

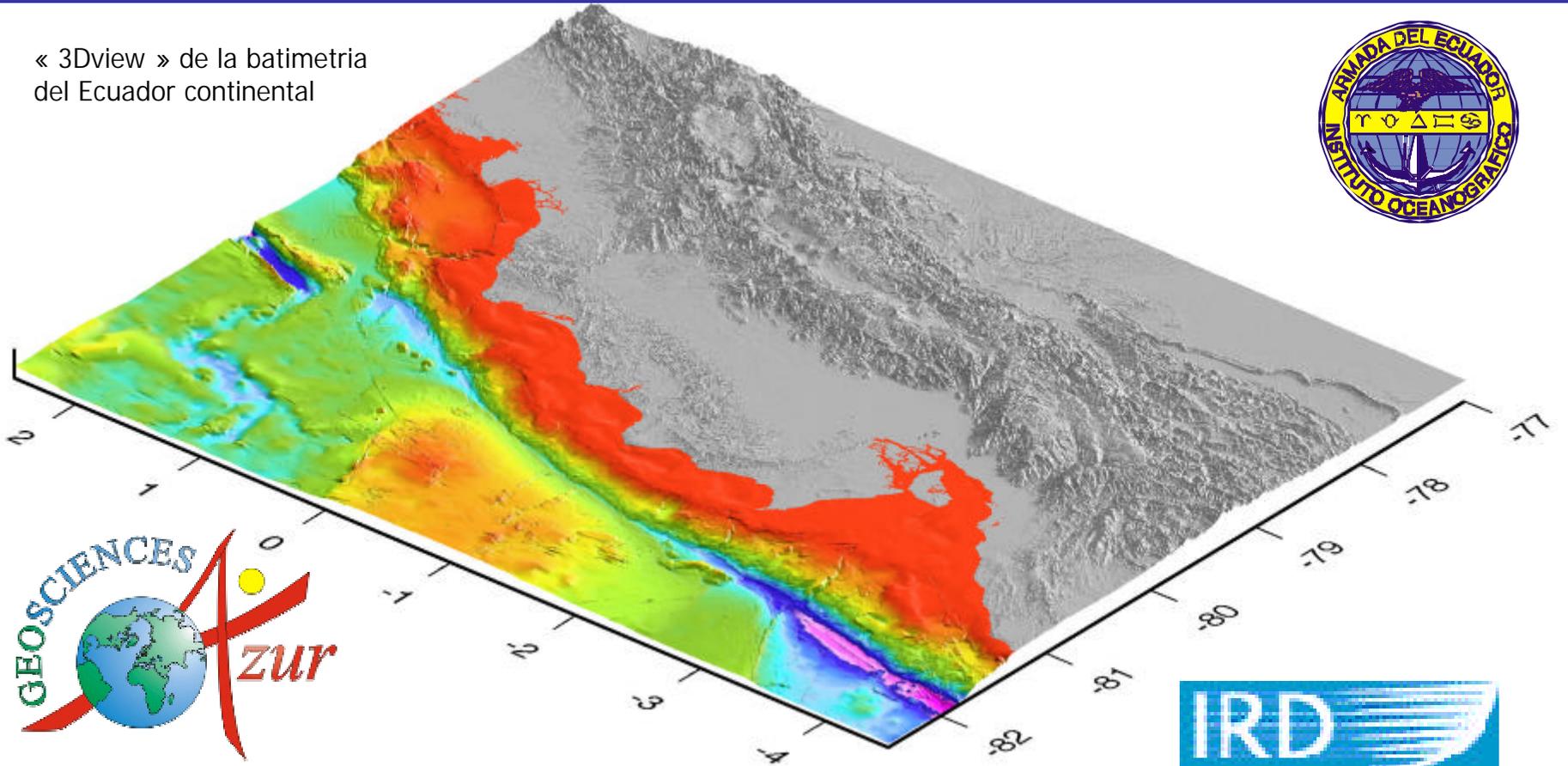


# ELABORACIÓN DE MAPAS BATÍMETRICOS DEL ECUADOR

## Dr. François MICHAUD Géosciences-Azur

con la colaboración de Yves Le Gonidec (CNRS) y Andre Lebot (IFREMER)

« 3Dview » de la batimetría  
del Ecuador continental



# Objetivos : generar mapas con fines científicos y pedagógicos

Aplicaciones amplias en tectónica, identificación morfoestructuras, identificación de zonas con riesgos potenciales (deslizamientos submarinos .....etc)

Cualquier estudio geocientífico local o regional requiere un buen conocimiento batimétrico.

Indispensable para ilustrar los aspectos más relevantes de la geomorfología submarina como dorsales, zonas de fracturas, fosas, cordilleras submarinas.....

# Datos utilizados

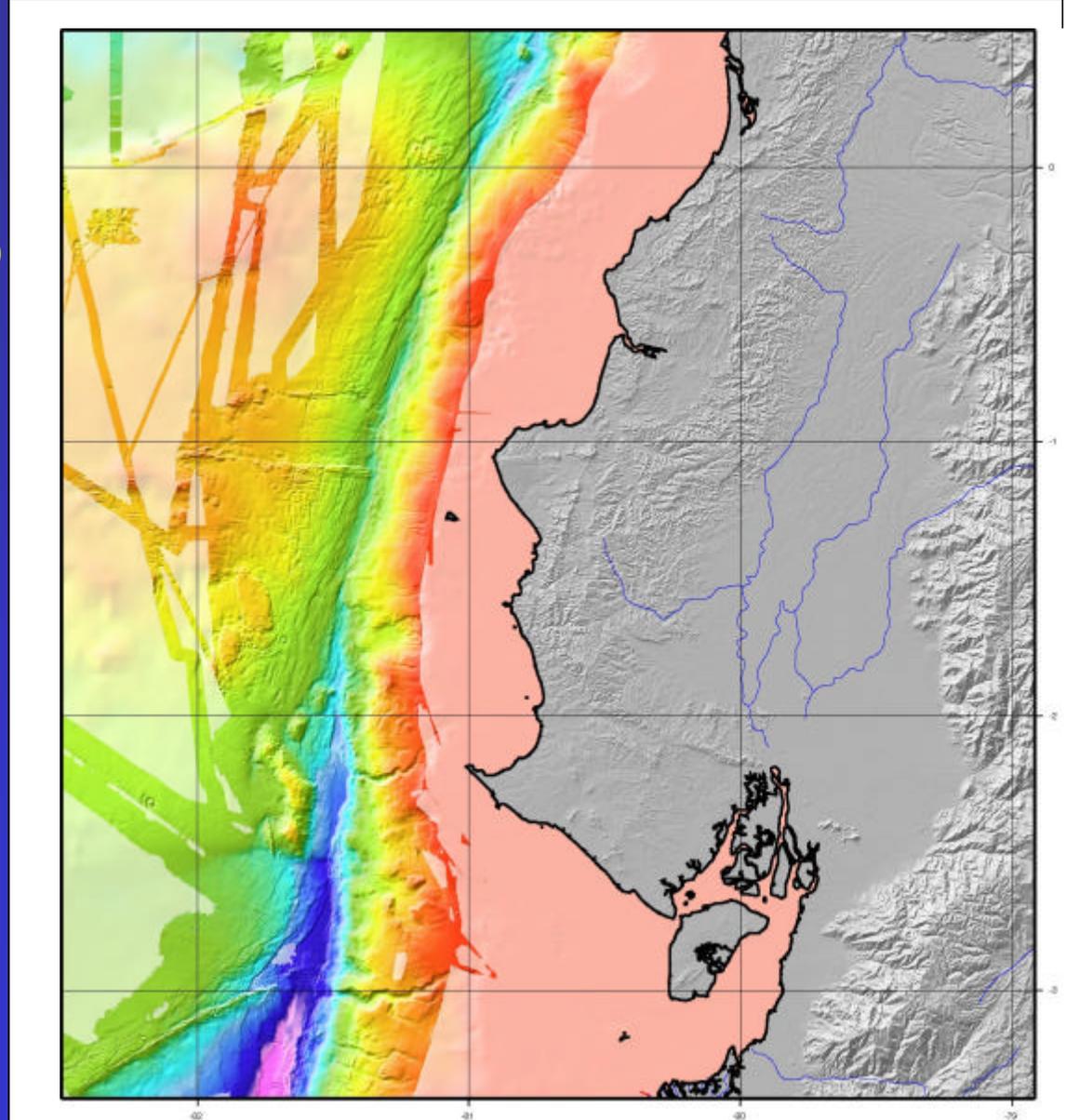
\* **Topografía en Tierra**  
(Shuttle Radar Topography mission)

\* **Sondas Multihaz de  
numerosas campañas**

\* **Sondas Monohaz en la  
plataforma (INOCAR)**

\* **Batimetría global  
derivada de la altimetría**

(Sandwell and Smith, 1996)



# Diferentes etapas

## Primera etapa

- realización de una malla (« grid ») a partir de la compilación de batimetría multihaz (+ la tierra).

## Segunda etapa

- realización de una malla a partir de la batimetría global de Sandwell and Smith (1996) derivada de la altimetría.
- realización de una malla a partir de la batimetría monohaz en la plataforma (mapas hidrográficos de INOCAR)

## Tercera etapa

- sobreposición de las mallas precedentes para producir una malla final (tamaño del pixel de la malla :150m para el margen y 200m para la cordillera de Carnegie).

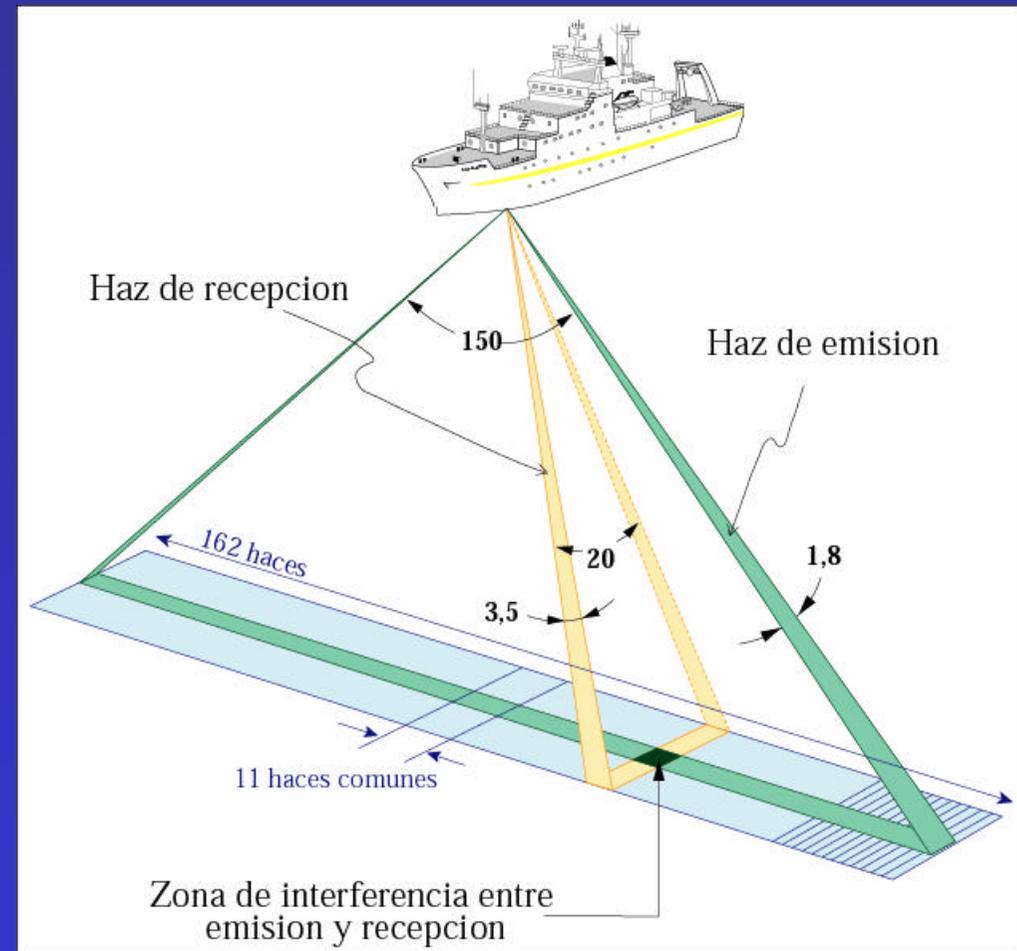
**Primera etapa :**  
**Elaboración de una malla**  
**a partir de batimetría multihaz**

- 1. Adquisición de datos a partir de sondas multihaz (fundamentos y características)**
- 2. Integración de los datos multihaz**
- 3. Procesamiento de los datos multihaz y cálculo de la malla con el « software » CARAIBES**

# SONDAS MULTIHAZ

## Fundamentos

- Sistema de adquisición de batimetría de alta resolución
- Adosado al casco del buque
- Emisión ^ registro
- Zona de interseccion entre emision y recepcion = 1 haz a lo largo de un ciclo
- ejemplo (B/0 Atalante) :  
162 haz por cada ciclo  
haz de emision  $1.8^\circ$  de anchura; haz de recepcion  $3.5^\circ$  de anchura



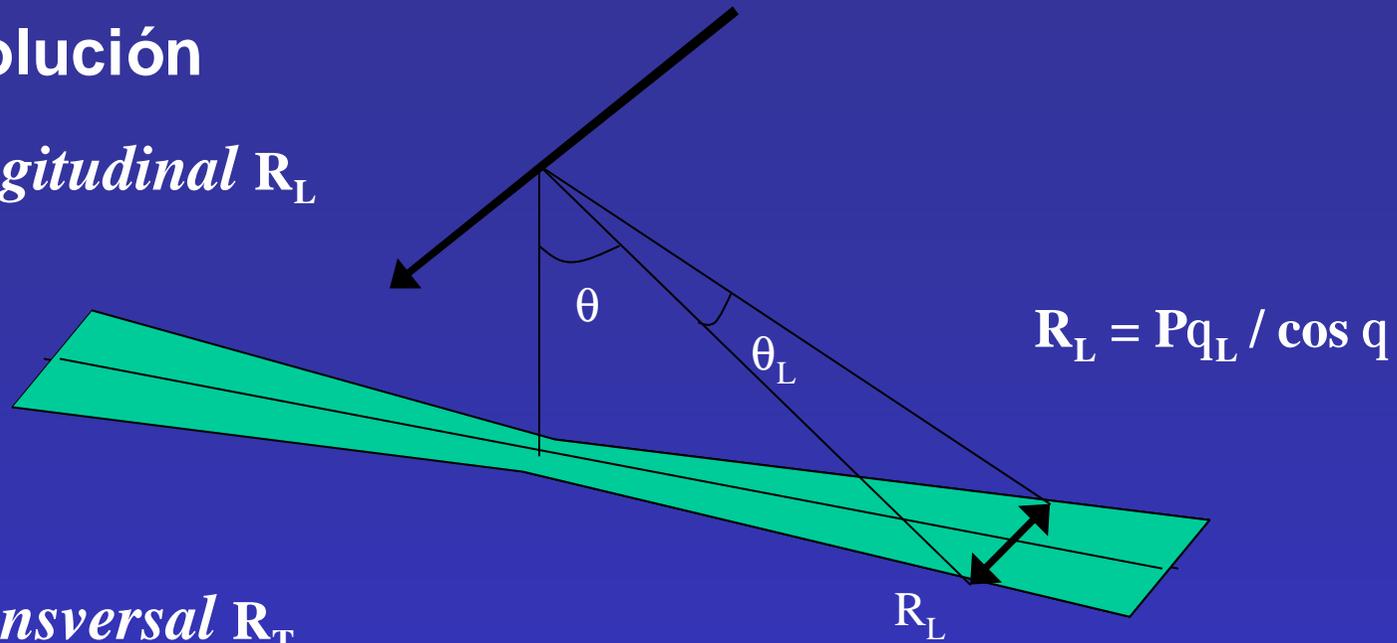
## Dirección de los avances tecnológicos

- Frecuencias más altas (30, 50, 95, 300 kHz)
  - 12-15 kHz (*SeaBeam, EM12...*) > resolución métrica
  - 100-200 kHz (*EM1002...*) > resolución centimétrica
- Mayor nº de haz (hasta 880)
  - Seabeam (Jean Charcot - 1977) : 16*
  - EM12-D (Atalante - 1993) : 162*
  - EM120 (Beautemps Beaupré - 2002) : 191*
  - Seabat 7150 (Pourquoi pas? – 2006) : 880*
- Haz más finos (hasta 0.5°)
  - Mayor cobertura angular (hasta 170°)

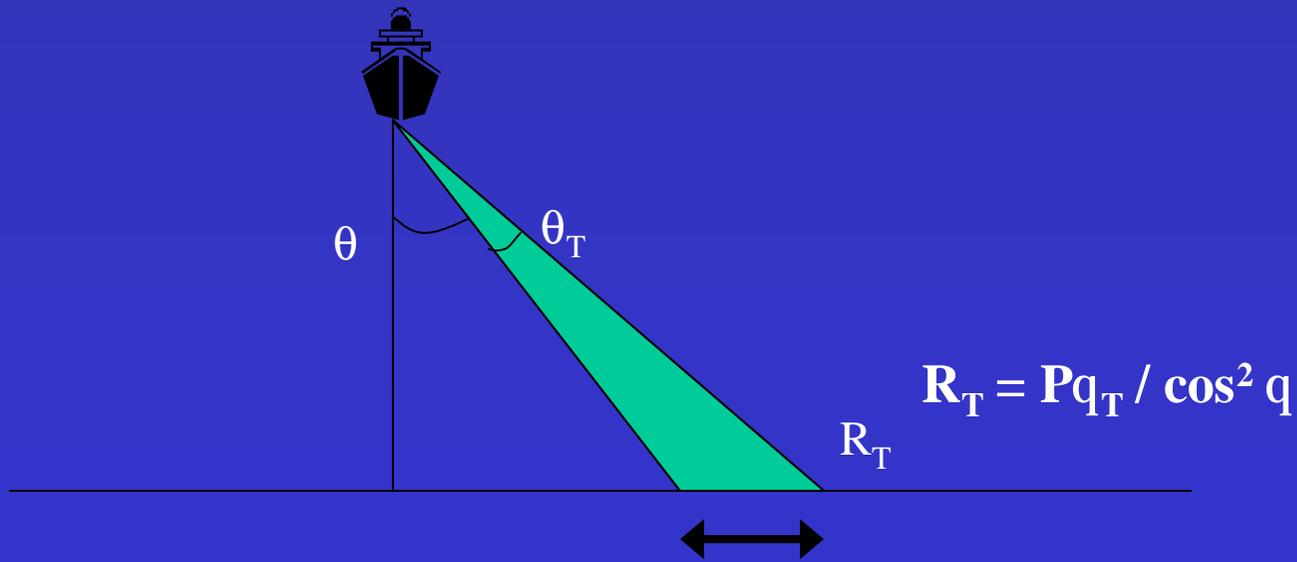
# Características de adquisición

- resolución

*Longitudinal*  $R_L$



*Transversal*  $R_T$



=> depende del sistema y de las condiciones de uso

# Características de adquisición

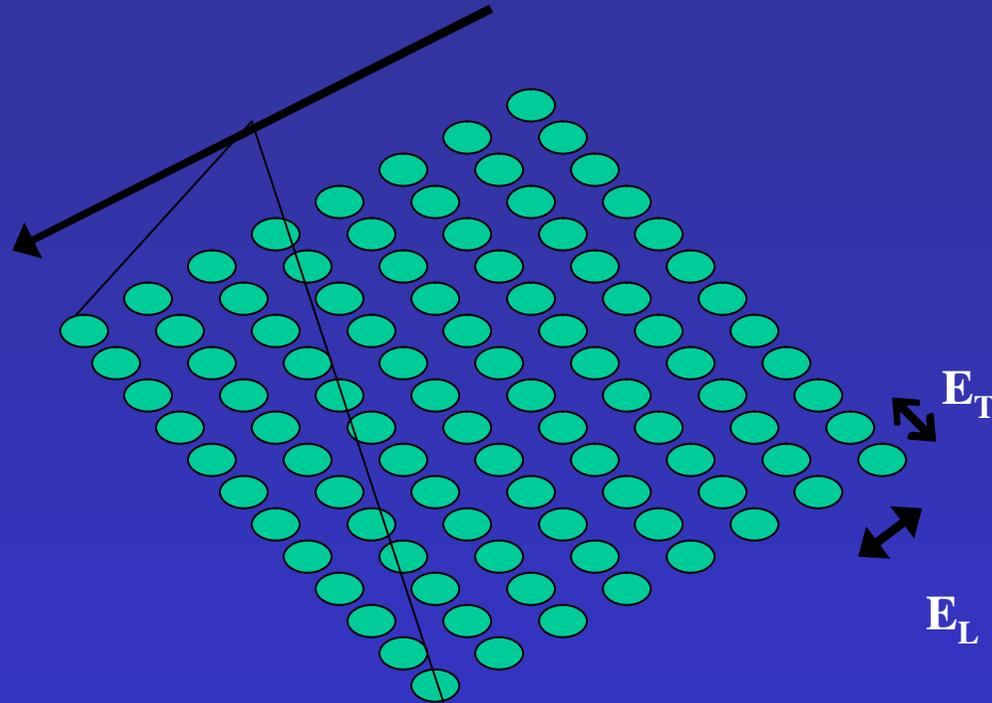
- muestreo

*Longitudinal*  $E_L$

$$E_L = V T_e$$

V : velocidad del buque

$T_e$  : periodo de emision



*Transversal*  $E_T$

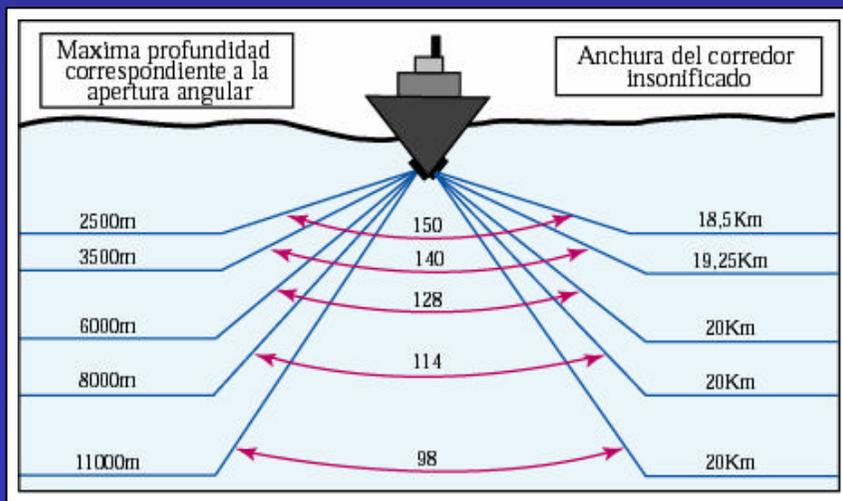
- repartición equidistante :  $E_T = 2P \tan q_M / (N-1)$

$2\theta_M$  : apertura angular    N : numero de haz

=> depende del sistema y de las condiciones de uso

# Las características de adquisición varían según

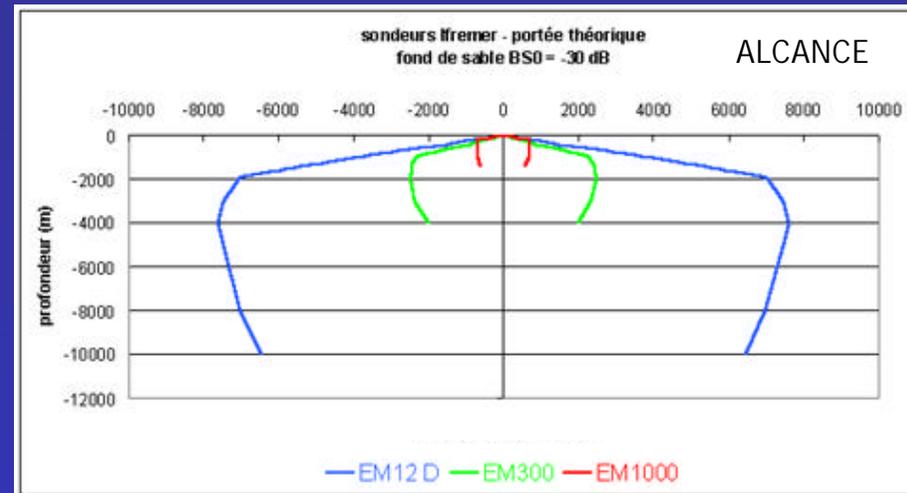
- las condiciones de adquisición por un mismo sistema



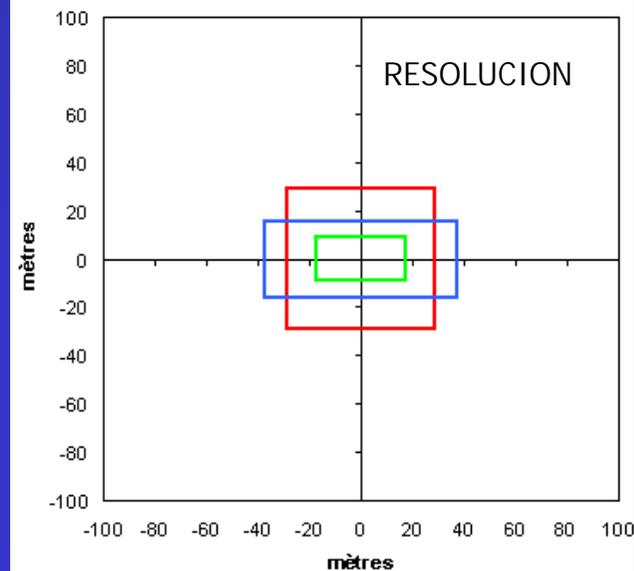
**Sistema EM 300:**  
30 kHz, 135 Haz,  
emision 1° - recepcion 2°

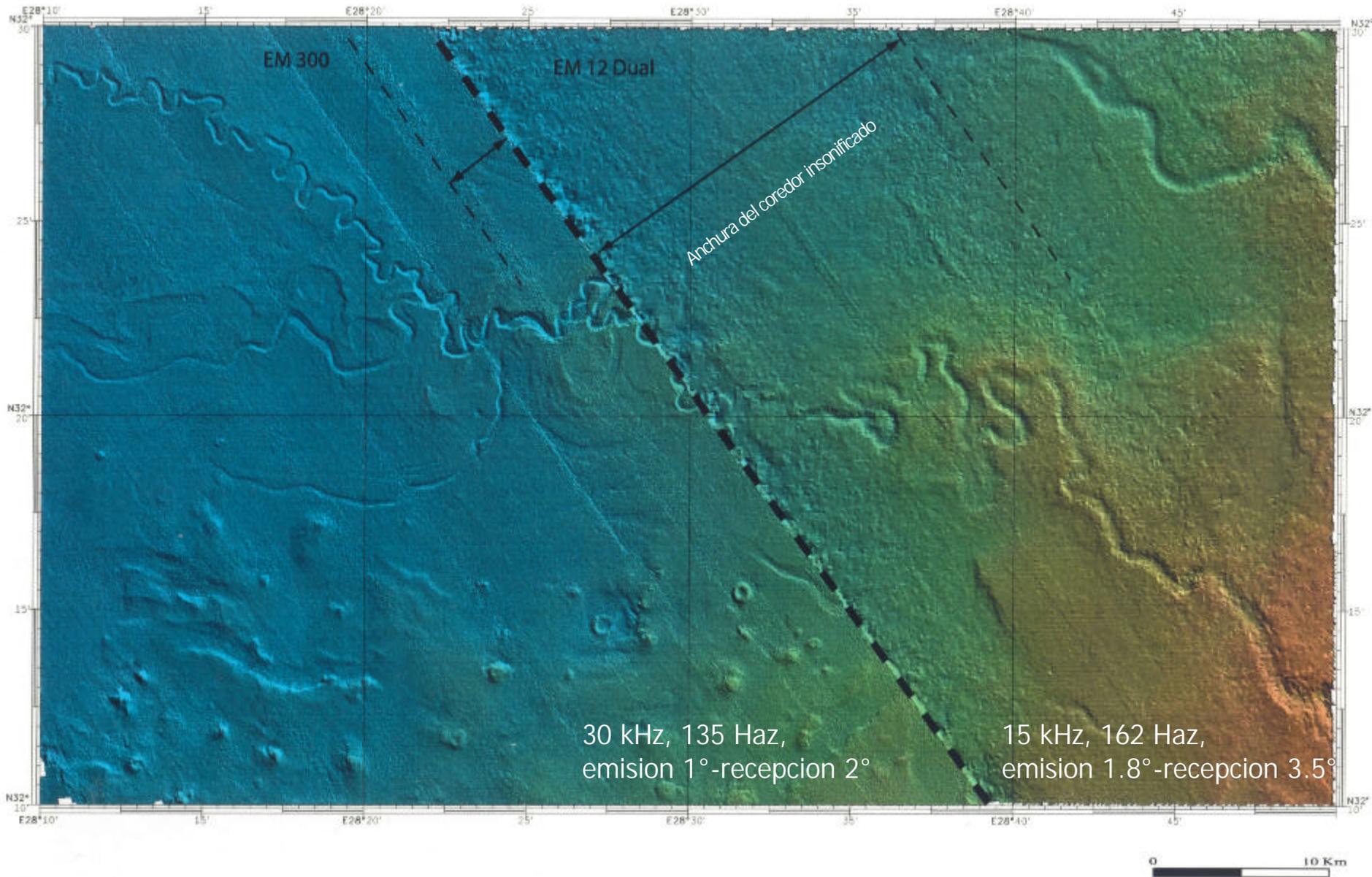
**Sistema EM12D :**  
15 kHz, 162 Haz,  
emision 1.8° - recepcion 3.5°

- el tipo de sistema



sondeurs Ifremer - résolution spatiale  
P = 1000 m - (à la verticale)





## Delta submarino del NILO

**→ condiciona el tamaño del pixel de la malla final**

*Ejemplo : por una velocidad del buque 10 nudos, una profundidad de 4000 m una apertura angular de  $140^\circ$  y un numero de haz = 191,*

*⇒muestro longitudinal = 75 m y muestro transversal = 105 m*

*⇒tamaño del pixel de la malla = mas o menos 100 m*

**→ valor promedio del tamaño del pixel de la malla  
escojida para generar las mapas = 150 m a 200 m**

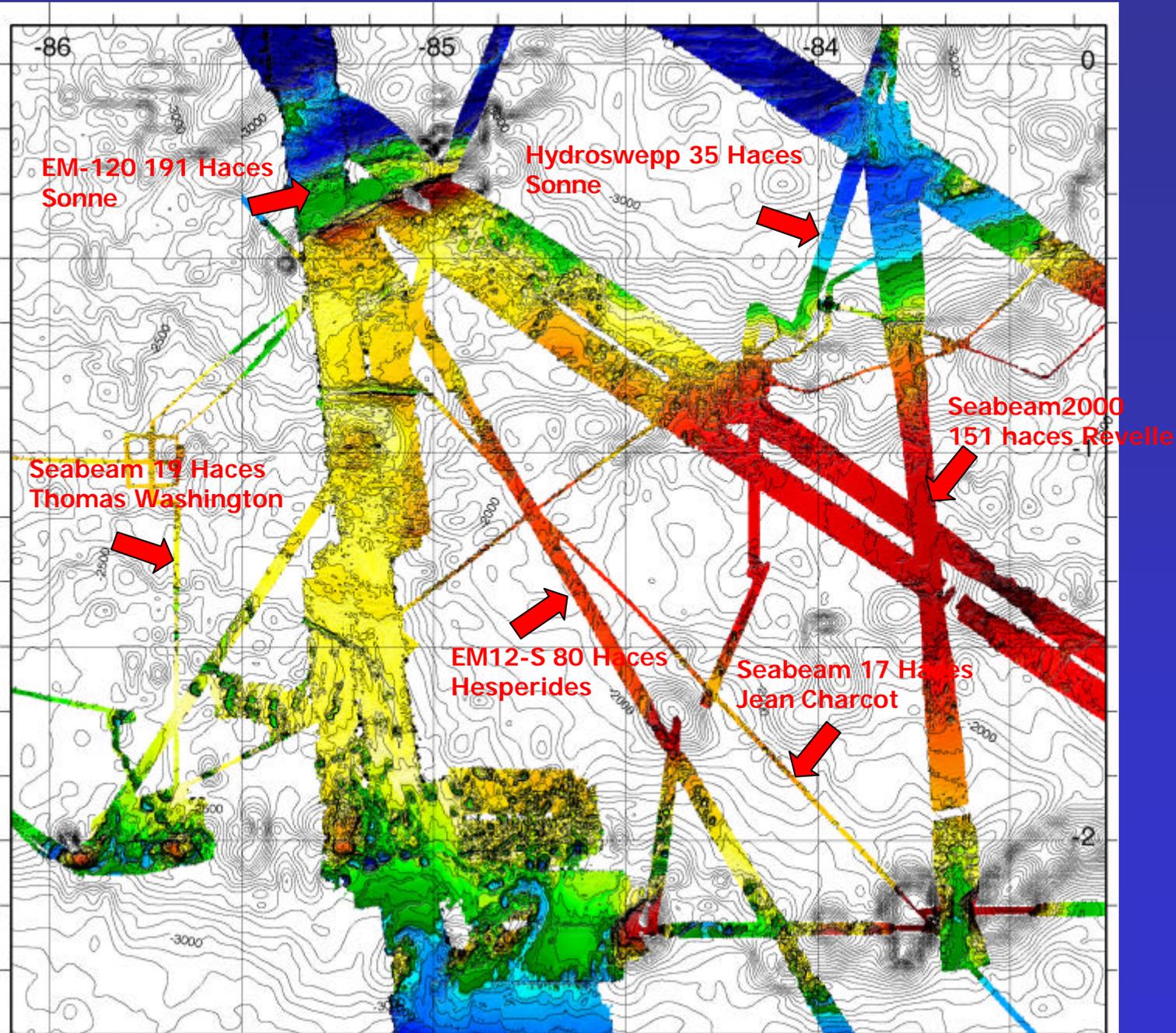
# INTEGRACIÓN LOS DATOS MULTHAZ

- **La dificultad es realizar una integración de datos adquiridos con sistemas de diferentes características**

**Diferentes buques, ángulo de abertura, tamaño del haz, formato de los datos, control de la aceleración, etc.....**

- sistema Simrad EM12D B. I. L'Atalante (IFREMER); campañas Pugu (1997) , Amadeus (2005), Esmeraldas (2005)
- sistema Atlas Hydrosweep del B. I. Sonne campaña SO-14 (Paganini, 1999) y del B.I. Maurice Ewing durante la campaña EW00-04 (2000)
- sistema Simrad EM120 del B. I. Sonne; campañas SO-158 (2001), SO-159 (Salieri, 2001), SO-162 (2002)
- sistema Simrad EM12S del B.I Hesperides campaña Gala (1996)
- sistema Seabeam 2100 del B. I. Atlantis; campaña AT07L25 (2002) y del B. I. Roger Revelle; campañas GENE01RR (1996) y Drift-Leg4 (2001).
- datos adicionales de batimetría multihaz fueron obtenidos de los bancos de datos del NGDC (NOAA) y SISMER (IFREMER)

# Heterogeneidad de los datos (area central de la cordillera de Carnegie)

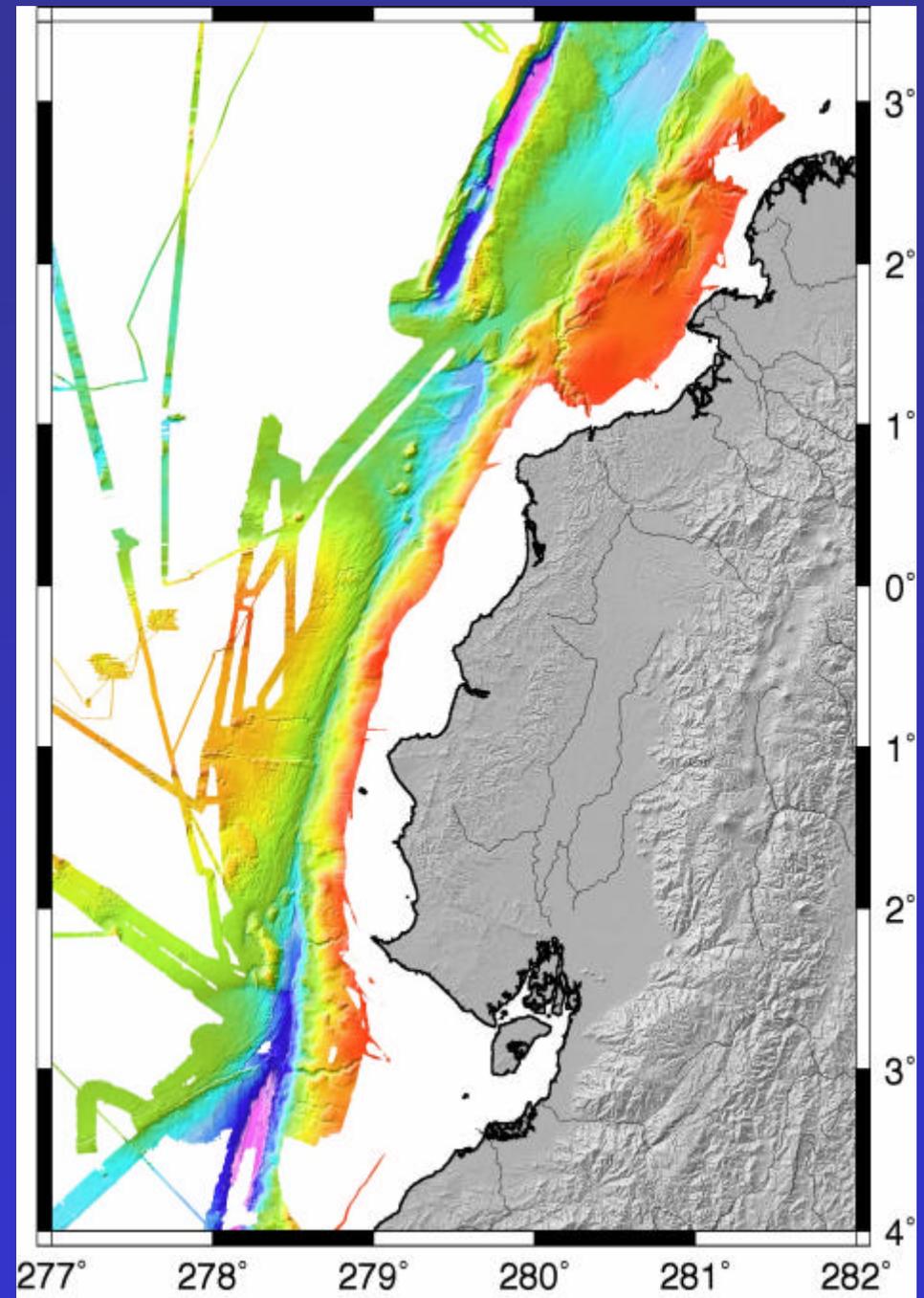


## Heterogeneidad de los datos (area del margen)

Campaña Pugu (B/O Atalante)  
1999

Campaña Salieri (B/O Sonne)  
2001

Campaña Amadeus (B/O Atalante)  
2005



# PROCESAMIENTO DE LOS DATOS MULTIHAZ con el « software » CARAIBES (desarrollado por IFREMER y el SHOM)

- \* Conversión de datos al formato « caraibes »
- \* Procesamiento en « caraibes » de los datos de cada campaña
- \* Se trataron primero los datos de las campañas mas recientes (Amadeus, Pugu y Salieri) y posteriormente los mas antiguos

CARAIBES = (**CAR**tography **A**dapted to **I**magery and **B**athym**E**try of **S**onars and multibeam echosounders)

IFREMER = Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

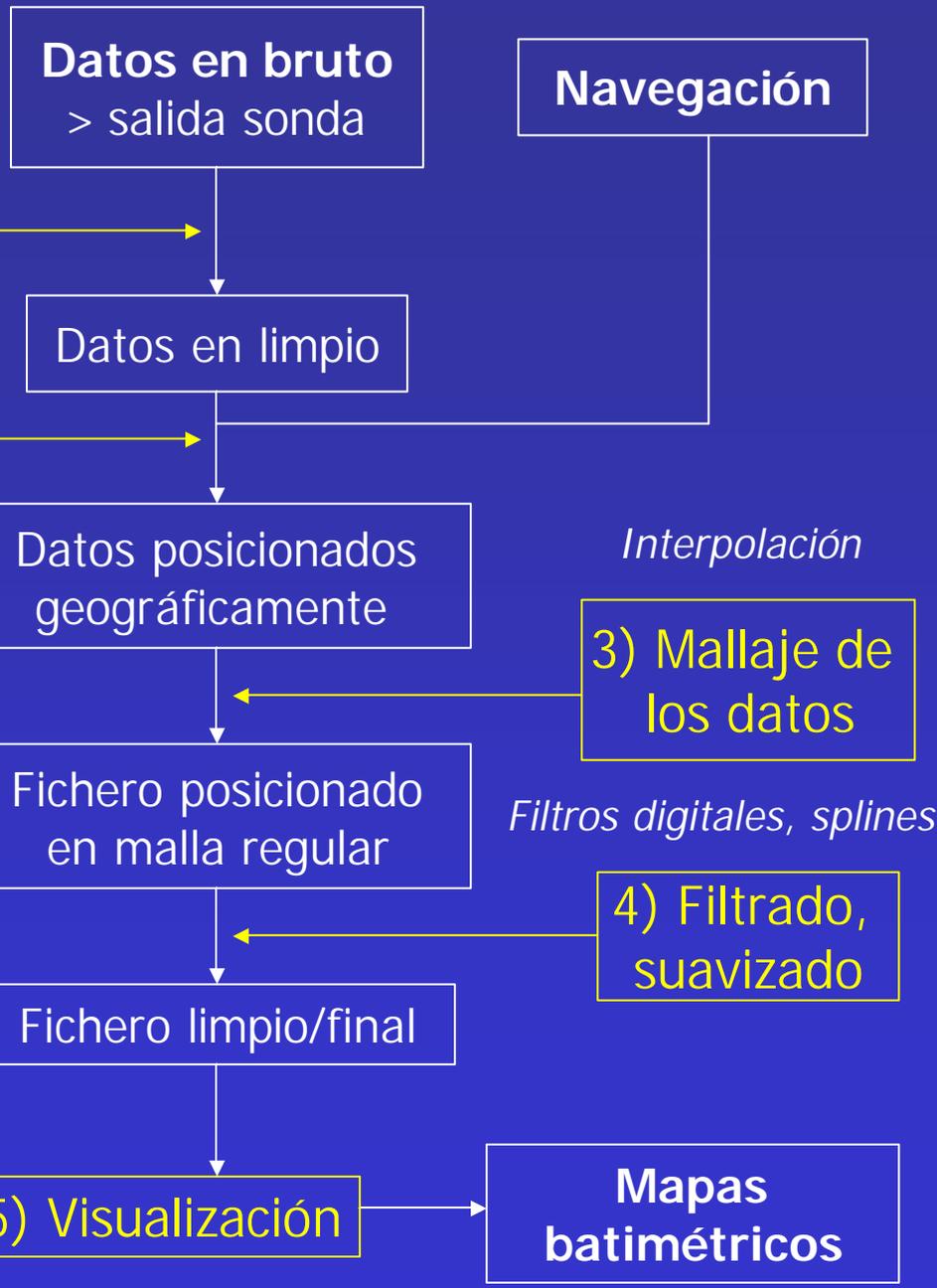
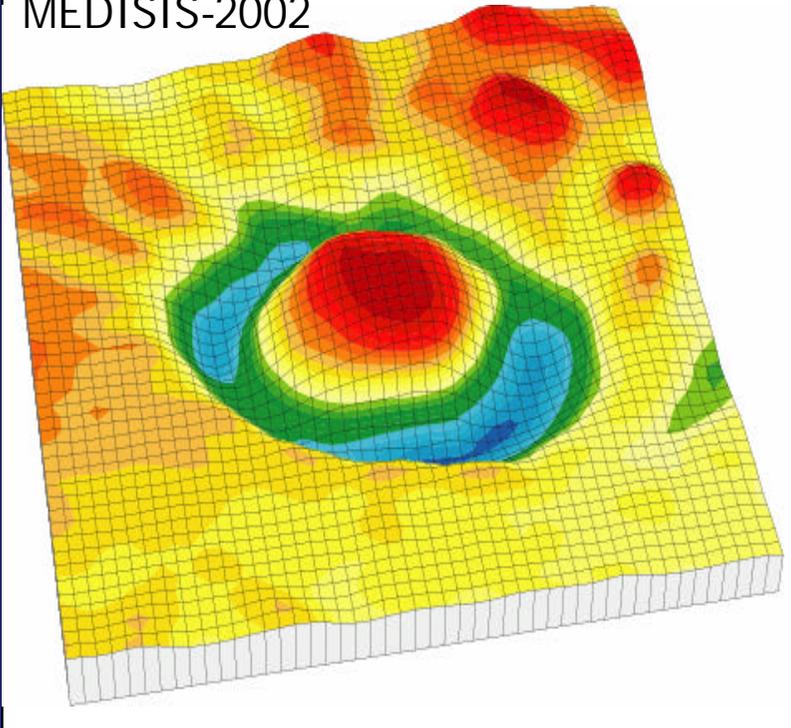
# Tratamiento de datos

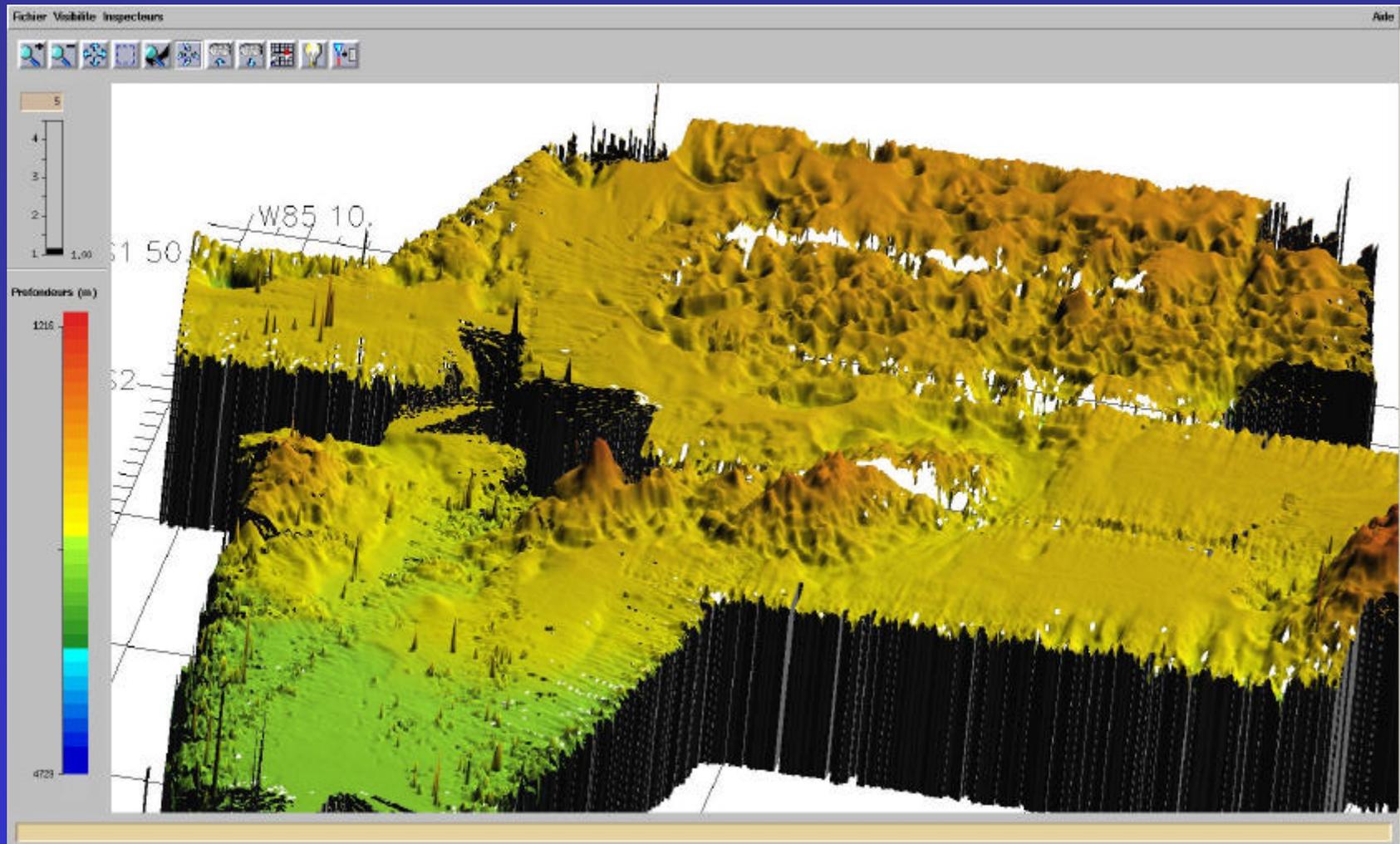
(e.g. *Caraibes*)

1) Eliminación sondeos aberrantes

2) Fusión con la navegación

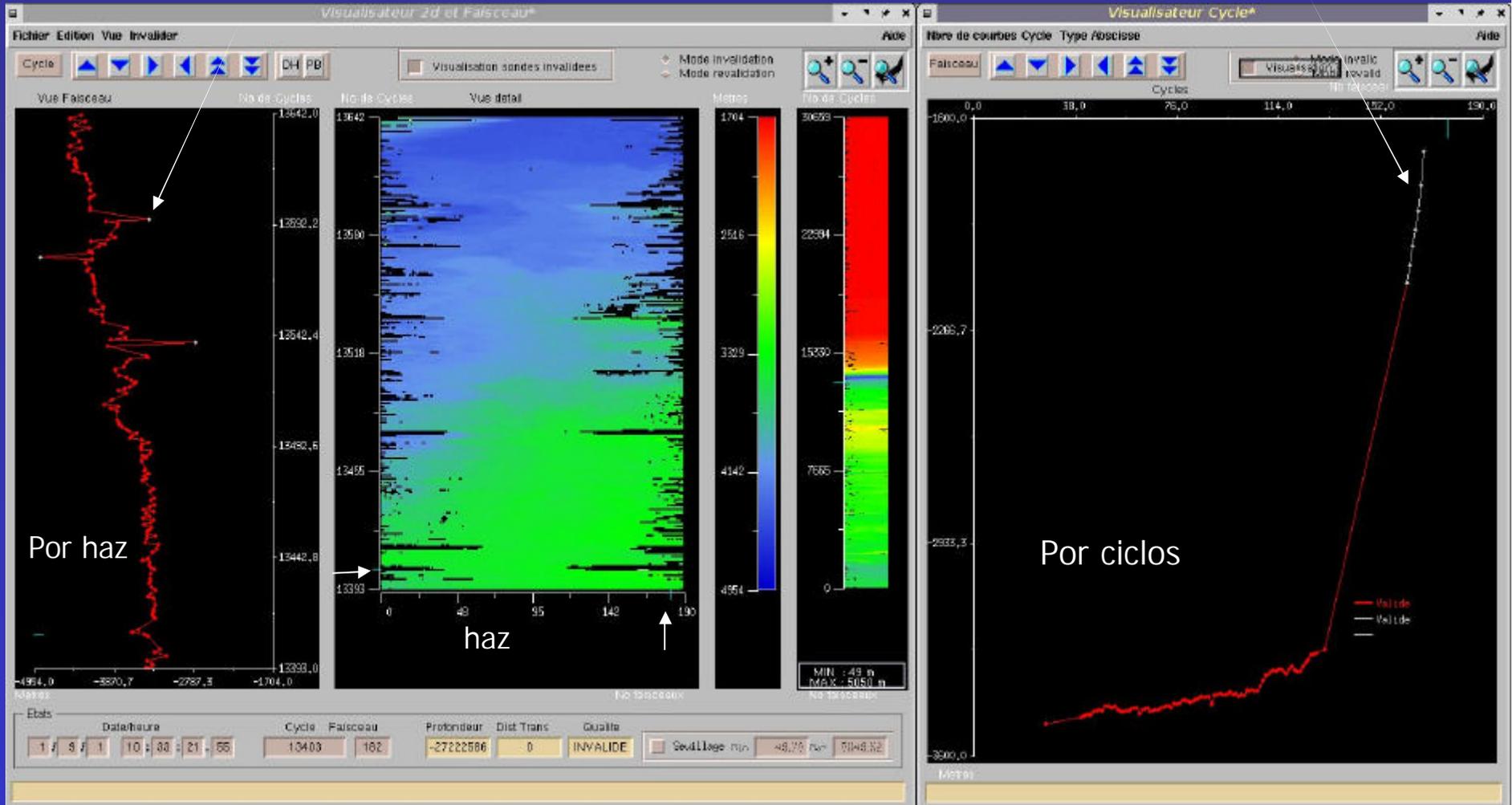
MEDISIS-2002



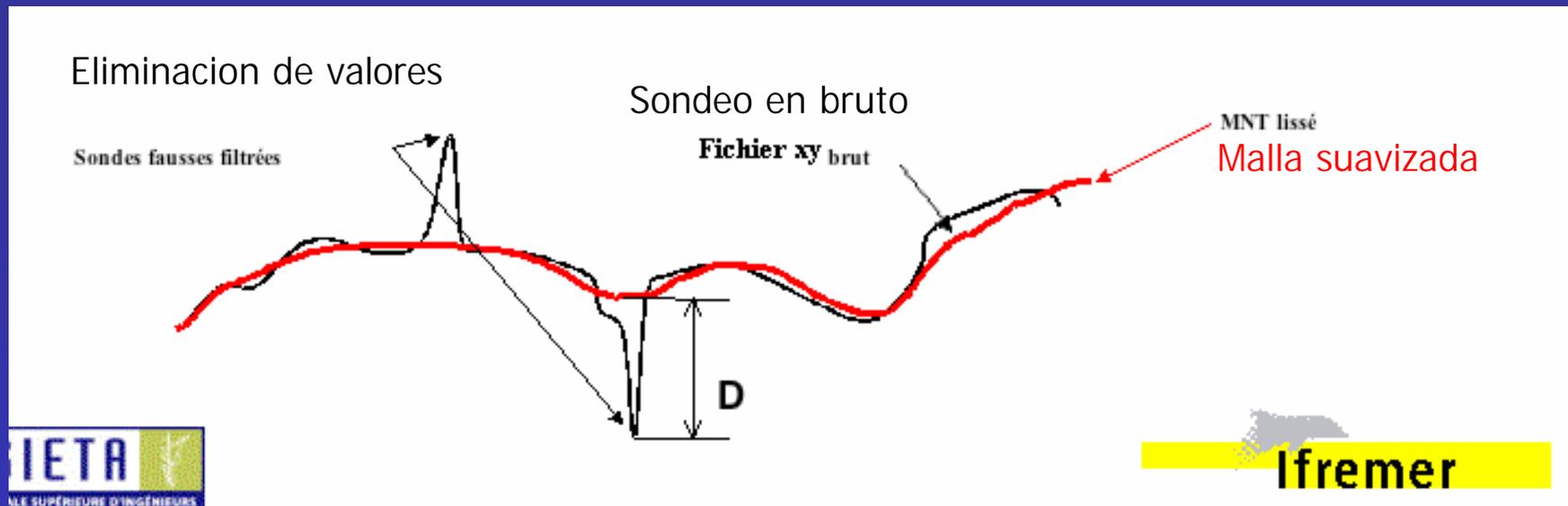


**Datos de sondeos en bruto**

(software CARAIBES) IFREMER



## Depuración interactiva



- calculo de una malla suavizada (funcion spline y tamaño de la malla = 2 veces el tamaño de la malla final)

\* cada sondeo en bruto se compara con la malla suavizada  
no es validado si la diferencia es mayor que el limite D

Depuración automática :

filtrado por comparación con una malla suavizada de referencia

(software CARAIBES) IFREMER

CARAIBES v3.3 - Supervision <2>

Outils Journaux Configuration Aide

	noname	Fin de View3d - 40	14:51:23		
	noname	Fin de View3d - 40	14:52:33		
	noname	Fin de View3d - 40	14:55:35		
	noname	Fin de View3d - 20	14:59:01		

CARAIBES v3.3 - CaraibesManager

CaraibesManager Options Aide

/ home legonidec Travail Micho Yvesall

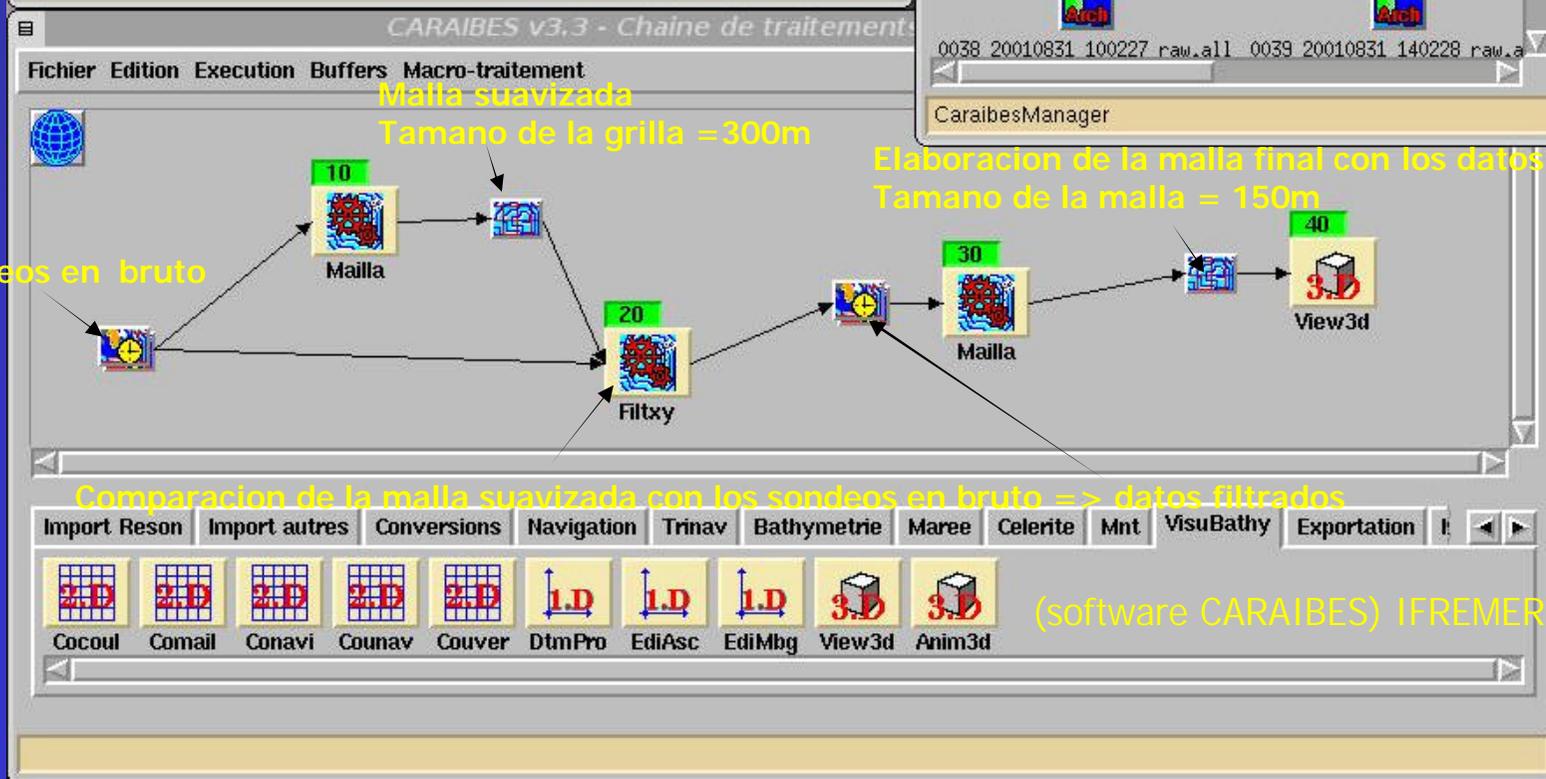
/home/legonidec/Travail/Micho/Yvesall

0030\_20010830\_020225\_raw.all 0031\_20010830\_060225\_raw.a

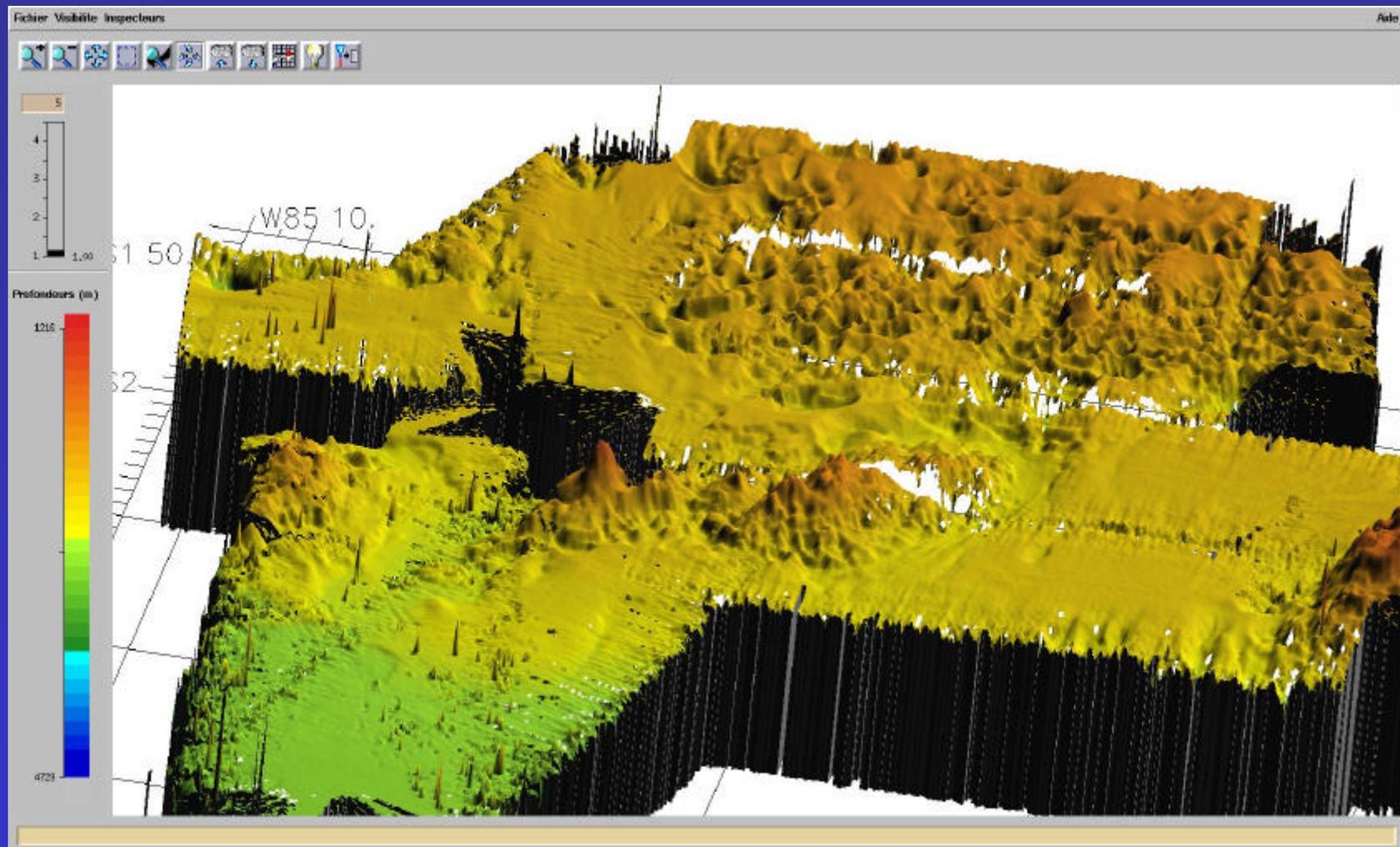
0034\_20010830\_180226\_raw.all 0035\_20010830\_220227\_raw.a

0038\_20010831\_100227\_raw.all 0039\_20010831\_140228\_raw.a

CaraibesManager

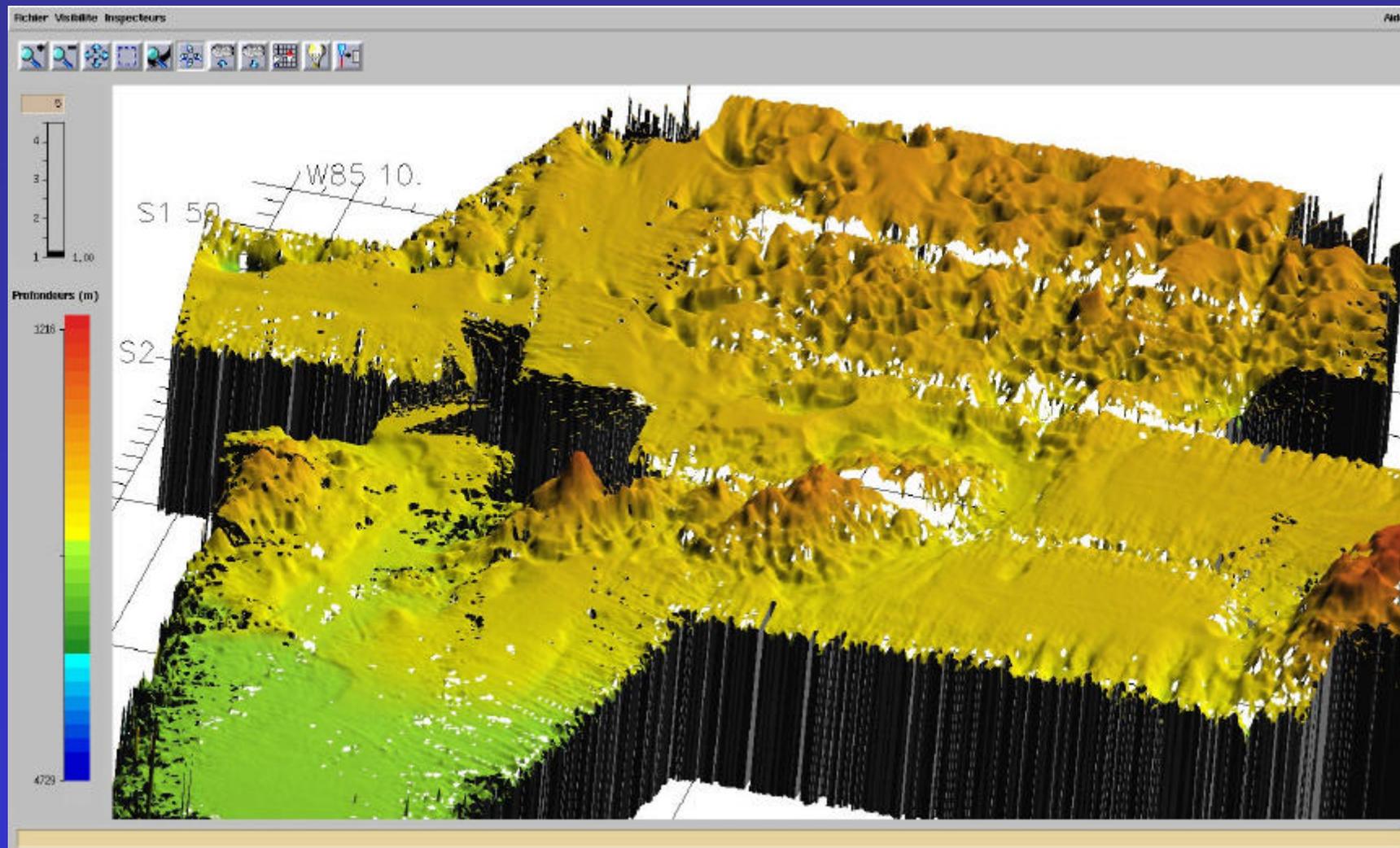


Depuración automática : filtrado por comparación con una malla suavizada



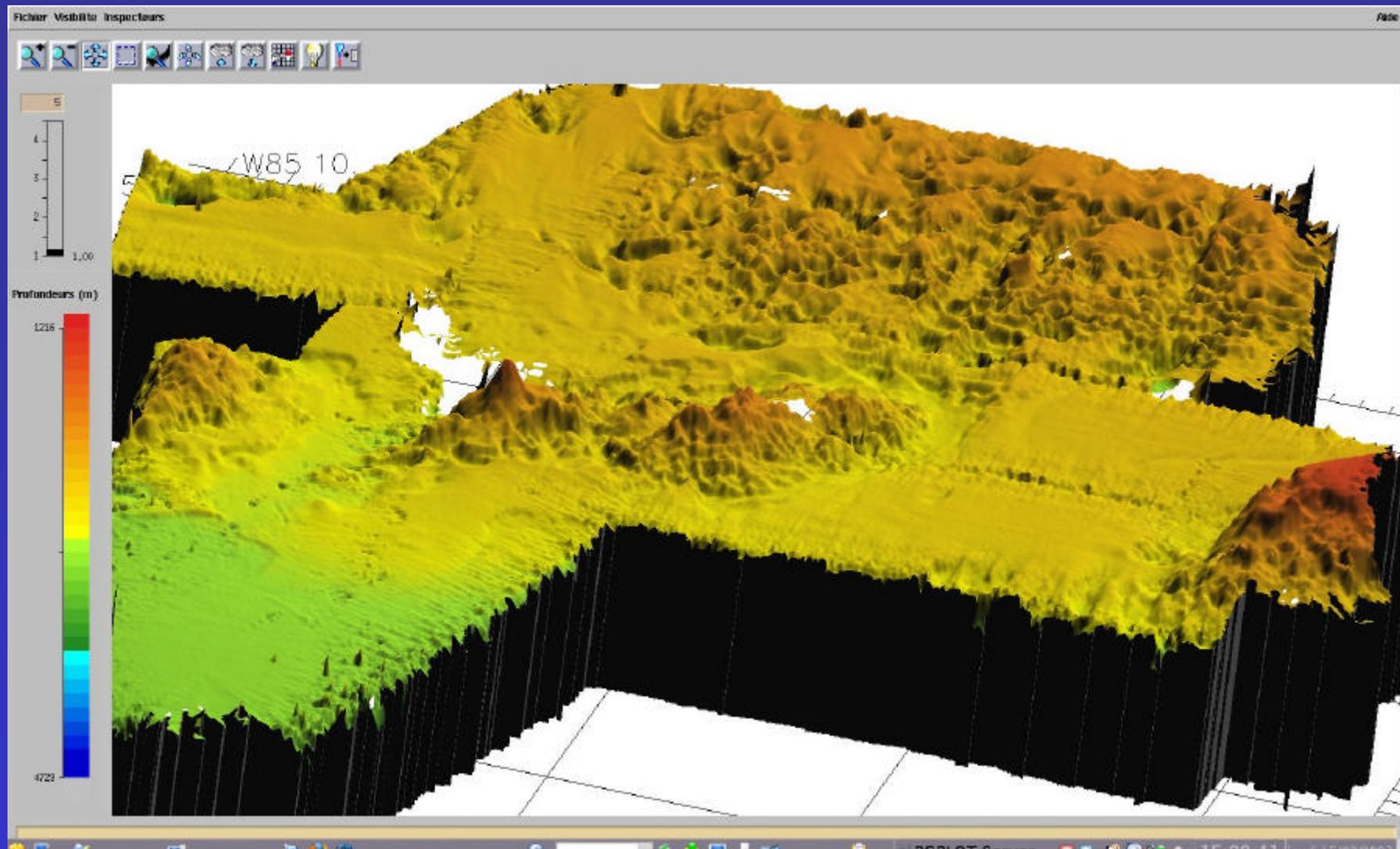
**Sondeos en bruto**

(software CARAIBES) IFREMER



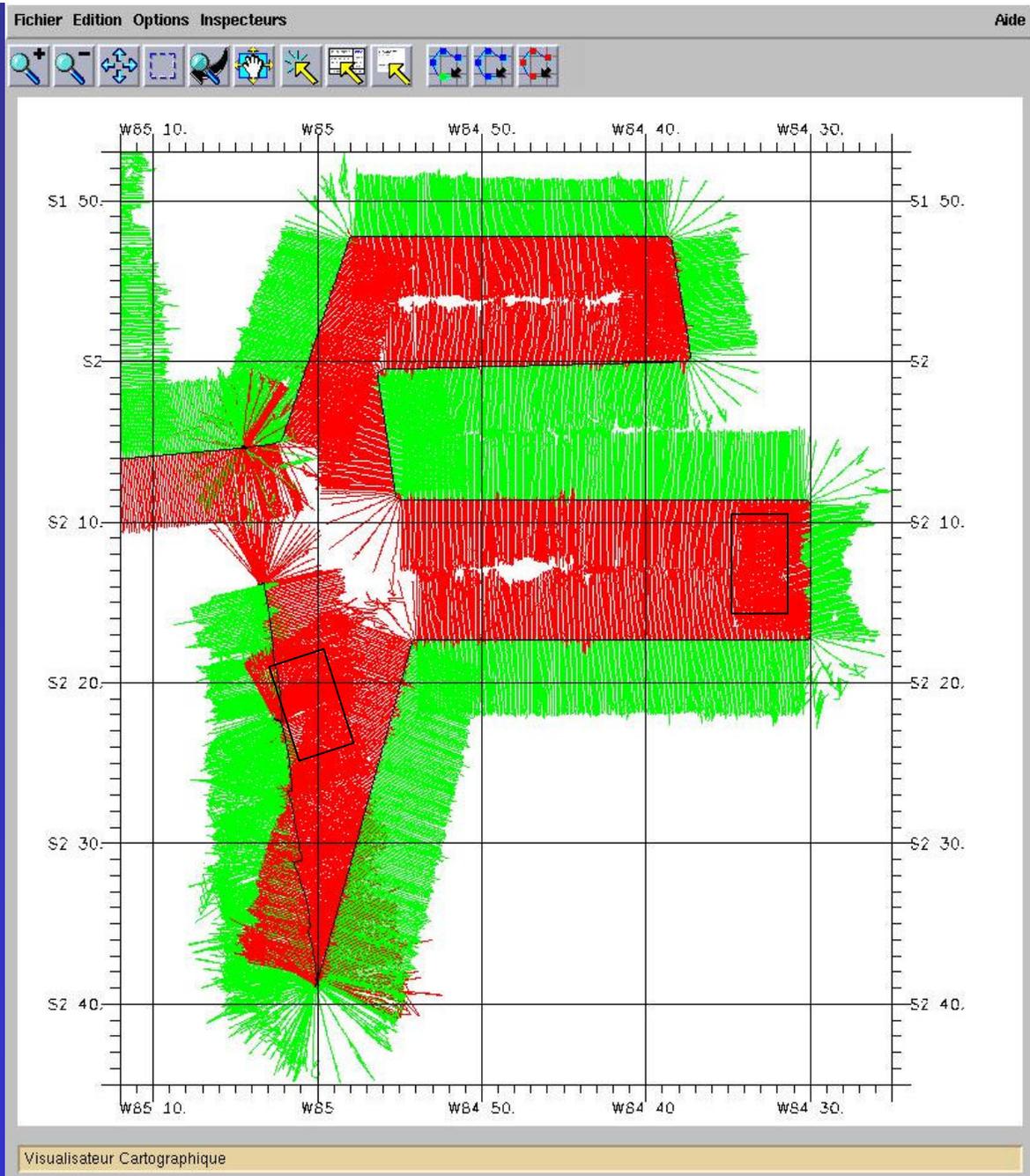
**Sondeos filtrados**

(software CARAIBES) IFREMER



**Sondeos filtrados e interpolados**

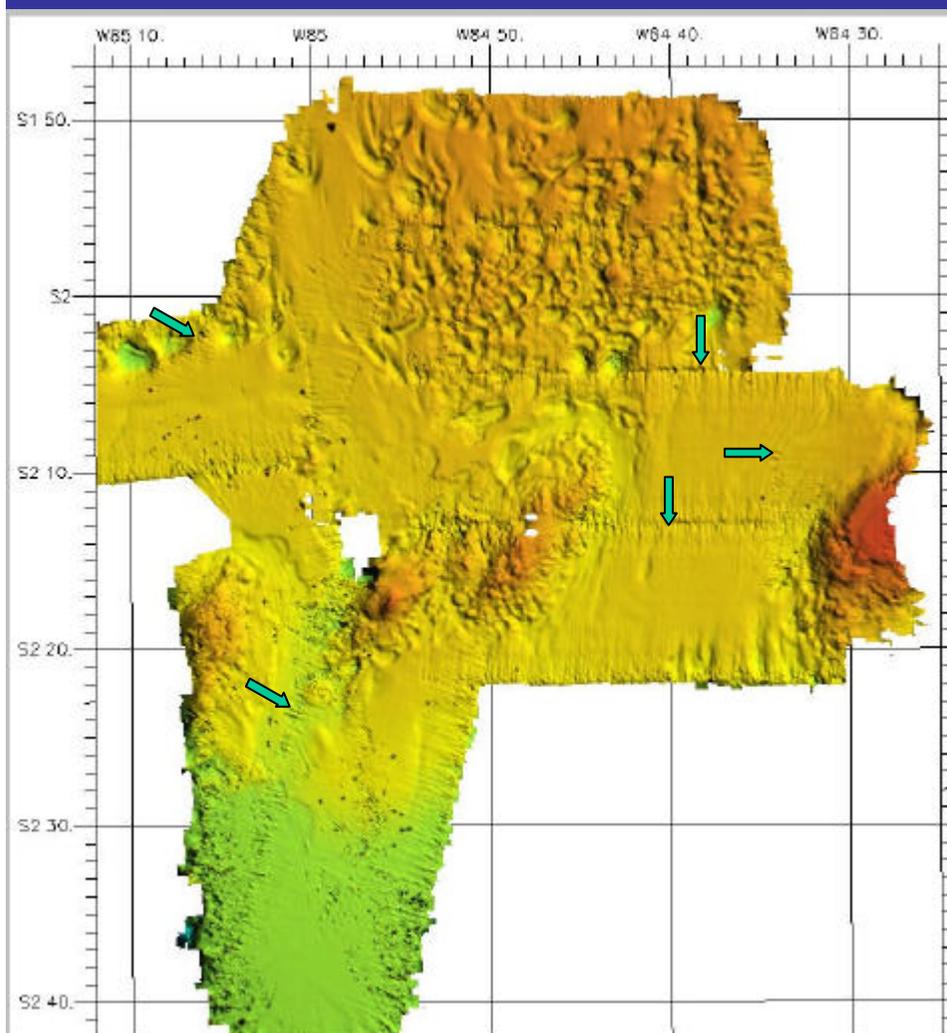
(software CARAIBES) IFREMER



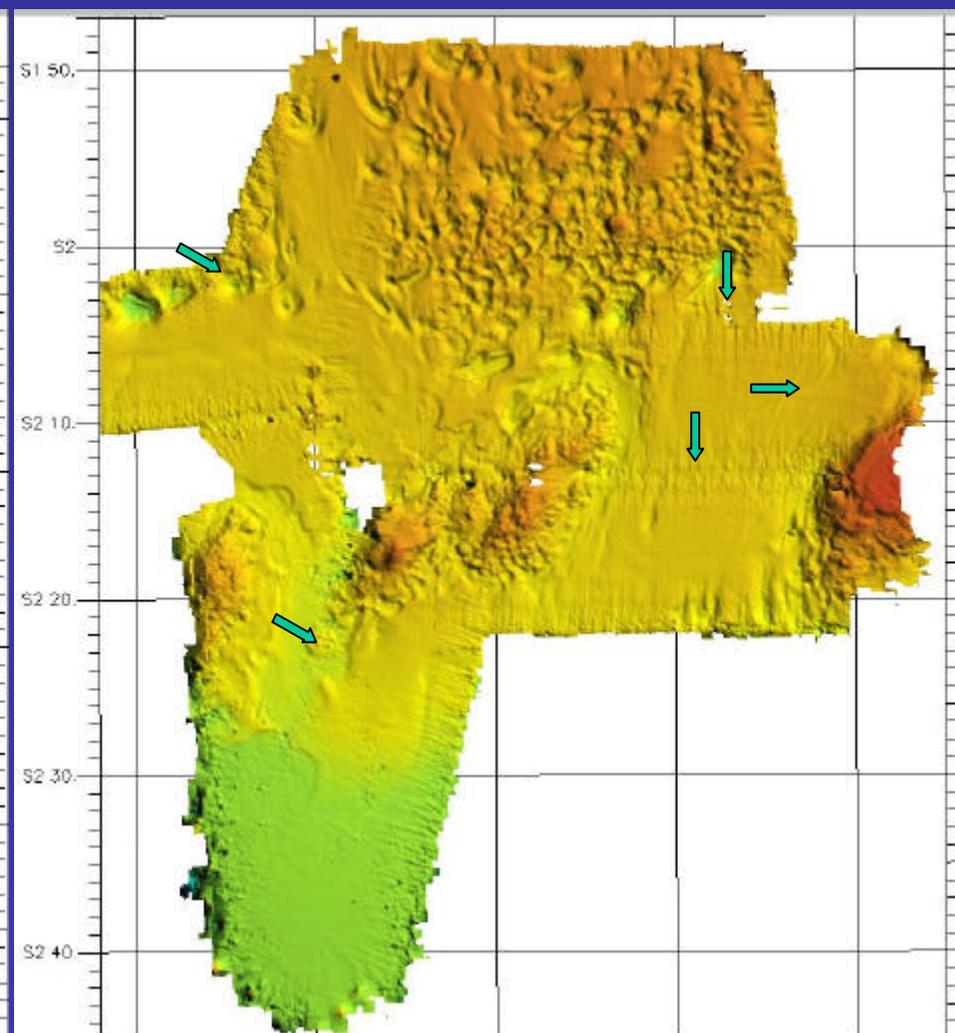
A babor color verde  
A estribor color rojo

(software CARAIBES) IFREMER

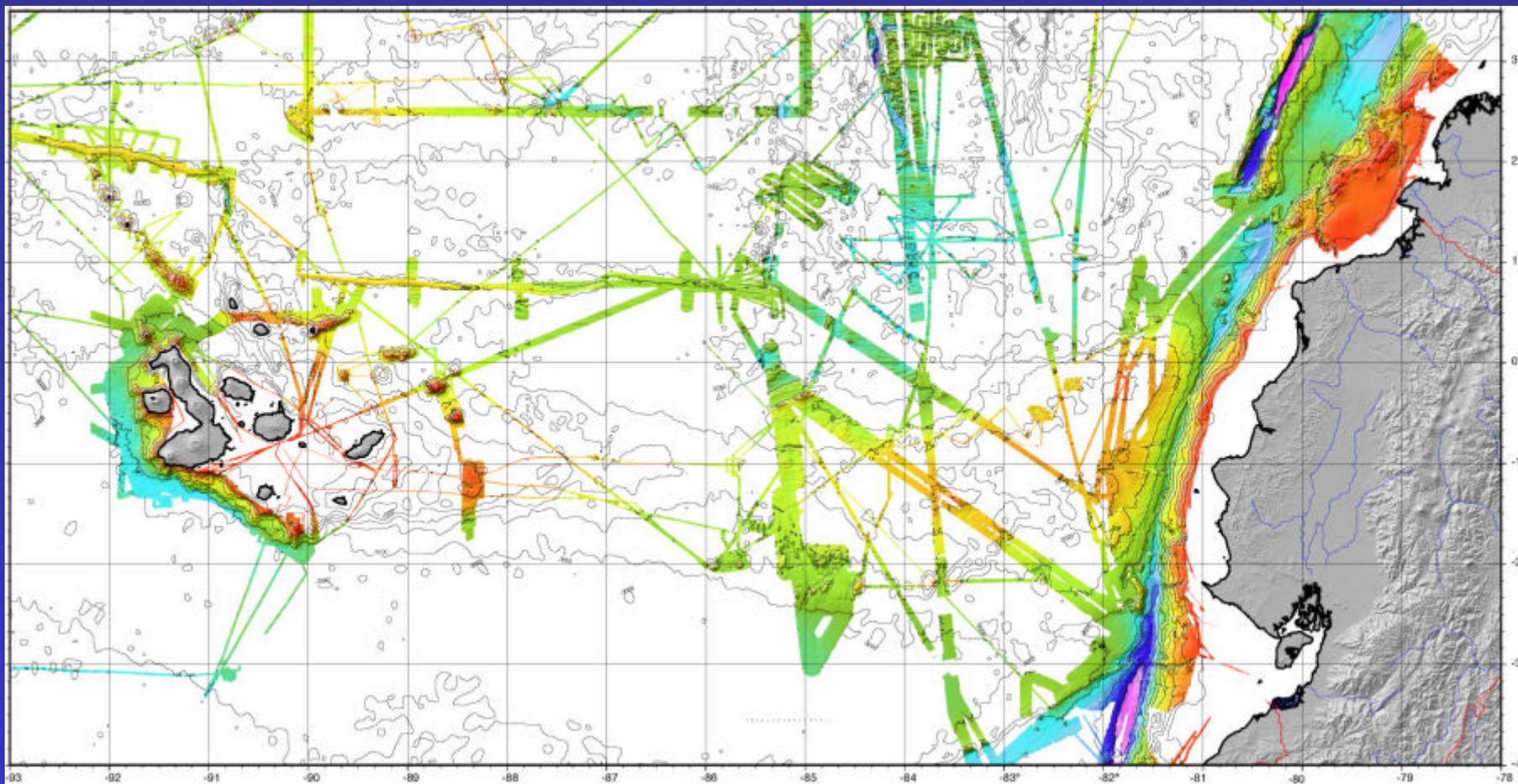
Visualización de los ciclos adquiridos a lo largo de las rutas



sondeos filtrados



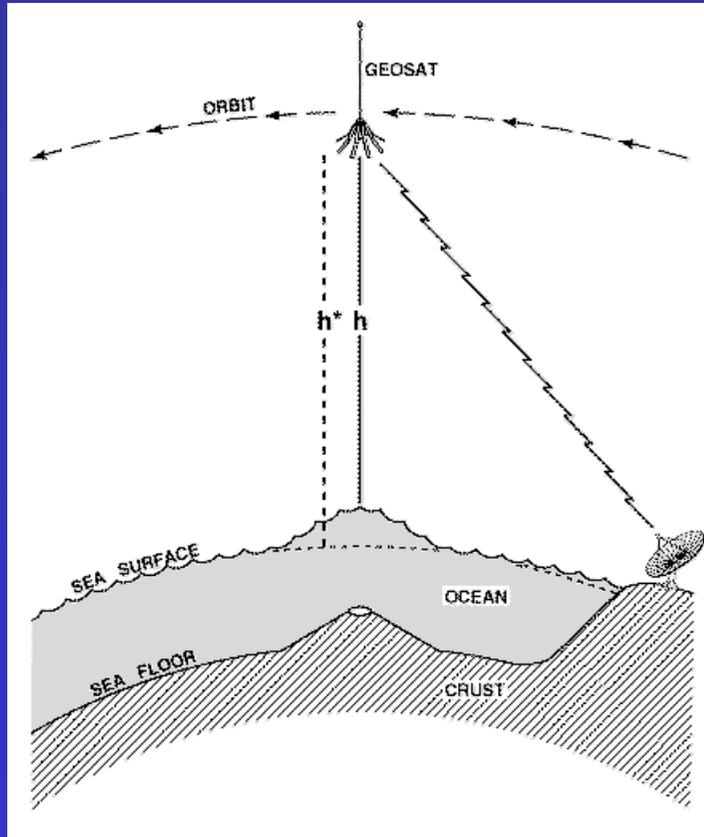
sondeos filtrados + eliminación  
de los datos de las zonas cubiertas  
varias veces +sondeos de los haz extremos



**Resultado de la integración de los datos multihaz**

# segunda etapa

## Integración de la batimetría derivada a partir de la altimetría

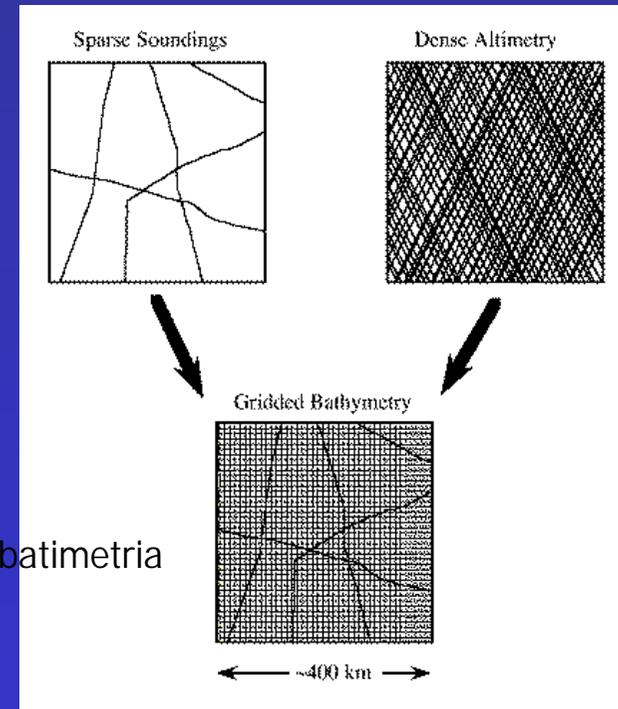


Medición de las anomalías del geoide (altimetría)

**Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings (Sandwell and Smith, 1996).**

Rutas de buques con batimetría monohaz

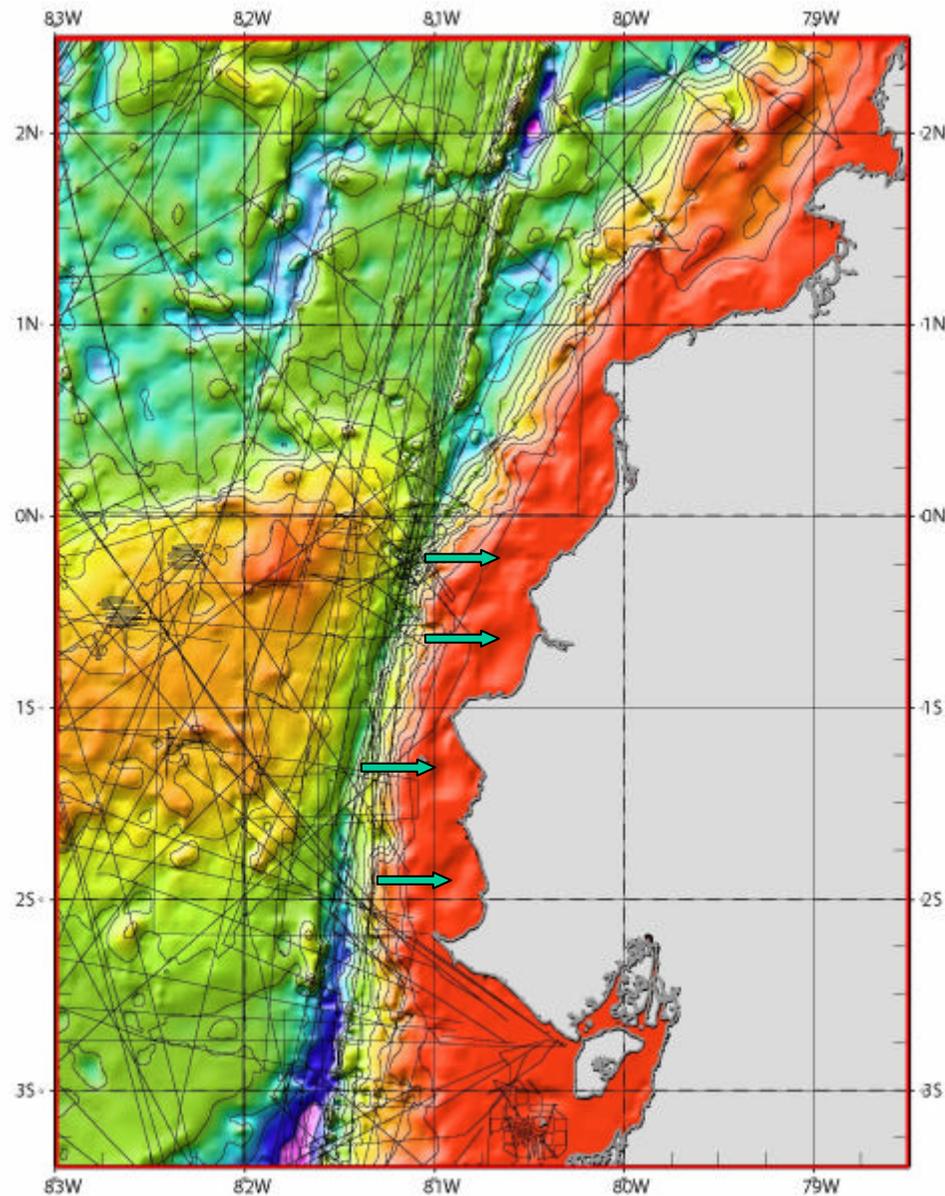
Datos setelitales



Malla de batimetría

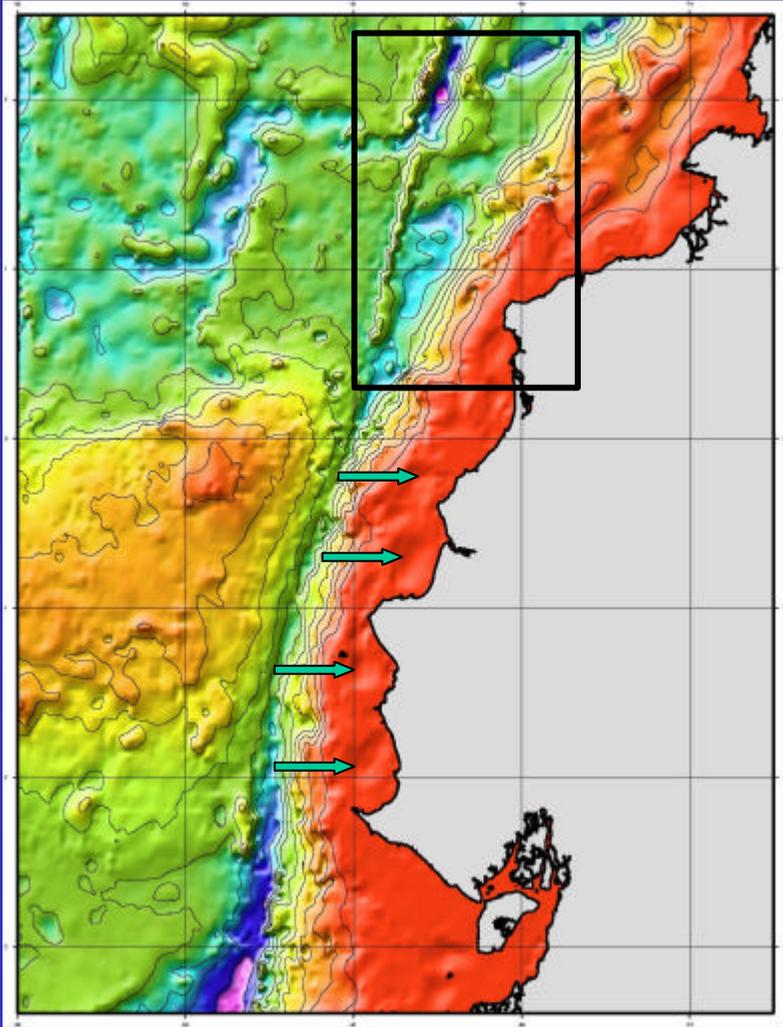
Extrapolación de las anomalías del geoide a la batimetría

- malla de la batimetría global (remuestreada con el tamaño de la malla de multihaz)

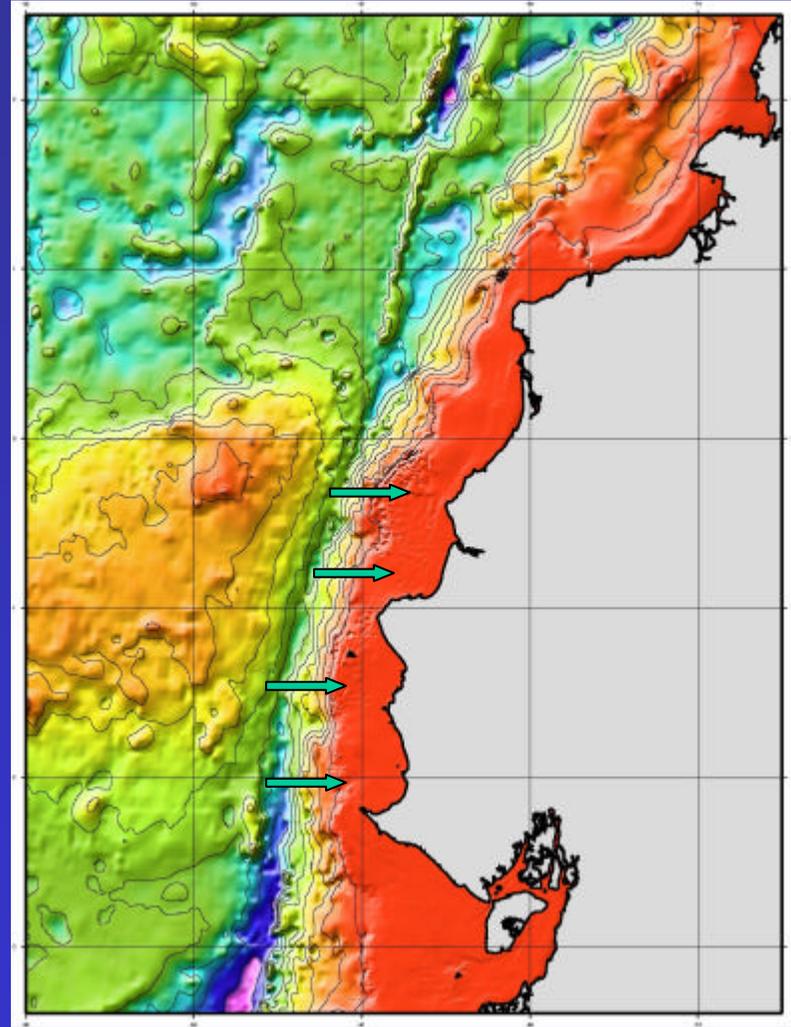


No es eficiente en la plataforma  
=> integracion de los sondeos  
de los mapas hidrograficos  
de INOCAR

• malla a partir de batimetría monohaz en la plataforma

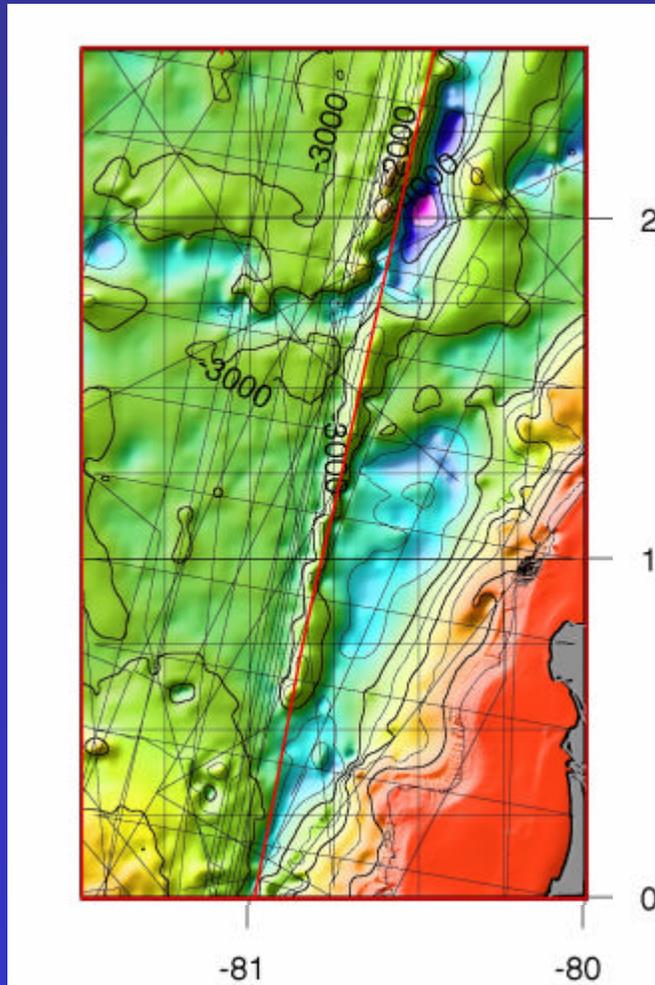


Batimetría global

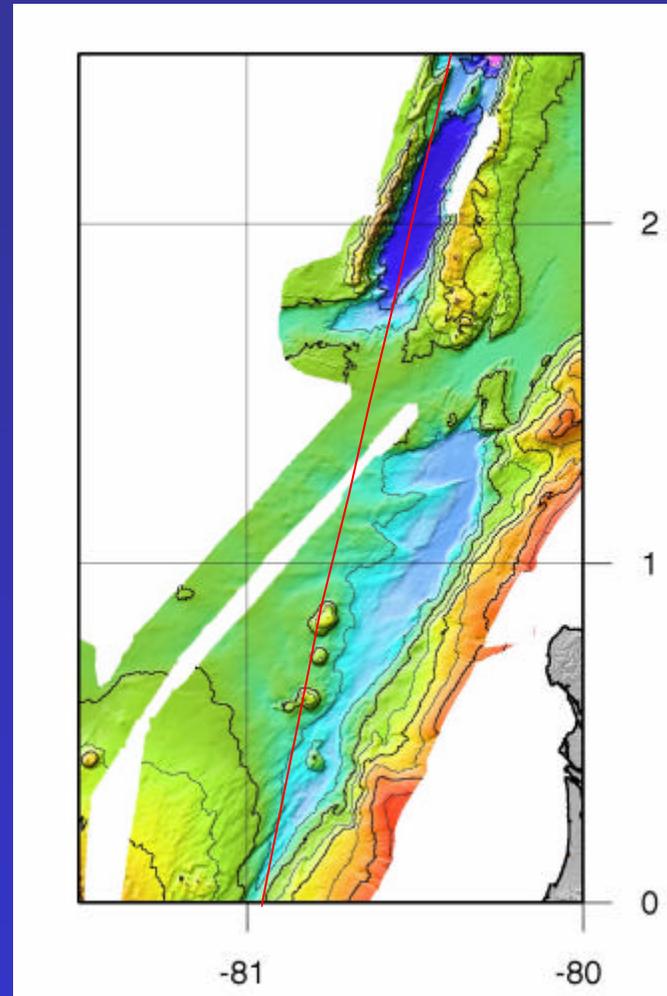


Batimetría global + sondeos de los mapas de INOCAR en la plataforma

Batimetría global



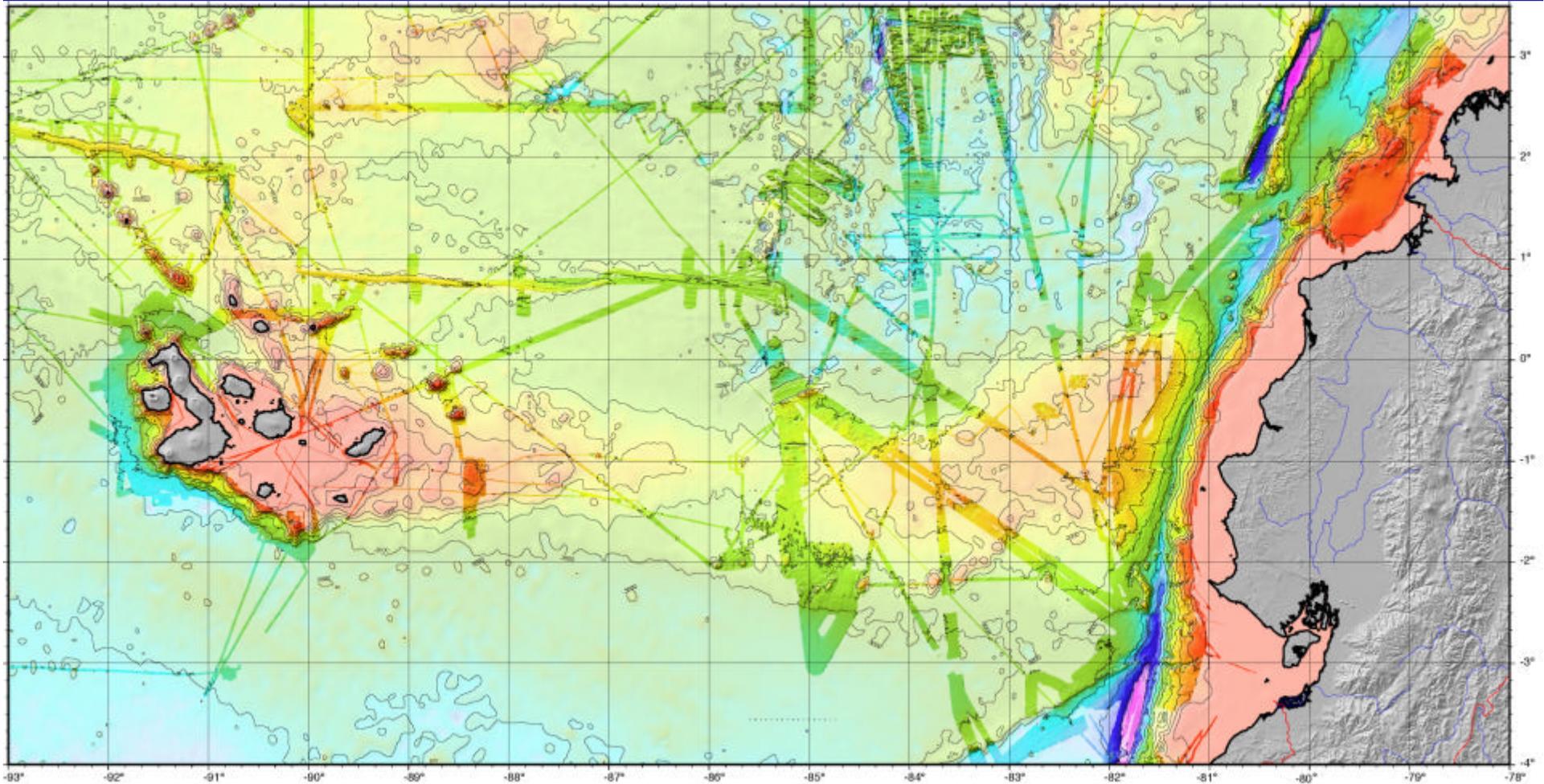
Batimetría Multihaz



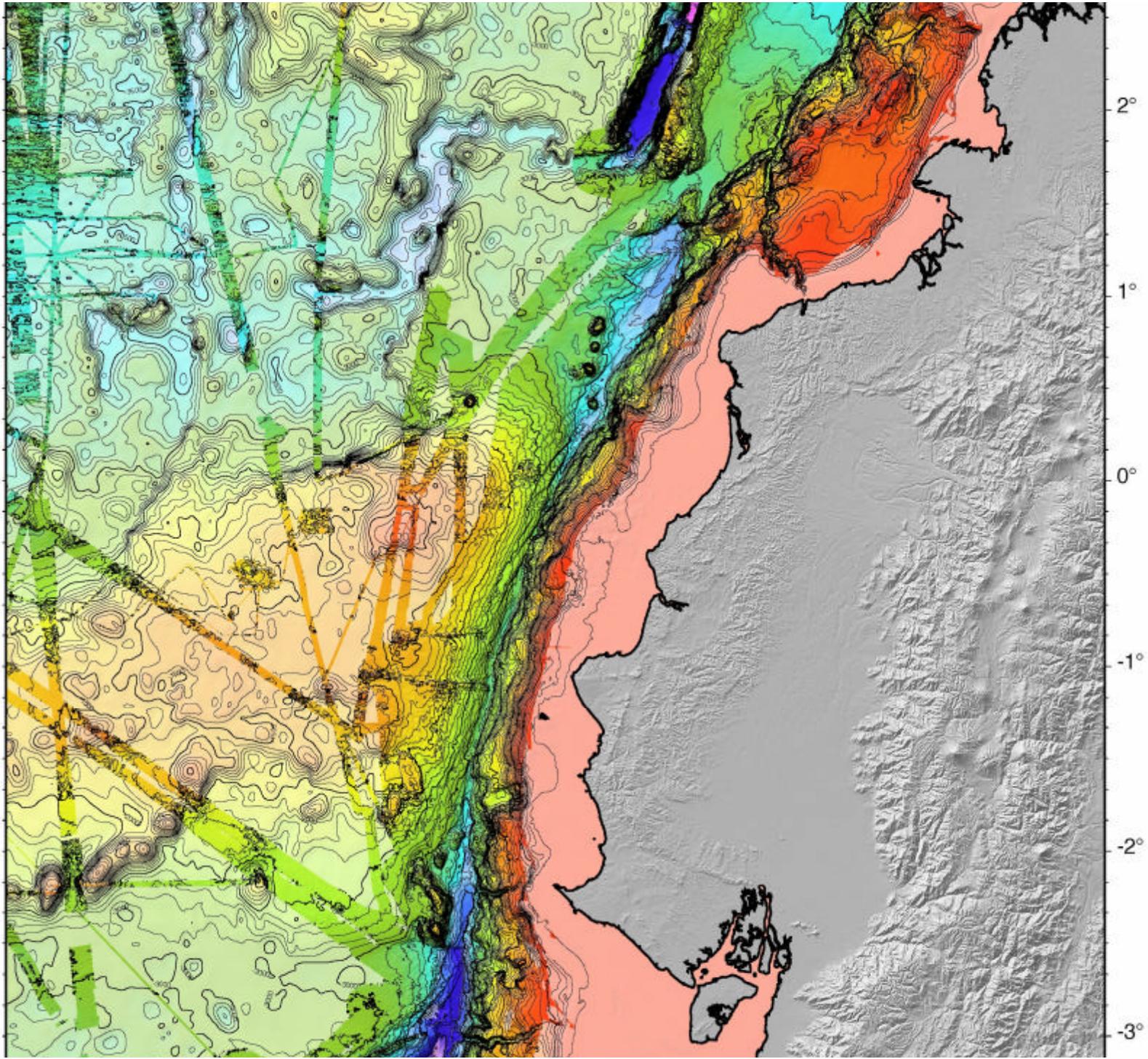
- artificio en los datos de la batimetría global

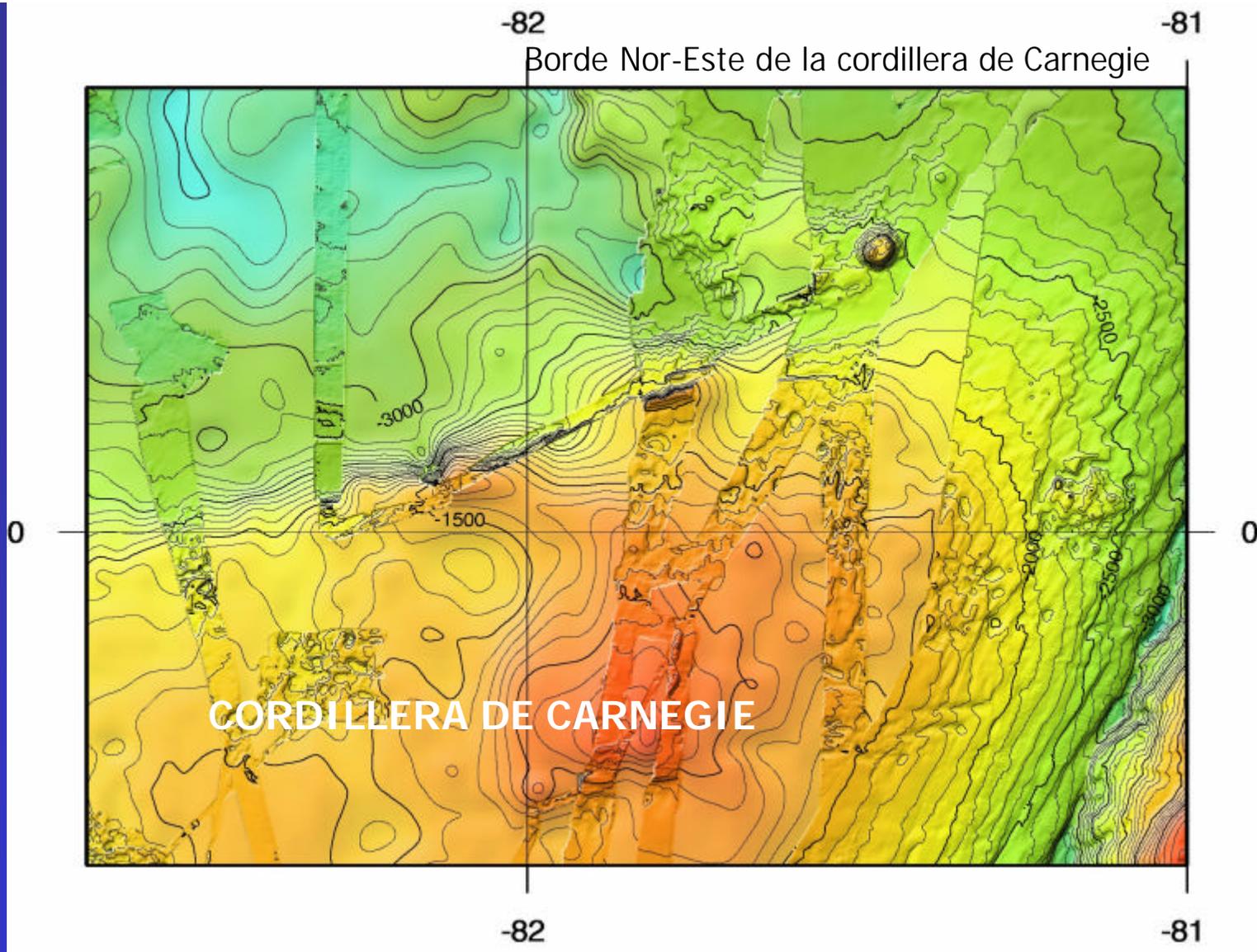
# Tercera etapa

## Sobreposición de las mallas



obtención la malla final



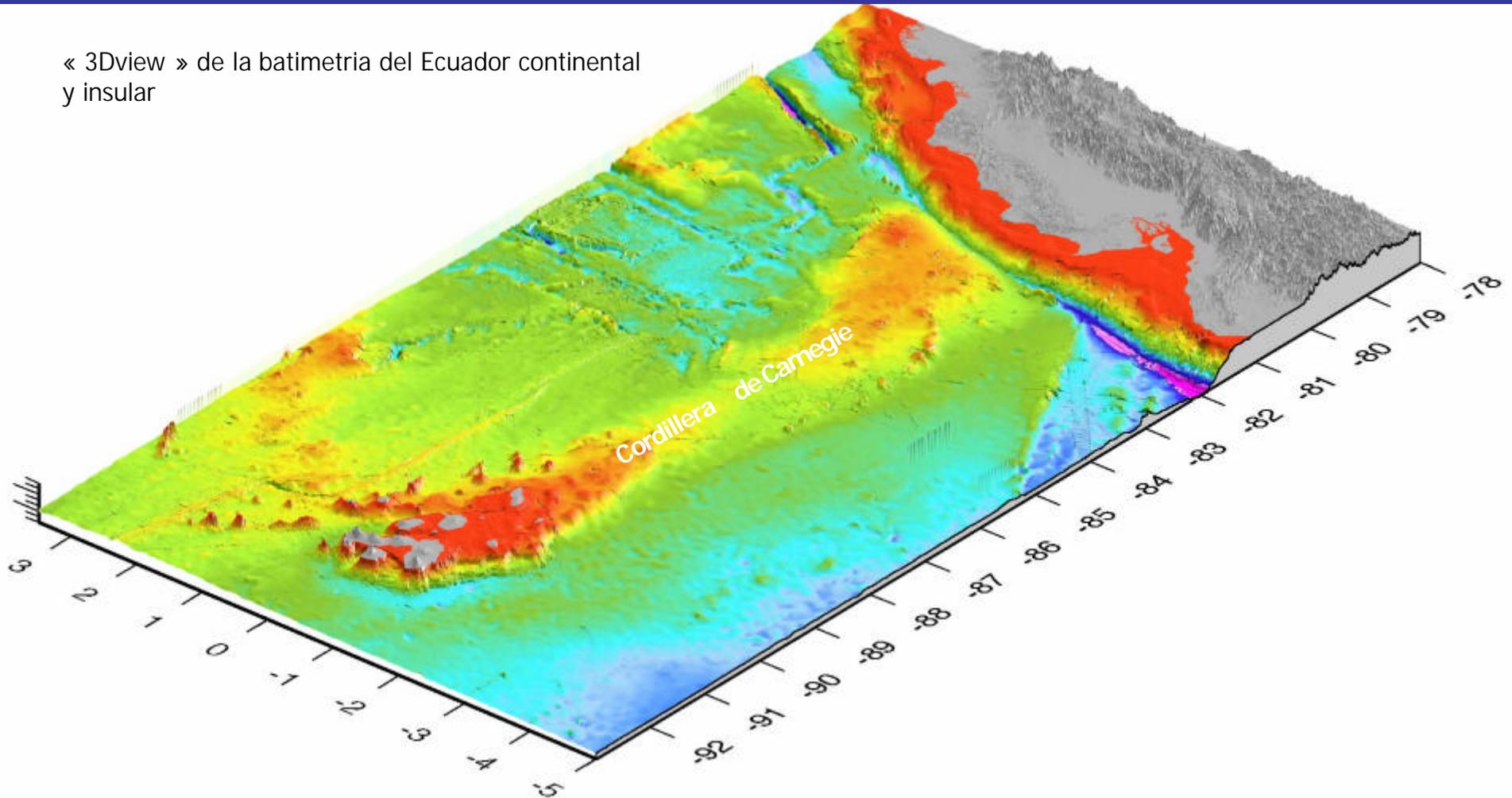


Se respecto el valor de muestreo de los datos  
=> No hay correspondancia sistematica entre geofomas

# Conclusiones

- La elaboración de estos mapas muestra el estado actual del conocimiento batimétrico (multihaz) en la zona
- Con el tiempo los mapas cambiarán en la medida que se integren nuevos datos multihaz.

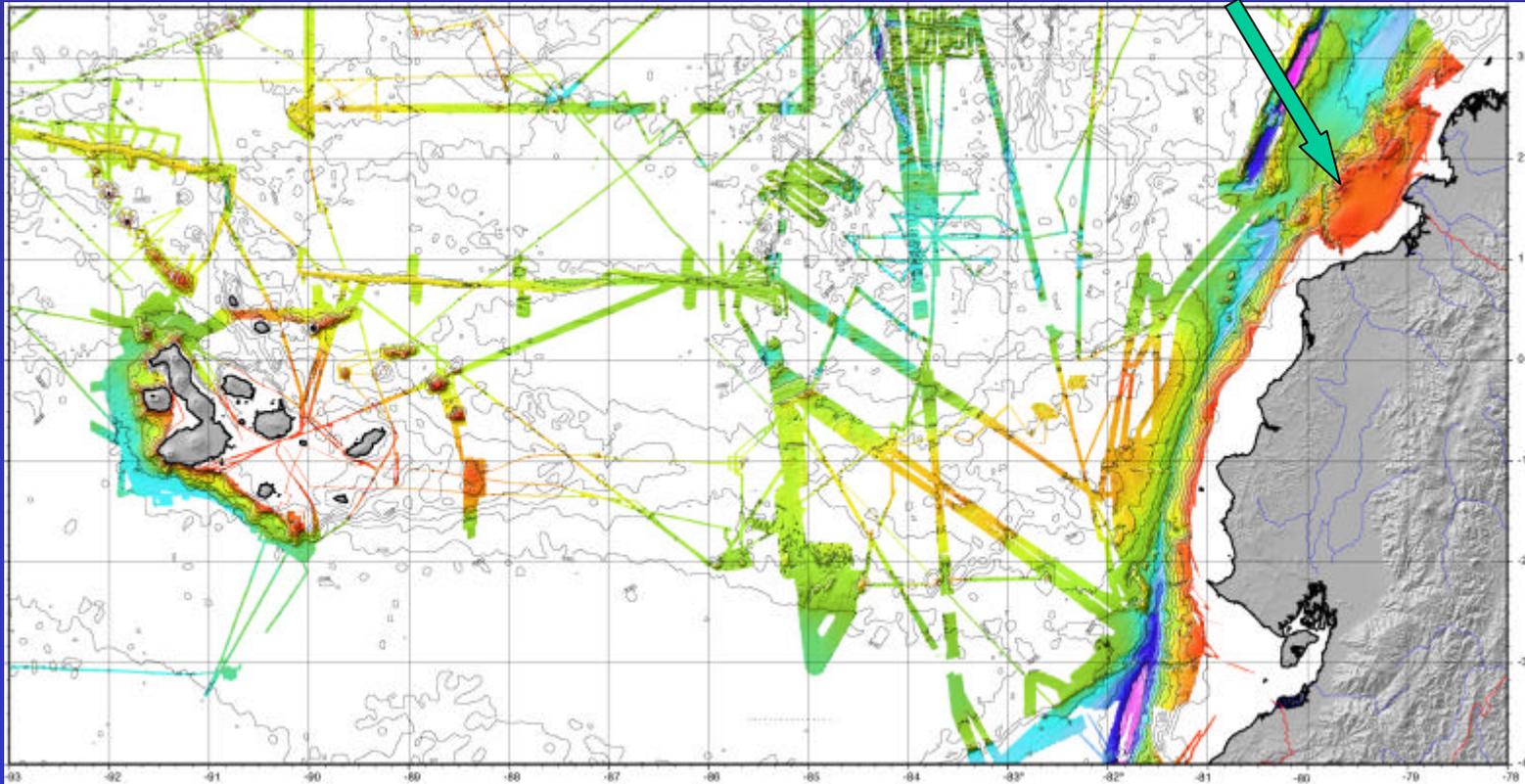
« 3Dview » de la batimetría del Ecuador continental y insular



# Recomendaciones y perspectivas

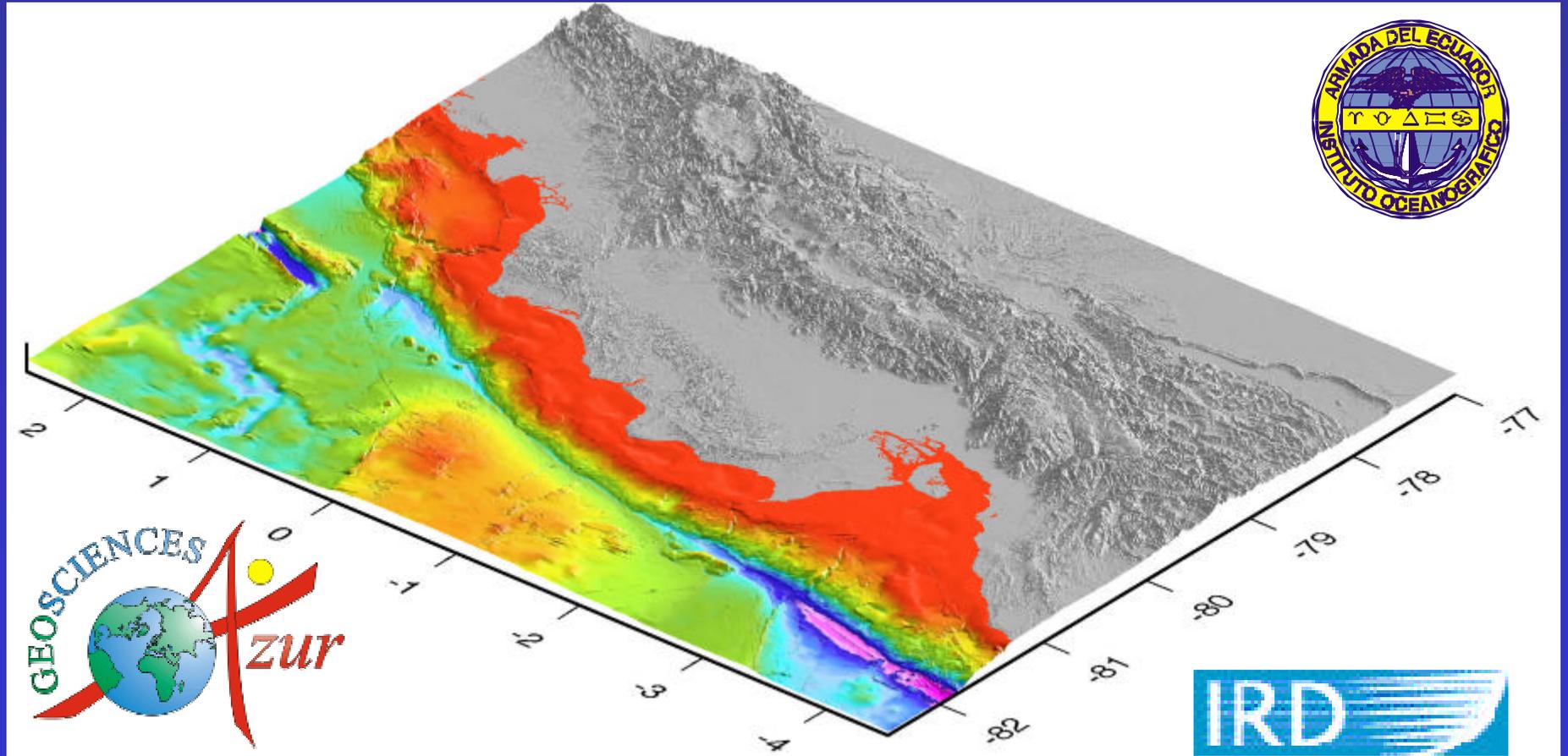
1) Existe deficiencia de datos multihaz y en particular en la plata-forma y en la cordillera de Carnegie

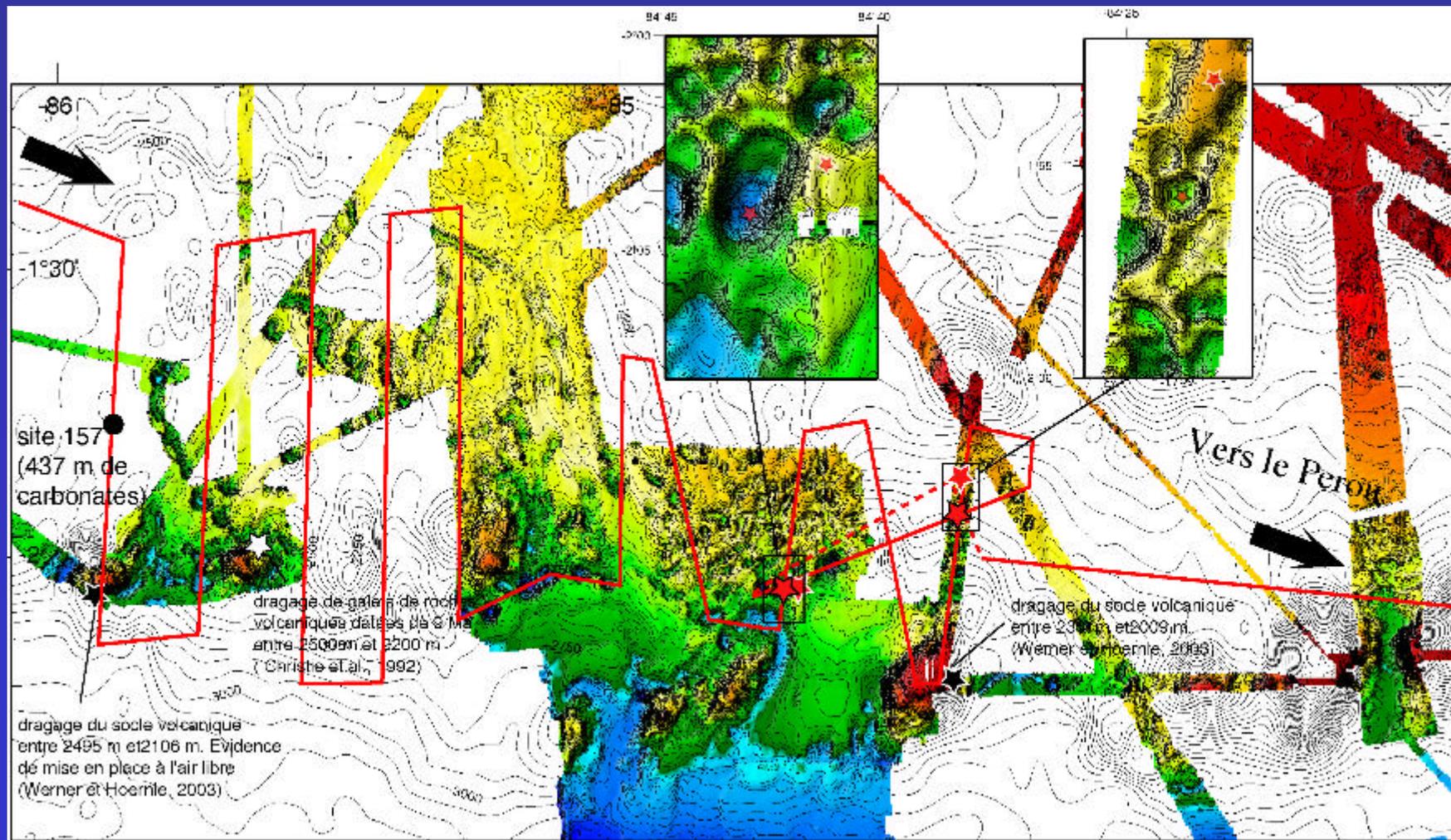
AMADEUS 2005 = 3 semanas de adquisicion



2) Con la experiencia adquirida en esta integración de datos esperamos seguir participando en misiones de adquisición de nuevos datos a través de convenios de cooperación científica

# Muchas gracias





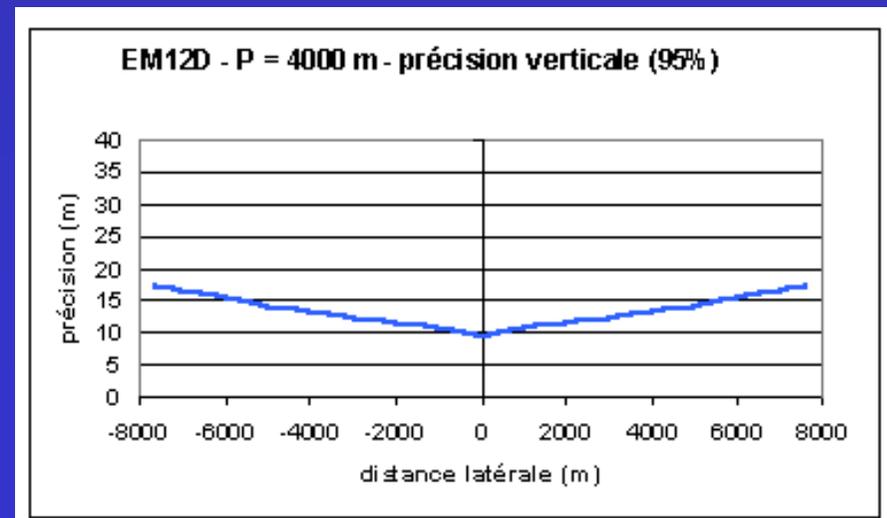
Proyecto de campana DEDIKAS a lo largo del flanco Sur de la cordillera de Carnegie.

## Características de adquisición

- **Alcance** : profundidad limite a la cual el sistema es incapaz de producir medidas confiables
- **Resolución** : tamaño minimo detectable por el sistema
- **Precisión** : rango de error en la medida de profundidad

## précision bathymétrique

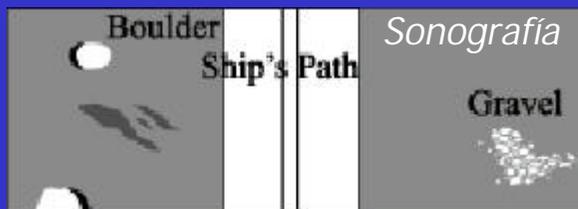
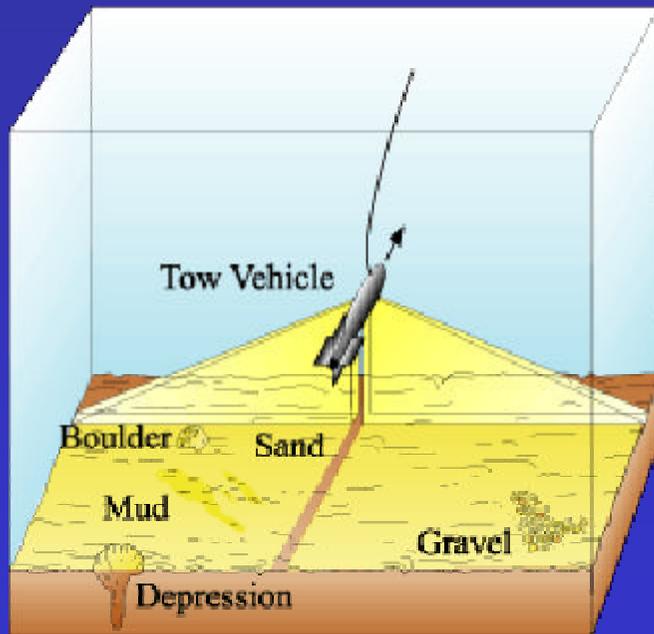
- **Précision du sondeur = qualité d'estimation de la profondeur**
- **La précision globale dépend :**
  - de la précision du sondeur : précision des mesures d'angles ( $\theta$ ) et de distance (R),
  - de la précision des capteurs ou mesures auxiliaires : système de positionnement, centrale d'attitude, mesure de marée, de célérité ...
- **Ordre de grandeur : 0.5% P**





## SÓNAR LATERAL

- Estimación de la morfología y la textura del fondo a partir de su reflectividad  
 > *retrodifusión acústica*

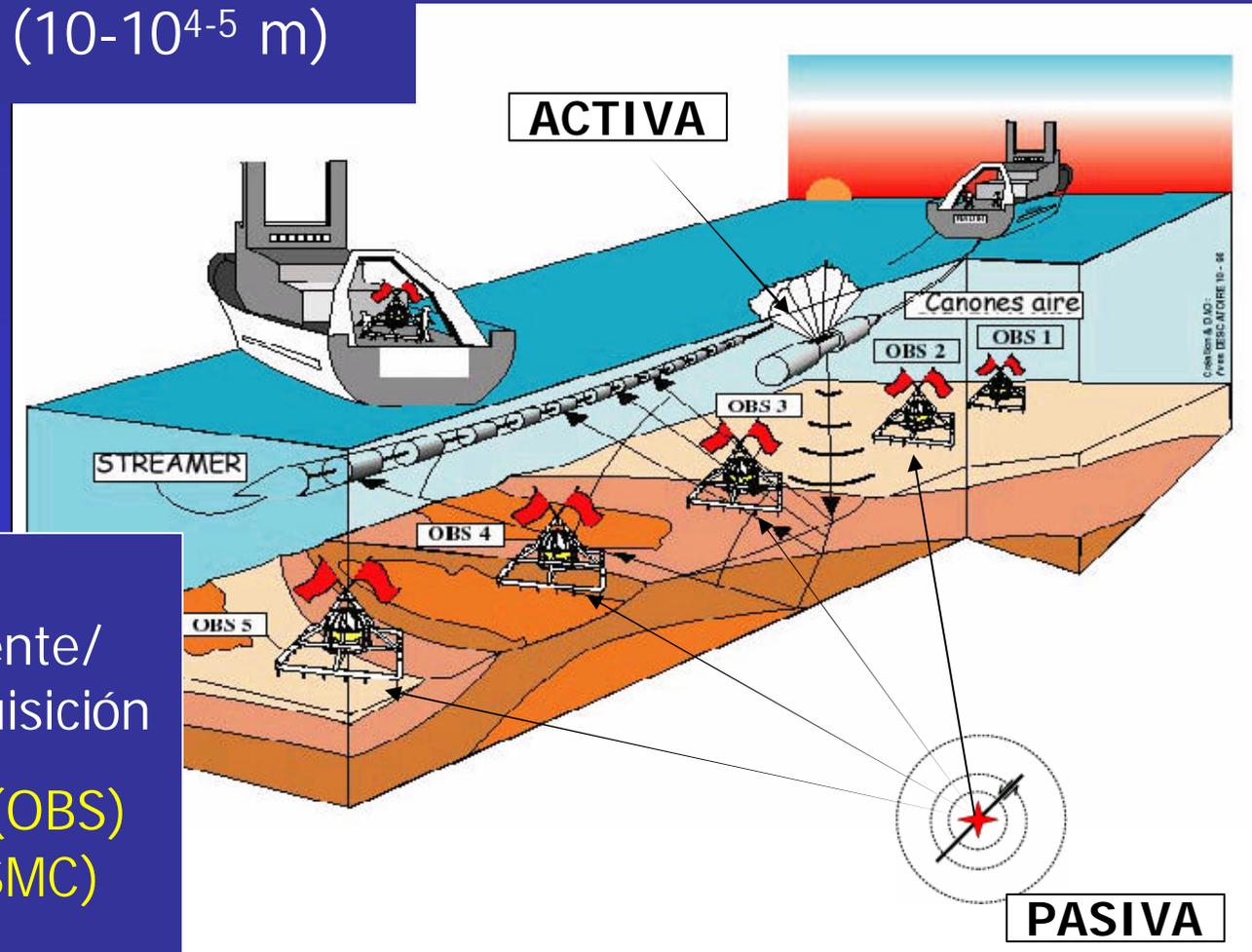


## Características

- Sistema de arrastre (somero/profundo)
- Emisión pulsos (2x40°), registro lateral
- Rango frecuencias emisión
  - > Sistemas someros (Klein, Simrad...) 100-500 kHz, ancho banda < 1 km
  - > Sistemas profundos (Gloria, SAR...) 6.5 kHz (~50x500 m) > 200 kHz (1x10 m)
- Cobertura diaria (10 km<sup>2</sup> > 10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>)

# MÉTODOS SÍSMICOS

- Determinar la estructura y las propiedades físicas del subsuelo
- Todas las escalas ( $10\text{-}10^{4-5}$  m)



- Se clasifican según:  
la naturaleza de la fuente/  
el dispositivo de adquisición
- > Sísmica refracción (OBS)
- > Sísmica reflexión (SMC)
- > Sismilogía pasiva