

Tutorial 07 LiveCROCO: Ríos

1. Propósito

El objetivo de este tutorial es explicar la implementación de ríos en una simulación realizada con CROCO. En este documento revisaremos los casos de ríos de flujo constante y de flujo variable.

2. Caso 1a: Ríos de flujo constante

En este ejercicio simularemos el caso Benguela de baja resolución (BENGUELA_LR; caso que ha sido analizado en tutoriales previos), donde incluiremos dos ríos de flujo constante, y definiremos la temperatura y salinidad que advecta el flujo. Para este ejemplo se propone que la ubicación de estos ríos sea 34.65 °S y 19.83 °E, y 28.7°S y 16.16 °E (Figura 1). A continuación describimos los pasos a seguir.

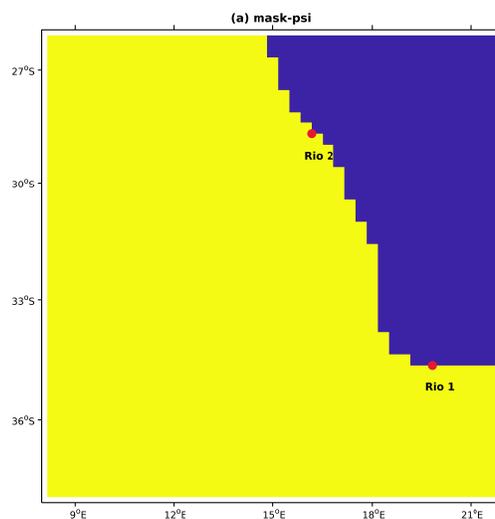


Figura 1: Posición de los ríos de caso 1a.

2.1. Creación del directorio de trabajo

Crearemos el directorio donde trabajaremos en este ejercicio

```
1 cd Desktop
2 nano create_config.bash
```

Y editamos el nombre del directorio:

```
1 # Name of the configuration directory defined by the user
2 #
3 MY_CONFIG_NAME='BENGUELA_R1A'
```

y nos dirigimos hacia la carpeta

```
1 cd croco/BENGUELA_R1A
```

2.2. Creando archivos de entrada

Continuamos con la generación de archivos de entrada. Estos archivos son los mismos archivos creados en el caso BENGUELA_LR. Como recordatorio, los pasos ha seguir en la terminal de Octave:

```
1 oct_start
2 make_grid
3 make_forcing
4 make_clim
```

(en make_grid no realizamos modificaciones a la grilla). Al finalizar, en el directorio CROCO_FILES encontrarán los archivos croco_grd.nc, croco_frc.nc, croco_clm.nc y croco_ini.nc. En caso de tener previamente estos archivos, pueden copiarlos en el directorio CROCO_FILES que se encuentran en el directorio actual

```
1 cp ../BENGUELA_LR/croco_grd.nc ./CROCO_FILES
2 cp ../BENGUELA_LR/croco_frc.nc ./CROCO_FILES
3 cp ../BENGUELA_LR/croco_clm.nc ./CROCO_FILES
4 cp ../BENGUELA_LR/croco_ini.nc ./CROCO_FILES
```

Estos archivos también estarán disponibles en:

```
1 http://mosa.dgeo.udec.cl/LiveCROCO/Tutorial01/ArchivosIniciales
```

2.3. Modificando condiciones físicas: cppdefs.h

Para incluir un río (o varios ríos) de flujo constante es necesario modificar cppdefs.h:

```
1 nano cppdefs.h
```

En este caso el único cambio que haremos es en la sección “Point Sources - Rivers“ (línea 240) donde definiremos la opción PSOURCE

```
1 /* Point Sources - Rivers */
2 # define PSOURCE
3 # undef PSOURCE_NCFILE
4 # ifdef PSOURCE_NCFILE
5 # undef PSOURCE_NCFILE_TS
6 # endif
```

Guardamos los cambios y compilamos

```
1 ./jobcomp
```

2.4. Propiedades de los ríos

A continuación configuraremos las variables: posición, dirección, sentido, caudal, y valores de trazadores de los ríos. Estas propiedades deben ser ingresadas en el archivo croco.in, el cual modificaremos

```
1 nano croco.in
```

cerca del final de este archivo (entre las líneas 256 y 259), se presenta una sección especial para **psource** donde se nos mostrará (no confundir con la sección **psource.ncfile** que aparece más abajo).

```

1 psource:  Nsrc  Isrc  Jsrc  Dsrc  Qbar [m3/s]   Lsrc      Tsrc
2           2
3           3   54   1   200.           T T      20. 15.
4           3   40   0   200.           T T      20. 15.

```

donde N_{sr} es el número de ríos a incluir, I_{src} y J_{src} son la posición del río en dirección xi y eta, respectivamente (o en este caso, zonal y meridional), D_{src} es la orientación del río donde 0 es zonal y 1 meridional, Q_{bar} es el caudal del río donde positivo indica una dirección sur/norte (o oeste/este) y negativo una dirección norte/sur (este/oeste), L_{src} indica si los trazadores advectado por el río son estimado de manera analítica ("F") o son entregados por el usuario ("T"), y T_{src} los valores de los trazadores. En este caso en L_{src} y T_{src} la primera y segunda columna corresponde a los trazadores de temperatura y salinidad, respectivamente.

Como mencionamos al inicio del ejercicio, incluiremos dos ríos ($N_{src} = 2$) con un caudal de 20000 m³/s, donde la boca del primer (R1) y segundo (R2) río se encuentra en, 34.65 °S y 19.83 °E, y 28.7°S y 16.16 °E, respectivamente (Figura 1). A partir de la ubicación de los ríos sugerimos que R1 fluye desde el norte hacia el sur, por lo tanto $D_{src} = 1$ y $Q_{bar} = -20000$. En el caso de R2 fluirá de este a oeste $D_{src} = 0$ y $Q_{bar} = -20000$. Como deseamos definir los trazadores en la advección de los flujos mantenemos L_{src} como aparece originalmente. T_{src} muestra los valores de temperatura y salinidad en su primera y segunda columna. Ambos ríos tendrán la misma temperatura y salinidad es decir: 20 (°C) y 2 (psu). Un aspecto un poco más complejo de definir es la posición de los ríos (I_{src}, J_{src}). La explicación en detalle de como escoger la posición es explicada en el Anexo A. En esta parte nos limitaremos a mencionar que la posición del Río 1 (Río 2) es $I_{src}=36$ y $J_{src}=13$ ($I_{src}=24$ y $J_{src}=35$). Por lo tanto reemplazando con los valores mencionados anteriormente en `croco.in`:

```

1 psource:  Nsrc  Isrc  Jsrc  Dsrc  Qbar [m3/s]   Lsrc      Tsrc
2           2
3           36  13   1  -20000.           T T      20. 2.
4           24  35   0  -20000.           T T      20. 2.

```

Guardamos los cambios y a continuación enviamos la tarea al servidor

2.5. Correr simulación

Con las modificaciones realizadas corremos la simulación

```

1 ./croco croco.in

```

Al finalizar la simulación tendremos un archivo `his/avg` y `rst` en `CROCO_FILES`. Si hubo un error o algún problema, puede encontrar el archivo `AVG` en:

```

1 http://mosa.dgeo.udec.cl/LiveCROCO/Tutorial08/BENGUELA_R1A/CROCO_FILES/

```

El impacto de los ríos será observado a través de la salinidad. Utilizando `ncview`

```

1 ncview CROCO_FILES/croco_avg.nc

```

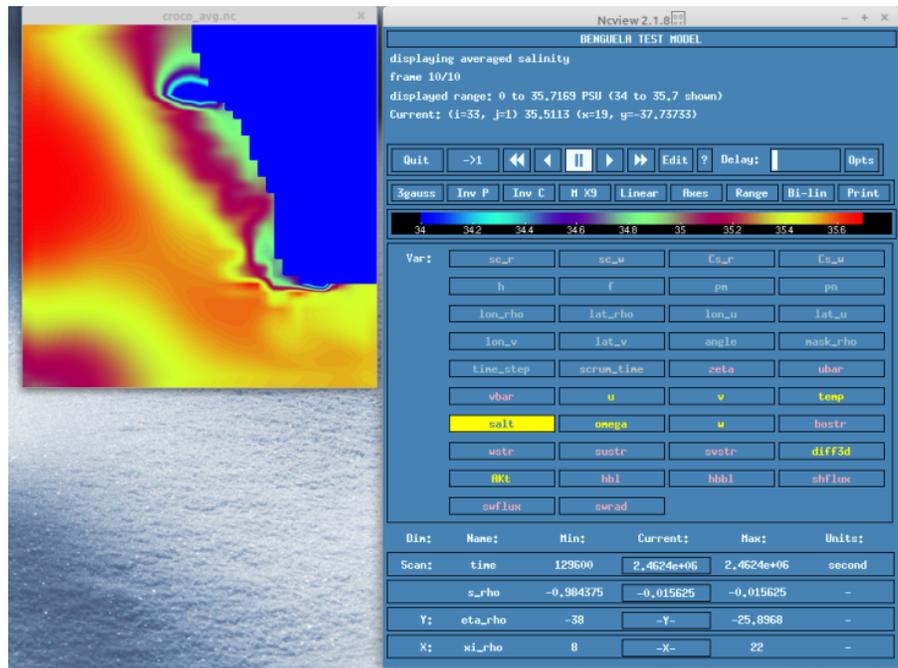


Figura 2: Caso 1a: Salinidad superficial en $t=10$ obtenido de croco_avg.nc (rango 34-35.7 psu)

Seleccionamos la profundidad más superficial y en la opción range (se encuentra en la parte superior del panel) modificamos los límites del gráfico entre 34 y 35.7 psu. En el último registro observamos claramente el impacto de los dos ríos (Figura 2). Sin embargo, se debe recordar que esta situación no es realista ya que se sobrestimó el caudal de estos ríos.

3. Caso 1b: Ríos de flujo constante con cambio de distribución del flujo vertical

Hasta este momento no hemos mencionado sobre la configuración de la distribución del flujo vertical ($Qshape$). En este ejercicio correremos el mismo ejercicio anterior, pero modificando $Qshape$. Para esto, trabajaremos en el mismo directorio de la sección anterior y realizaremos los siguientes pasos

3.1. Creación del directorio de trabajo

Creamos el directorio donde trabajaremos en este ejercicio

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

Y editamos el nombre del directorio:

```
1 # Name of the configuration directory defined by the user
2 #
3 MY_CONFIG_NAME='BENGUELA_R1B'
```

y nos dirigimos hacia la carpeta

```
1 cd croco/BENGUELA_R1B
```

3.2. Creación de archivos de entradas

Se utilizarán los mismos archivos usados en el ejercicio anterior (ver Sección 2.2).

```

1 cp ../BENGUELA_R1A/croco_grd.nc ./CROCO_FILES
2 cp ../BENGUELA_R1A/croco_frc.nc ./CROCO_FILES
3 cp ../BENGUELA_R1A/croco_clm.nc ./CROCO_FILES
4 cp ../BENGUELA_R1A/croco_ini.nc ./CROCO_FILES

```

3.3. Modificando Qshape y Compilando

Para esto, es necesario modificar el código `analytical.F` que se encuentra en el directorio del código de CROCO (i.e., `croco/OCEAN`). Dado que este archivo es parte del código original, antes de modificar, es necesario respaldar:

```

1 cp ../OCEAN/analytical.F ../OCEAN/analytical_respaldo.F

```

Ahora, estamos en condiciones de modificar `analytical.F`

```

1 nano ../OCEAN/analytical.F

```

Este archivo es un conjunto de subrutina en las cuales se proporcionar varios campos analíticos al modelo cuando son requerido, como por ejemplo la distribución de vertical del flujo. Buscamos la subrutina `ana_psource` (línea 1759), donde se define la parte analítica de los ríos. Esta rutina comienza de la siguiente forma:

```

1 !=====
2 !               subroutine ana_psource
3 !=====
4 !
5 #if defined PSOURCE && defined ANA_PSOURCE
6 !
7 !-----
8 ! Set analytical tracer and mass point sources and sinks
9 !-----
10 !
11     subroutine ana_psource_tile (Istr,Iend,Jstr,Jend)
12     implicit none

```

Buscamos donde se muestra la configuración para el caso regional (línea 1883) y encontraremos:

```

1 # elif defined REGIONAL
2 # define CST_SHAPE
3 # ifdef CST_SHAPE
4     cff=1./float(N)
5     do k=1,N                ! Uniform vertical
6     do is=1,Nsrc           ! distribution
7     Qshape(is,k)=cff
8     enddo
9     enddo
10 # elif defined EXP_SHAPE
11     do is=1,Nsrc

```

La opción por default es `CST_SHAPE`. (`# define CST_SHAPE`; línea 2 en el recuadro superior). Esta opción distribuye el flujo en la vertical de manera uniforme. La otra opción disponible para casos regionales es `EXP_SHAPE`, donde el flujo es distribuido exponencialmente. Esta última opción es con la cual trabajaremos y definiremos en `analytical.F`:

```

1 # elif defined REGIONAL
2 # define EXP_SHAPE
3 # ifdef CST_SHAPE
4     cff=1./float(N)
5     do k=1,N                ! Uniform vertical
6     do is=1,Nsrc           ! distribution
7         Qshape(is,k)=cff
8     enddo
9     enddo
10 # elif defined EXP_SHAPE
11     do is=1,Nsrc

```

y guardamos los cambios.

Modificamos la sección “*Point Sources - Rivers*” (línea 240) donde definiremos la opción PSOURCE

```

1 /* Point Sources - Rivers */
2 # define PSOURCE
3 # undef PSOURCE_NCFILE
4 # ifdef PSOURCE_NCFILE
5 # undef PSOURCE_NCFILE_TS
6 # endif

```

y compilar:

```

1 ./jobcomp

```

3.4. Corriendo la simulación

Utilizamos la misma configuración de los ríos (psource) de croco.in propuesta en la sección anterior, por lo tanto modificando croco.in

```

1 nano croco.in

```

Y configurando psource

```

1 psource:  Nsrc  Isrc  Jsrc  Dsrc  Qbar [m3/s]    Lsrc      Tsrc
2           2
3           36   13   1   -20000.      T T      20. 2.
4           24   35   0   -20000.      T T      20. 2.

```

Ahora, lanzamos la simulación

```

1 ./croco croco.in

```

Similar al ejercicio, anterior, en CROCO.FILES encontraremos los archivos de salida croco_exp_his/avg.nc. Si no ha podido generar los archivos, entonces podrán descargarlo de

```

1 http://mosa.dgeo.udec.cl/LiveCROCO/Tutorial08/BENGUELA_R1A/CROCO_FILES/

```

El impacto del cambio de la distribución vertical es posible observarlo a través de ncview seleccionado la salinidad superficial (utilizando un rango entre 34-35.7 psu; Figura 3), donde se muestran diferencia con respecto al caso anterior (Figura 2)

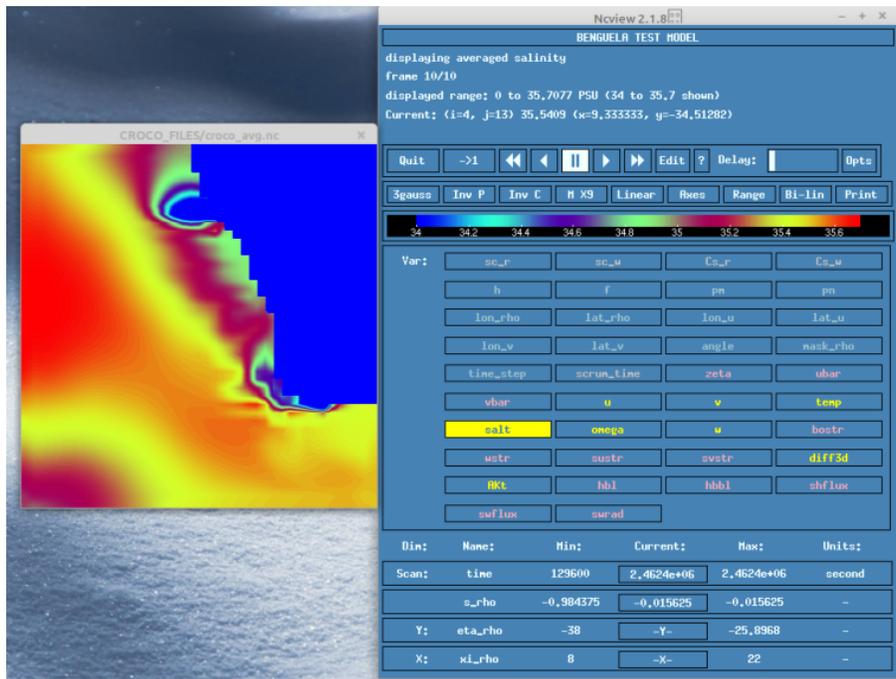


Figura 3: Caso 1b: Salinidad superficial en t=10 obtenido de croco_avg.nc (rango 34-35.7 psu)

Adicionalmente, Figura 4 muestra secciones verticales de la salinidad, perpendicular a la boca de los ríos 1 y 2, donde se observa las diferencias entre usar una distribución constante en la vertical (CST_SHAPE) y exponencial (EXP_SHAPE).

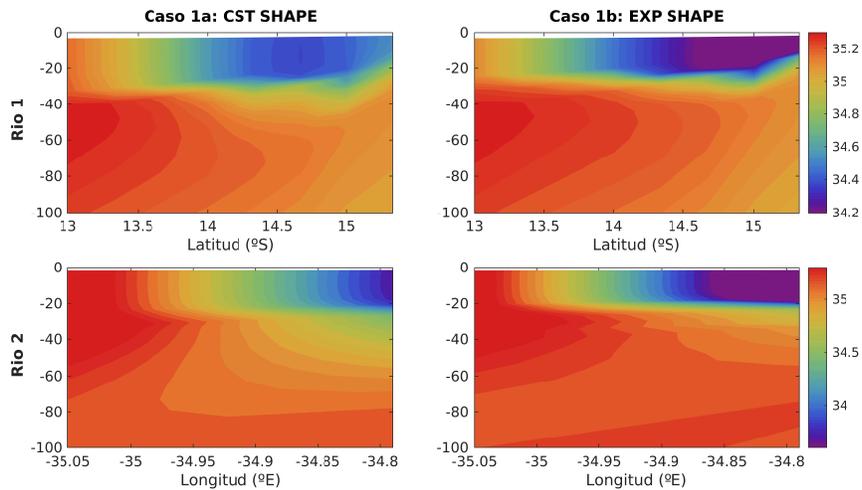


Figura 4: Secciones verticales de la salinidad, perpendicular a la boca de Río 1 (arriba) y 2 (abajo). Izquierda (Derecha), Sección utilizando configuración CST_SHAPE (EXP_SHAPE)

Nota: Se recomienda modificar analytical.F para mantener la configuración original:

```
1 nano ../OCEAN/analytical.F
```

Buscamos la subrutina ana_psource, y en la sección para casos regionales (línea 1883) modificamos # define EXP_SHAPE a # define CST_SHAPE,

```
1 # elif defined REGIONAL
2 # define CST_SHAPE
3 # ifdef CST_SHAPE
4     cff=1./float(N)
5     do k=1,N                ! Uniform vertical
6         do is=1,Nsrc        ! distribution
7             Qshape(is,k)=cff
8         enddo
9     enddo
10 # elif defined EXP_SHAPE
11     do is=1,Nsrc
```

4. Conclusiones

Al finalizar esta guía, podrán implementar en sus simulaciones ríos, y modificar sus principales propiedades

Para más información:

Andrés Sepúlveda (asepulveda@dgeo.udec.cl)

Desarrollado por:

Marcela Contreras

Contribuciones de:

Mauro Santiago

Si le sirvió este tutorial mande una postal a:

Dr. Andrés Sepúlveda

Departamento de Geofísica

Casilla 160-C

Correo 3

Concepción

Chile

5. Referencias

Dai, A., & Trenberth, K. E. (2002). Estimates of freshwater discharge from continents: Latitudinal and seasonal variations. *Journal of Hydrometeorology*, 3(6), 660-687.

ANEXOS

A. Posición de los ríos

Un aspecto un poco más complejo de definir es la posición de los ríos en la grilla (Isrc,Jsrc). La posición debe estar en la cara U/V (según el flujo) y en el borde entre tierra y mar (es decir, la línea de costa). Entonces, para encontrar la posición es recomendable observar la máscara en coordenadas psi (mask_psi en grd.nc) ya que su posición corresponde al borde la celda y no al centro (como es el caso de coordenadas rho).

Para ejemplificar la búsqueda de la posición: Si tenemos un flujo meridional de norte a sur en 34.65°S y 19.83°E (como es el caso de Rio 1), entonces, primero buscando la posición de la longitud en la grilla psi. Para el dominio de BENGUELA_LR es la posición 36. Dado que el flujo es meridional, entonces atravesará en el borde mar/tierra de la cara v. Entonces debemos buscar la posición más hacia el sur de la celda que corresponde a tierra (mask_psi=0). Esta posición corresponde a 13 (Ver Figura A.1)

En caso del Rio 2 el flujo fluye de este a oeste, entonces buscamos la posición de la latitud (posición 34). Como fluye zonalmente, entonces el flujo ingresa por la cara-u buscamos la celda que se encuentre más hacia el oeste y corresponda a la máscara de tierra (posicion 35; ver Figura A.1).

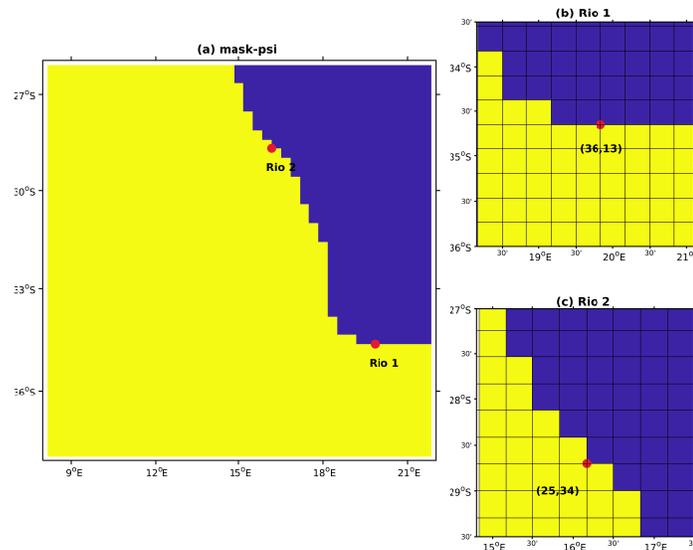


Figura A1: Secciones verticales de la salinidad, perpendicular a la boca de Rio 1 (arriba) y 2 (abajo). Izquierda (Derecha), Sección utilizando configuración CST_SHAPE (EXP_SHAPE)

A continuación se presenta un ejemplo de rutina para MATLAB/Octave para encontrar la posición de los ríos presentado en este documento.

```
1 clear all
2 cd Desktop/BENGUELA_R1A
3 crocotools_param
4
5 maskp=ncread(grdname,'mask_psi')';
6 latp=ncread(grdname,'lat_psi')';
7 lonp=ncread(grdname,'lon_psi')';
8
9 posR1=[19.83 -34.65 ];
10 posR2=[16.16 -28.7]
11
12 %%
13 % RIO 1: Flujo de norte a sur. Se debe encontrar la cara v por donde fluye
14 % el flujo
15
16 % % Buscando Longitud
17 posxR1=find(lonp(1,:)>=posR1(1)-.1 & lonp(1,:)<=posR1(1)+.1)
18
19 % % Buscando latitud en que se encuentra el limite de la linea de costa, es
20 % decir el punto de las mascara mas al sur. Si el flujo fuera de norte a sur
21 % entonces se buscaría la posición hacia el norte, entonces posyR1=max(find...
22 posyR1=min(find(maskp(:,posxR1)==0))
23
24 %%
25 % RIO 2: Flujo de este a oeste. Se debe encontrar la cara u por donde
26 % fluye el flujo
27 posyR2=find(latp(:,1)>=posR2(2)-.1 & latp(:,1)<=posR2(2)+.1)
28
29 % % Buscando latitud en que se encuentra el limite de la linea de costa, es
30 % decir el punto de las mascara mas al oeste. Si el flujo fuera de oeste a este,
31 % entonces se buscaria la posición más hacia el este, y entonces posxR2=max(find(...
32 posxR2=min(find(maskp(posyR2,:)==0))
```