un archivo **AGRIF_FixedGrids.in** en el directorio de trabajo. Recuerde que este archivo es un simple archivo de texto que se puede crear a mano.

Finalmente salimos de la interfaz **nestgui**

```
1 >>exit
```

En nuestro directorio CROCO_FILES deben estar los archivos

```
1 croco_clm.nc croco_frc.nc.1 croco_grd.nc.1 croco_ini.nc.1
2 croco_frc.nc croco_grd.nc croco_ini.nc
```

Si no logró crear los archivos anidados, bájelos del directorio

```
1 http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2022/CursoBasico/Tutorial06/ArchivosAnidado
```

Note que no hicimos un archivo tipo **CLM** para el subdominio anidado pues las condiciones de borde oceánica serán provistas por el dominio grande. El programa **nestgui** permite, opcionalmente, crear ese archivo en caso que quiera lanzar la simulación del subdominio de forma independiente. Esto suele ser útil para asegurarnos que esa configuración es estable.

5. AGRIF - Terminal de Matlab

Podemos trabajar en Matlab directamente con las funciones que generan los archivos. La función que crea el dominio anidado es

```
1 nested_grid(parent_grd,child_grd,imin,imax,
2 jmin,jmax,refinecoeff,topofile,newtopo,rtarget,
3 nband,hmin,matchvolume,hmax_coast,n_filter_deep
4 ,n_filter final)
```

por lo que, para definir un dominio anidado habría que escribir algo como

```
1 nested_grid('./CROCO_FILES/croco_grd.nc',
2 './CROCO_FILES/croco_grd.nc.1',...
3 20,30,20,20,3,'etopo2.nc',0,.25,4,75,1,100,4,4)
```

y donde el desafío es escoger las coordenadas de la matriz, en este caso **20, 30, 20, 30** que correspondan, dentro del dominio mayor, a nuestra área de interés.

El segundo paso es generar el forzando del dominio andado mediante la función

```
1 nested_forcing(child_grd,parent_frc,child_frc)
```

que usamos con los siguientes argumentos

```
1 nested_forcing('./CROCO_FILES/croco_grd.nc.1',
2 './CROCO_FILES/croco_frc.nc',
3 './CROCO_FILES/croco_frc.nc.1')
```

y finalmente la condición inicial la creamos usando la función

```
1 nested_initial(child_grd,parent_ini,child_ini,...
2 vertical_correc,extrapmask,biol,bioebus,pisces)
```

que llamamos con los siguientes argumentos

```
1 nested_initial('./CROCO_FILES/croco_grd.nc.1',
2 './CROCO_FILES/croco_ini.nc',
3 './CROCO_FILES/croco_ini.nc.1',0,0,0,0,0)
4
```

Es así que, de forma alternativa, podemos obtener los archivos

```
1 croco_clm.nc croco_frc.nc.1 croco_grd.nc.1 croco_ini.nc.1
2 croco_frc.nc croco_grd.nc croco_ini.nc
```

Ahora samos la herramienta **ncdump**

```
1 ml purge
2 ml netCDF-Fortran/4.4.4
```

para ver la posición final del dominio anidado **croco_grd.nc.1** pues la función **nested_grid**, usando algún criterio de optimización, puede correr los bordes que definimos, que en este ejemplo eran **20, 30, 20, 30**.

```
1 ncdump -h croco_grd.nc.1
```

Lo que nos entrega

```
1 // global attributes:
2     :title = "Grid embedded in croco_grd.nc - positions in the
3     parent grid: 20 - 32 - 20 - 30; refinement coefficient : 3" ;
4     :date = "12-Jan-2022" ;
5     :parent_grid = "croco_grd.nc" ;
```

Y efectivamente el borde fue desplazado de **20, 30, 20, 30** a **20, 32, 20, 30**, por lo que el archivo **AGRIF.FixedGrids.in** deberá decir

```
1 1
2 20 32 20 30 3 3 3 3
3 0
```

y lo podemos escribir usando el editor de texto **nano**

6. Lanzando la simulación anidada

Tenemos entonces los archivos de entrada para el dominio mayor y para el subdominio. Tenemos también el archivo ejecutable **croco** compilado con las opciones **AGRIF** y **AGRIF_2WAY**.

6.1. Archivos .in

Debemos verificar que los archivos *croco.in* y *croco.in.1* tengan las opciones correctas. En este caso, como el coeficiente de refinamiento entre el dominio y el subdominio es de **3**, el paso de tiempo **ds[sec]** del subdominio debe ser **1/3** y que el número total de pasos de tiempo **NTIMES** sea el triple en *croco.in.1* que en *croco.in*

La configuración del **croco.in** debe ser

```
1 time_stepping: NTIMES   dt[sec]  NDTFAST  NINFO
2                720      3600      60        1
```

y la configuración del **croco.in.1** debe ser

```
1 time_stepping: NTIMES   dt[sec]  NDTFAST  NINFO
2                2160     1200      60        1
```

6.2. Lanzando la simulación

Lanzamos la simulación copiando el script *run_nlhpc.bash* de alguno de los tutoriales anteriores, por ejemplo

```
1 cp ../BENGUELA_LR/run_nlhpc.bash .
```

y finalmente

```
1 sbatch run_nlhpc.bash
```

esto nos devuelve el número del proceso

```
1 Submitted batch job 21155272
```

Podemos ver el avance de la simulación usando el código anterior

```
1 tail -f slurm-21155272.out
```

donde debemos encontrar un texto como el siguiente

```
1 STEP   time[DAY] KINETIC_ENRG   POTEN_ENRG   TOTAL_ENRG   NET_VOLUME   trd
2     0     0.00000 0.000000000E+00  4.8967504E+01  4.8967504E+01  4.3570087E+15  0
3 STEP   time[DAY] KINETIC_ENRG   POTEN_ENRG   TOTAL_ENRG   NET_VOLUME   trd
4     0     0.00000 0.000000000E+00  3.1807147E+01  3.1807147E+01  5.2479553E+14  0
5     1     0.01389 1.762946462E-05  3.1807054E+01  3.1807071E+01  5.2478762E+14  0
6     2     0.02778 4.264555148E-05  3.1807348E+01  3.1807390E+01  5.2477248E+14  0
7     1     0.04167 4.487043759E-05  4.8963800E+01  4.8963845E+01  4.3570170E+15  0
8     3     0.04167 6.203543300E-05  3.1808094E+01  3.1808156E+01  5.2476364E+14  0
9     4     0.05556 7.700344442E-05  3.1808740E+01  3.1808817E+01  5.2475885E+14  0
10    5     0.06944 8.872448631E-05  3.1809222E+01  3.1809311E+01  5.2475321E+14  0
11    2     0.08333 1.155264952E-04  4.8964332E+01  4.8964448E+01  4.3569822E+15  0
12    6     0.08333 1.115093169E-04  3.1809666E+01  3.1809778E+01  5.2474855E+14  0
13    7     0.09722 1.445438104E-04  3.1809928E+01  3.1810073E+01  5.2474733E+14  0
14    8     0.11111 1.839170443E-04  3.1810116E+01  3.1810300E+01  5.2475102E+14  0
15    3     0.12500 2.171388830E-04  4.8965197E+01  4.8965414E+01  4.3569738E+15  0
16    9     0.12500 2.329789522E-04  3.1810258E+01  3.1810491E+01  5.2475780E+14  0
```

note la primera columna, hay 3 pasos del modelo chico

```
1     0     0.00000 0.000000000E+00  3.1807147E+01  3.1807147E+01  5.2479553E+14  0
2     1     0.01389 1.762946462E-05  3.1807054E+01  3.1807071E+01  5.2478762E+14  0
3     2     0.02778 4.264555148E-05  3.1807348E+01  3.1807390E+01  5.2477248E+14  0
```

por cada uno del modelo grande

```
1     1     0.04167 4.487043759E-05  4.8963800E+01  4.8963845E+01  4.3570170E+15  0
```

Cuando el la simulación termine, encontrará en el directorio CROCO_FILES los archivos de salida del dominio grande

```
1 croco_avg.nc croco_his.nc croco_rst.nc
```

y los del subdominio

```
1 croco_avg.nc.1 croco_his.nc.1 croco_rst.nc.1
```

7. Trabajo Avanzado

- Realice una simulación para un dominio de su interés con un subdominio anidado.
- Haga un anidamiento telescópico.

- Haga un anidamiento de dos subdominios.

8. Conclusión

En este tutorial aprendió mas detalles de los archivos **cppdefs.h** y las modificaciones que hay que hacer para hacer una simulación de AGRIF.

Para más información:
Andrés Sepúlveda (asepulveda@dgeo.udec.cl)
Contribuciones de:
Marcela Contreras
Mauro Santiago

9. Referencias

Debreu, L., P. Marchesiello, P. Penven, and G. Cambon, 2012: Two-way nesting in split-explicit ocean models: algorithms, implementation and validation. *Ocean Modelling*, 49-50, 1-21.

Penven, P., Roy, C., Brundrit, G. B., De Verdière, A. C., Fréon, P., Johnson, A. S., Lutjeharms J. R. E. & Shillington, F. A. (2001). A regional hydrodynamic model of upwelling in the Southern Benguela. *South African Journal of Science*, 97(11-12), 472-475.