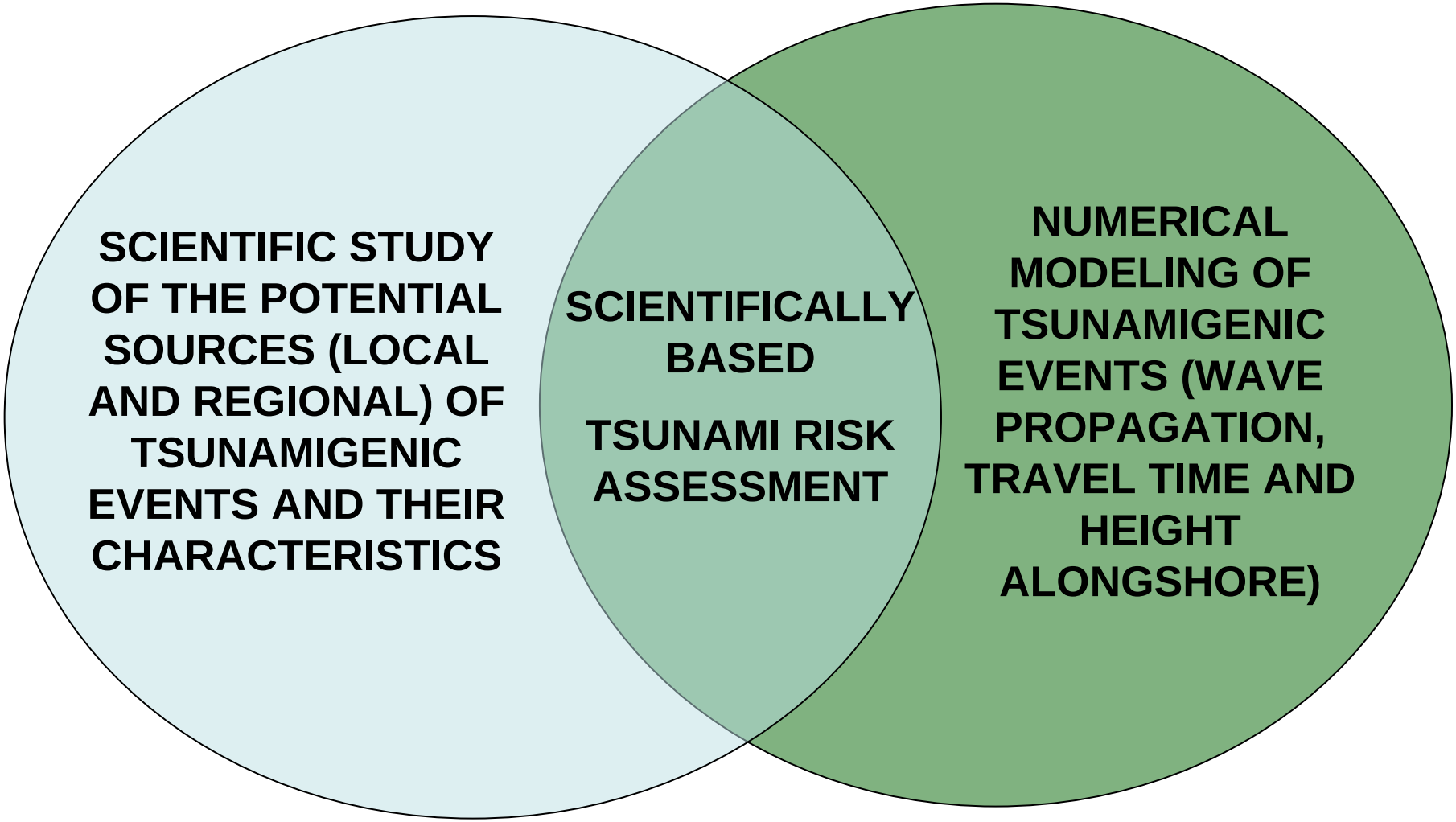
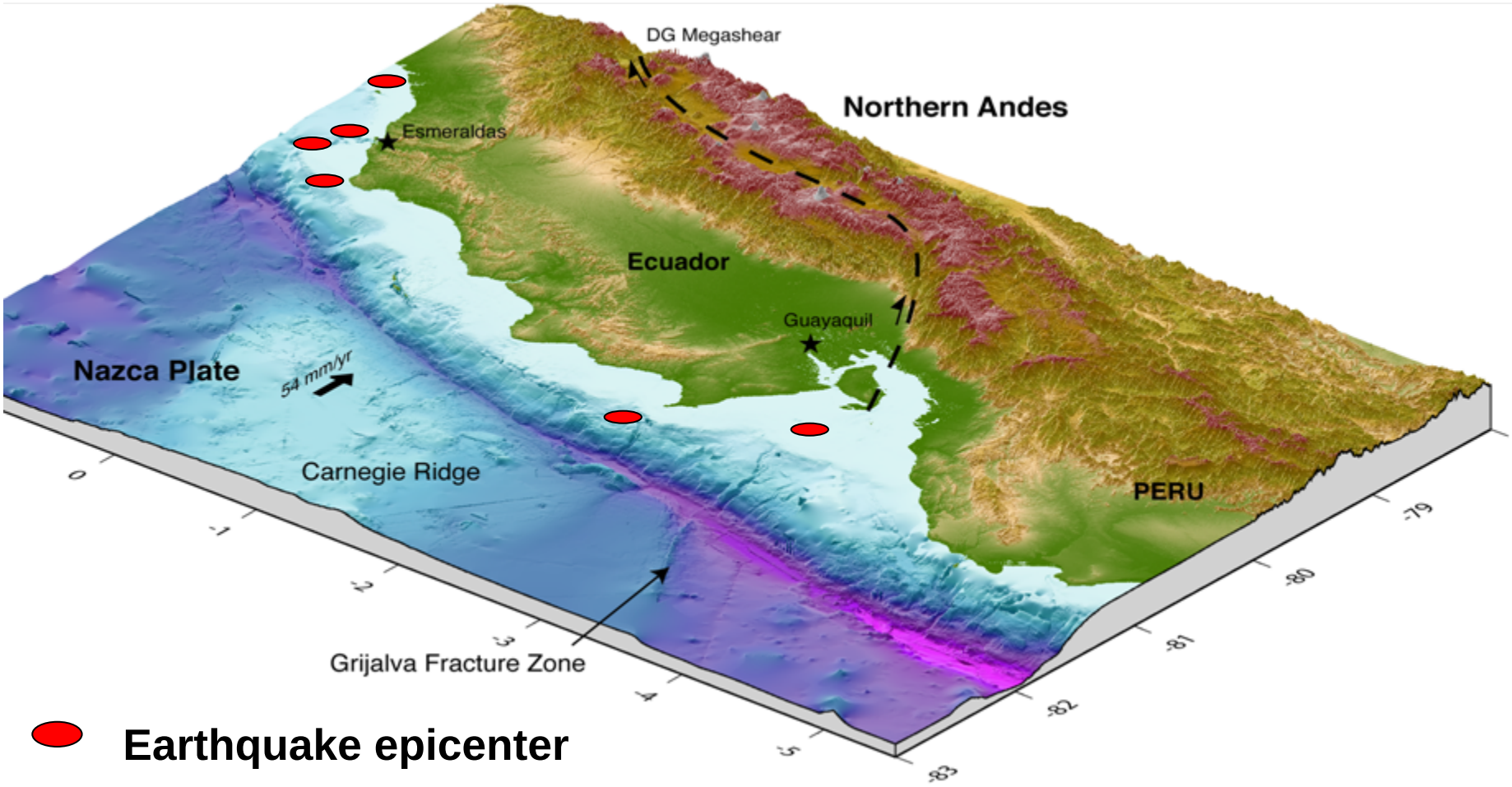
HIGH RESOLUTION BATHYMETRIC AND GEOLOGICAL MAPS OF THE ECUADORIAN CONTINENTAL MARGIN AS A TOOL FOR TSUNAMI RISK ASSESSMENT

GIORGIO DE LA TORRE - INOCAR

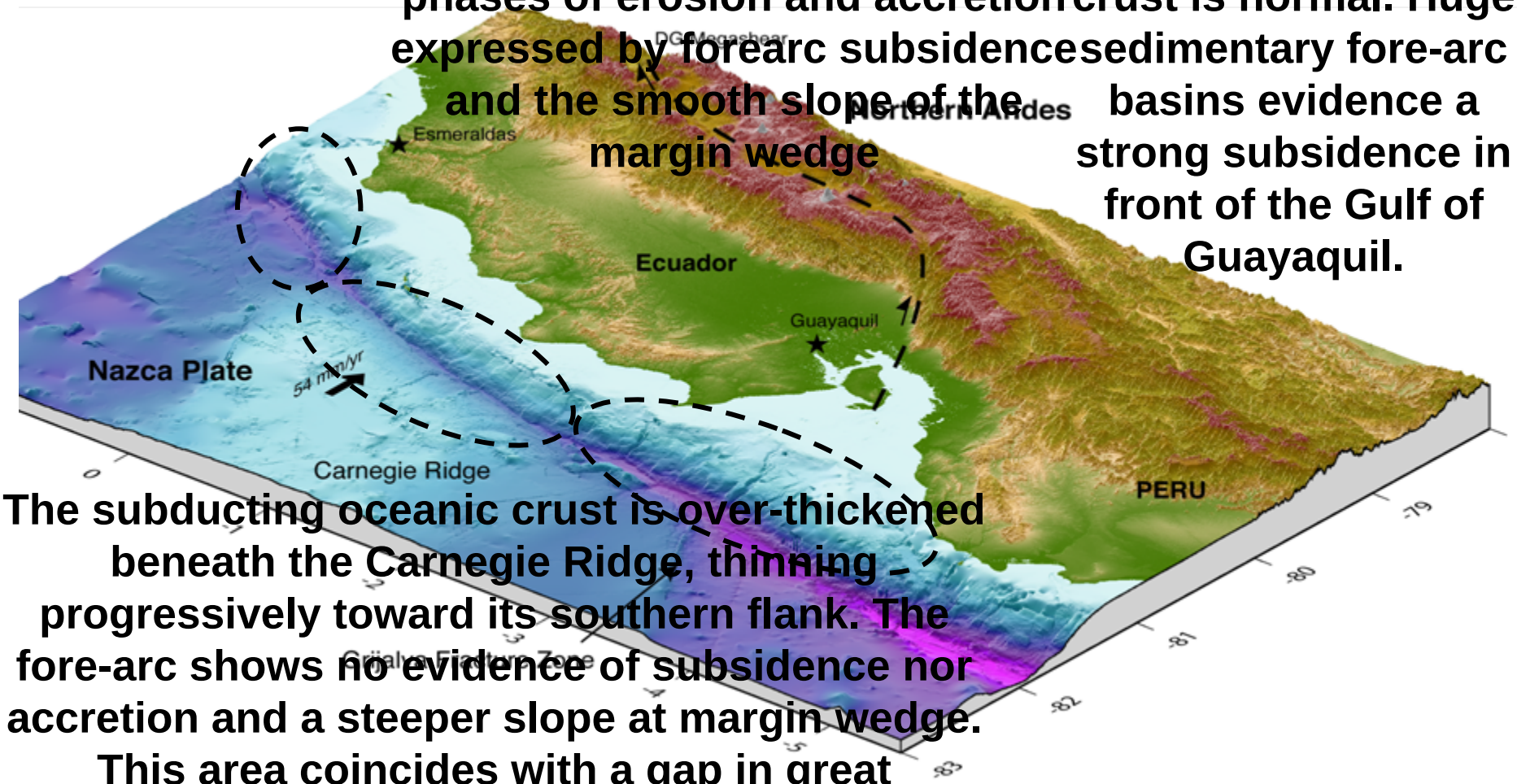

SCIENTIFIC STUDY OF THE POTENTIAL SOURCES (LOCAL AND REGIONAL) OF TSUNAMIGENIC EVENTS AND THEIR CHARACTERISTICS
SCIENTIFICALLY BASED
TSUNAMI RISK ASSESSMENT
NUMERICAL MODELING OF TSUNAMIGENIC EVENTS (WAVE PROPAGATION, TRAVEL TIME AND HEIGHT ALONGSHORE)



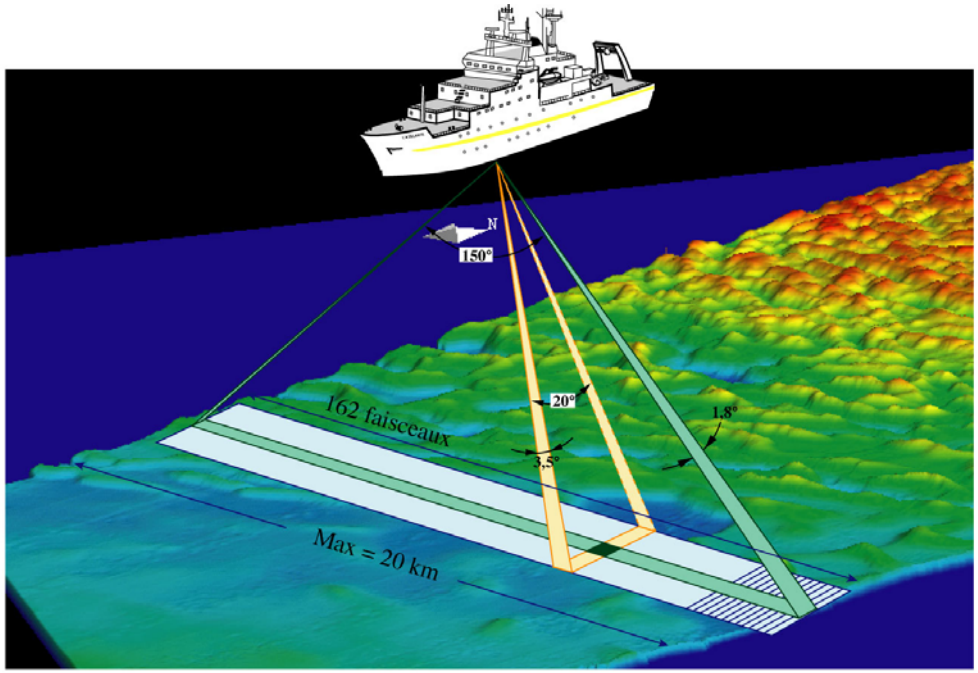
Earthquake epicenter

The margin appears controlled by phases of erosion and accretion expressed by forearc subsidence and the smooth slope of the margin wedge

Subducting oceanic crust is normal. Huge sedimentary fore-arc basins evidence a strong subsidence in front of the Gulf of Guayaquil.

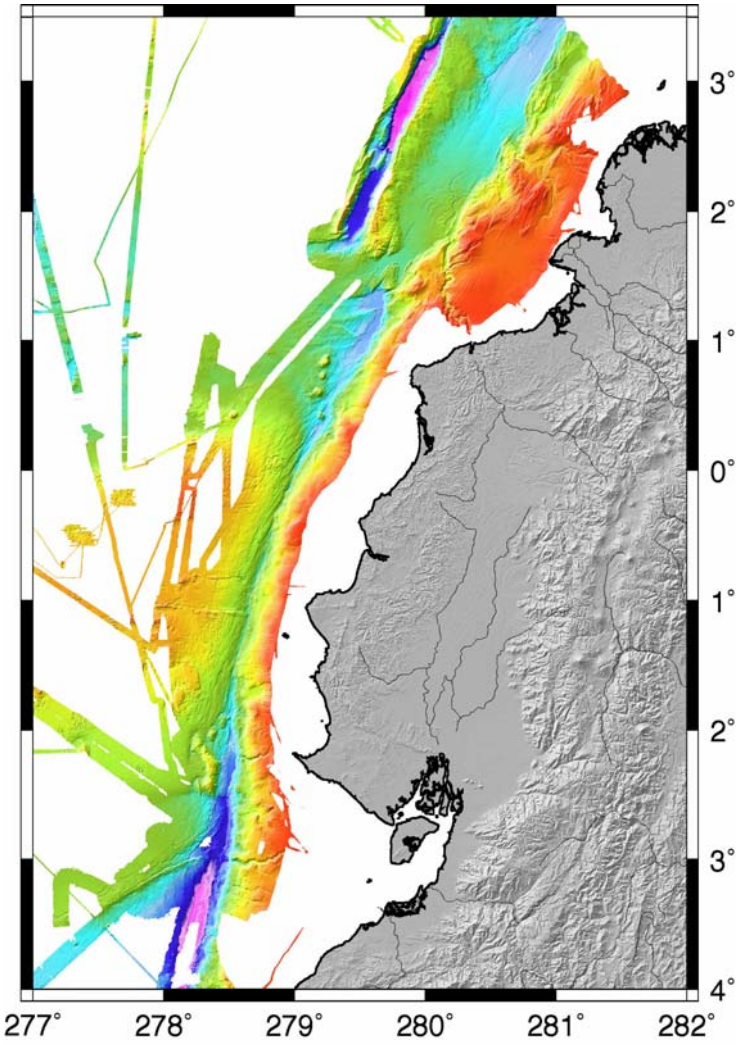


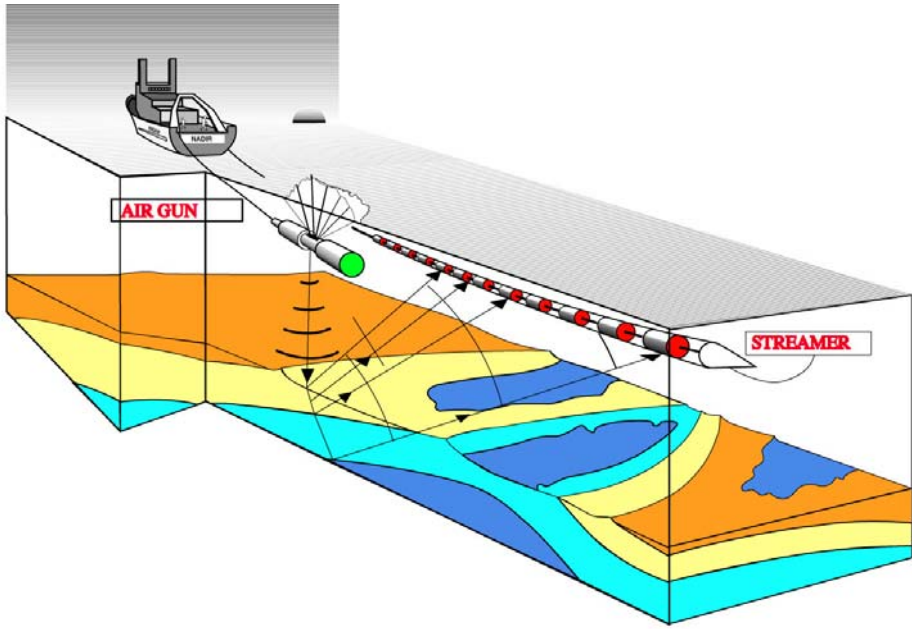
The subducting oceanic crust is over-thickened beneath the Carnegie Ridge, thinning progressively toward its southern flank. The fore-arc shows no evidence of subsidence nor accretion and a steeper slope at margin wedge. This area coincides with a gap in great subduction earthquake activity.

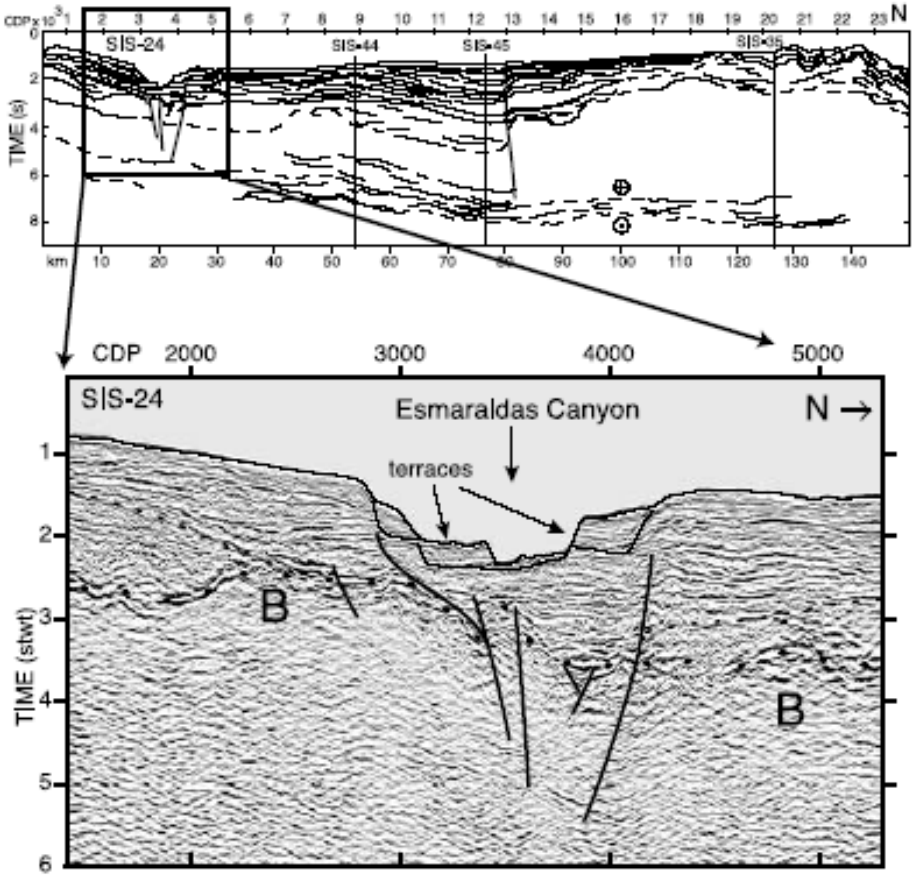


MULTIBEAM

BATHYMETRY

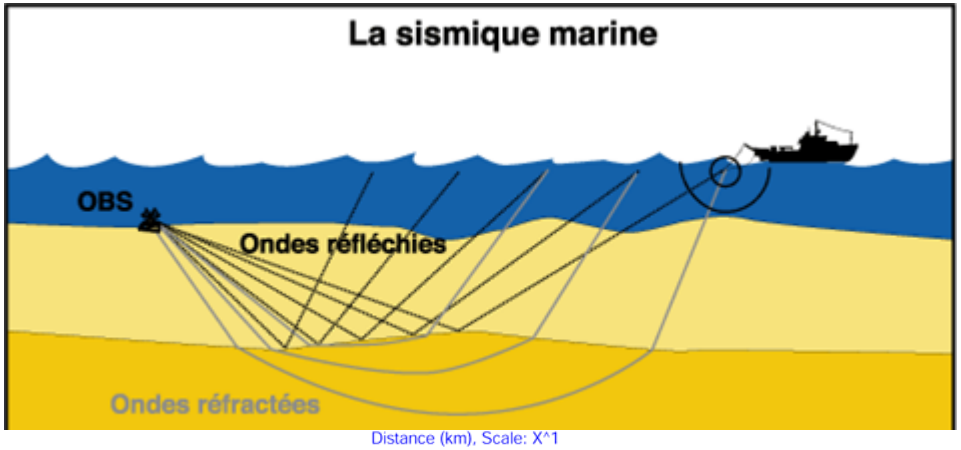


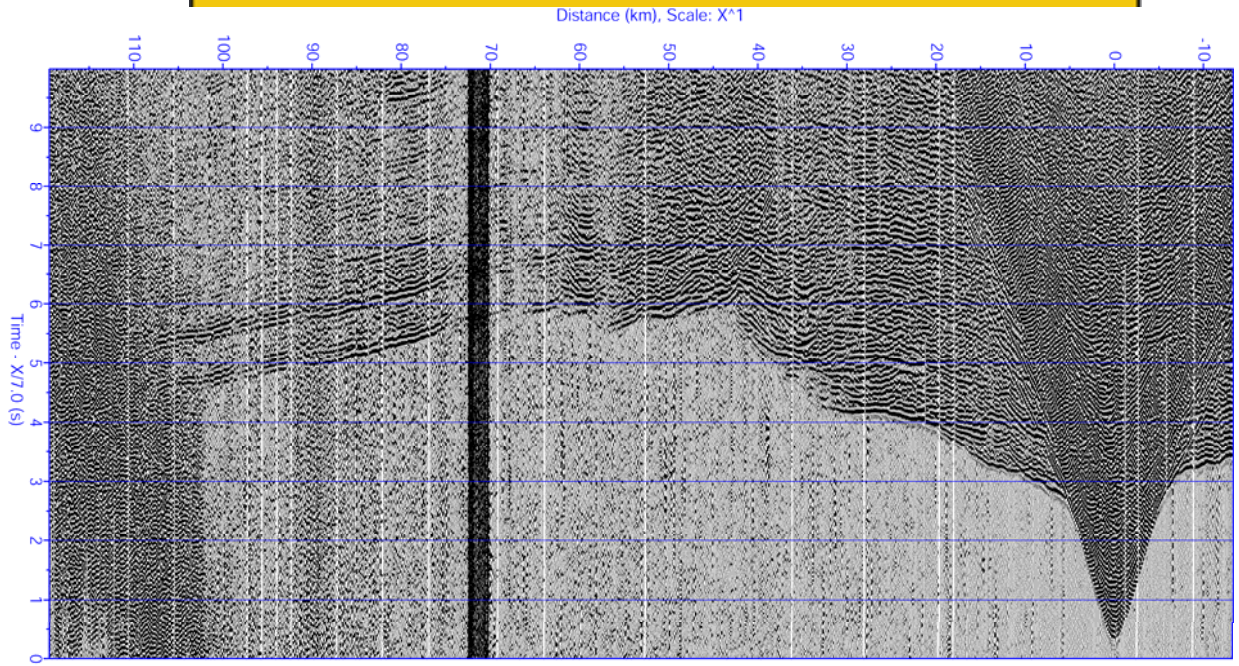




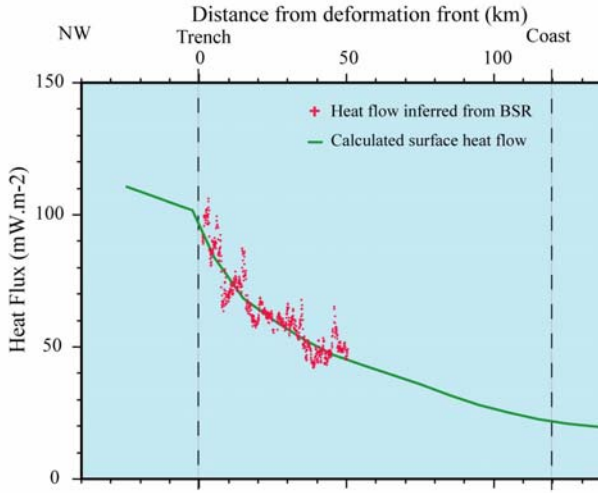
MULTICHANNEL SEISMIC

WIDE ANGLE SEISMIC





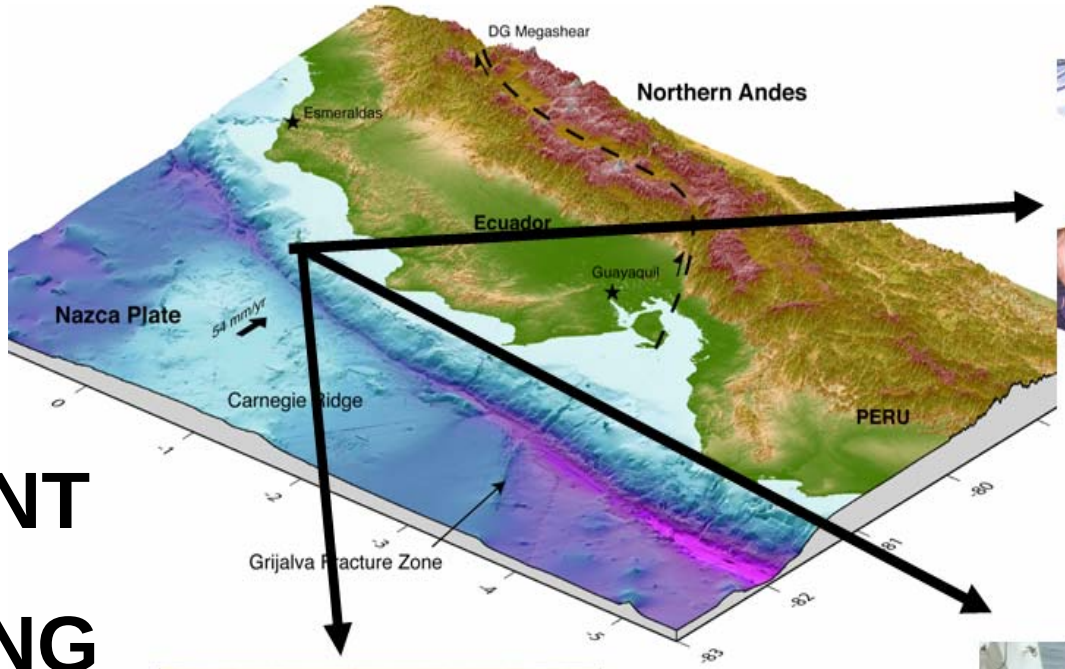
OBS 26 VERTICAL COMPONENT


Distance from deformation front (km)
NW
Trench
Coast
0
50
100
150
100
50
0
Heat Flux (mW.m-2)
Heat flow inferred from BSR
Calculated surface heat flow

HEAT FLOW

SEDIMENT

DREDGING AND CORING



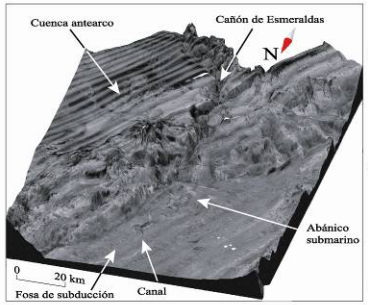
MAPAS DEL MARGEN CONTINENTAL NORTE DE ECUADOR Y SUROESTE DE COLOMBIA

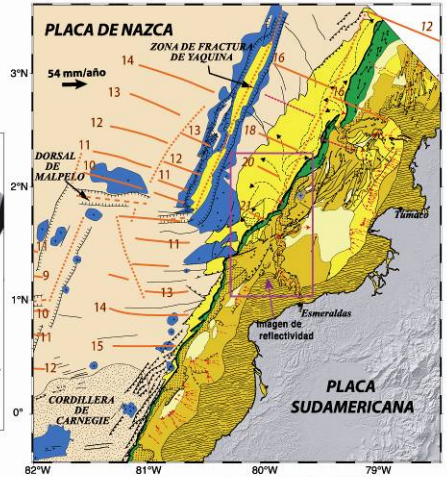
Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica

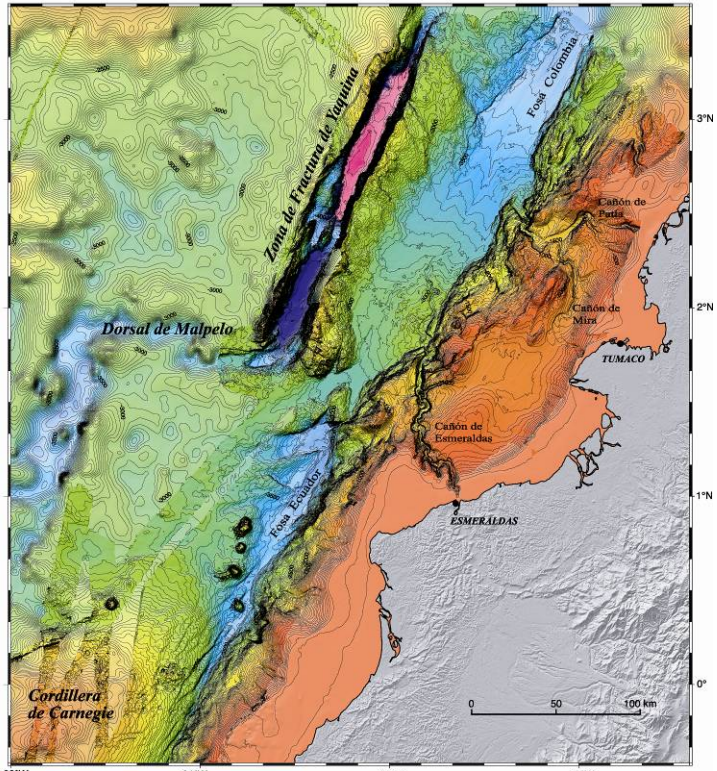
Imagen de reflectividad acústica del fondo maríno

Batimetría 3D con cobertura de reflectividad acústica mostrando el Cañón de Esmeraldas, su abánico submarino y el canal en la fosa de subducción

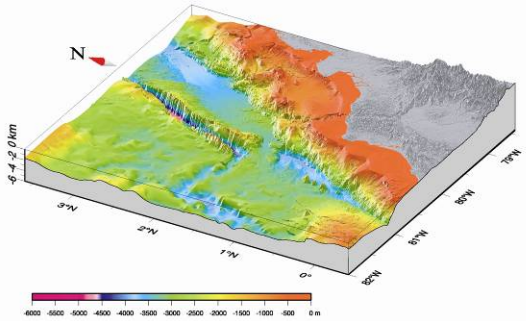
(El color negro corresponde a una fuerte reflectividad del fondo marino)







Batimetría y relieve 3D



Leyenda Geológica

Batimetría y Relieve Continental

Escala 1:800000 en latitud 0°; Tamaño de la grilla = 150 m; Proyección Mercator, Datum WGS84; Curvas de nivel cada 50 m.

Origen de los datos :

Batimetría multihaz (franjas y segmentos con mayor resolución) recolectada utilizando el sistema Simrad EM12D del B. I. L'Atalante (IFREMER) durante las campañas: PUGU (1997), AMADEUS (2005), ESMERALDAS (2005); el sistema Atlas Hydrosweep del B. I. Sonne durante la campaña SO-144 PAGANINI (1999); el sistema Simrad EM120 del B. I. Sonne durante las campañas: SO-159 SAUER (2001) y SO-162 INCAS(2002).

Datos adicionales de batimetría multihaz fueron obtenidos del banco de datos del NGDC (NOAA) y SISMER (IFREMER).

Batimetría monohaz de alta densidad recolectada por el B. I. Antea (IRD) durante la campaña SUBLIME (1997).

Levantamientos hidrográficos recolectados sobre la plataforma continental e insular por el B. A. E. Orion y la L. A. E. Rigel del INOCAR.

Datos adicionales de batimetría satelital de Smith y Sandwell (1997)

Topografía en tierra cortesía de la NASA (Shuttle Radar Topography Mission)

Procesamiento y compilación de los datos batimétricos :

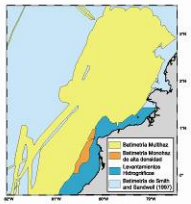
Con el software Caraibes (IFREMER) y GMT (Wessel, P. y Smith, W. H. F., 1991) por A. Lebot, F. Michaud, J-Y Collot y B. Labrousse

Procesamiento y compilación de los datos de reflectividad acústica :

Con el software Caraibes (IFREMER) por Y. Legoinbec

Interpretación geológica

A partir del análisis de la morfología submarina, y de la sísmica de reflección y refracción, por J-Y Collot, B. Marcaillou, F. Michaud, A. Alvarado, P. Silva, G. Ratzov, M. Sosson, E. Lopez y el equipo de la campaña AMADEUS.



Tipos de datos batimétricos

Referencias utilizadas

Collot, J.-Y., S. Migeon, G. Spence, Y. Legoinbec, B. Marcaillou, J.-L. Schneider, F. Michaud, A. Alvarado, J.-F. Lebrun, M. Sosson, and A. Pazmiño, Seafloor margin map helps in understanding subduction earthquakes, EOS Transactions, American Geophysical Union, 86 (46), 464-466, 2005.

Hardy, N.C., Tectonic evolution of the easternmost Panama Basin : Some new data and inferences, Journal of South American Earth Sciences, 4 (3), 261-269, 1991.

Marcaillou, B., Rôgimes tectoniques et thermiques de la marge Nord Equateur- Sud Colombie (0°-3.5°N) - Implications sur la séismogenèse, PhD thesis, Université P. & M. Curie, Paris, 2003.

Lonsdale, P., Creation of the Cocos and Nazca plates by fission of the Farallon plate, Tectonophysics, 404, 237-264, 2005.

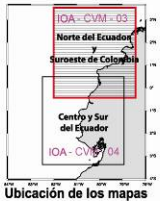
Smith, W. H. F., and D. T. Sandwell, Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, Science, 277, 1957-1962, 1997.

Trenkamp, R., J. N. Kellogg, J. T. Freymueller, and P. H. Mora, Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations, Journal of South American Earth Sciences, 15, 157-171, 2002.

Wessel, P., and W. D. Smith, New, improved version of Generic Mapping Tools Released, EOS Transactions, American Geophysical Union, 79 (47), 579, 1998.

Para referencia bibliográfica :

Collot, J.-Y., Legoinbec, F. Michaud, B. Marcaillou, A. Alvarado, G. Ratzov, M. Sosson, E. López, P. Silva y el personal científico y técnico del INOCAR, Mapas del Margen Continental Norte del Ecuador y Suroeste de Colombia : Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica, publicación IOA - CVM - 03 - POST, 2006



Ubicación de los mapas

REPÚBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA
INOCAR
AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN Y SEGURIDAD MARÍTIMA DEL ECUADOR
AVENIDA 25 DE JULIO BASE NAVAL SUR - TELEFONO 2481300 - CASILLA 5940 - FAX(593)4-2485166
email:incar@incar.mil.ec sito web:http://www.incar.mil.ec

NOTA: NO USAR PARA PROPÓSITOS DE NAVEGACIÓN
EN RAZÓN DE SU CONTENIDO Y ALCANCE CIENTÍFICO EL PRESENTE POSTER NO INCLUYE LOS LÍMITES JURISDICCIONALES CON LOS PAISES VECINOS

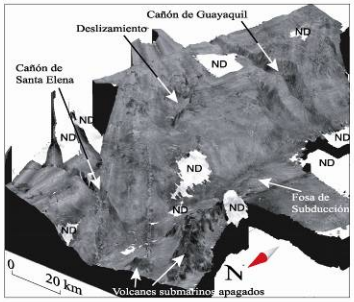
MAPAS DEL MARGEN CONTINENTAL CENTRO Y SUR DE ECUADOR

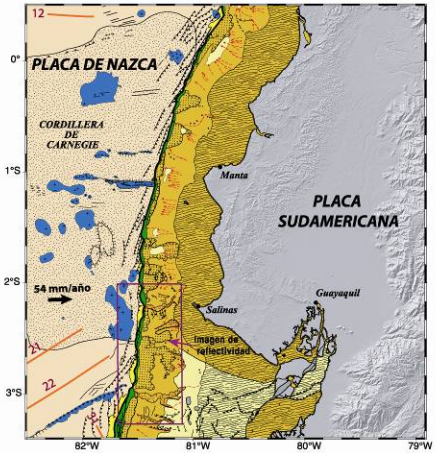
Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica

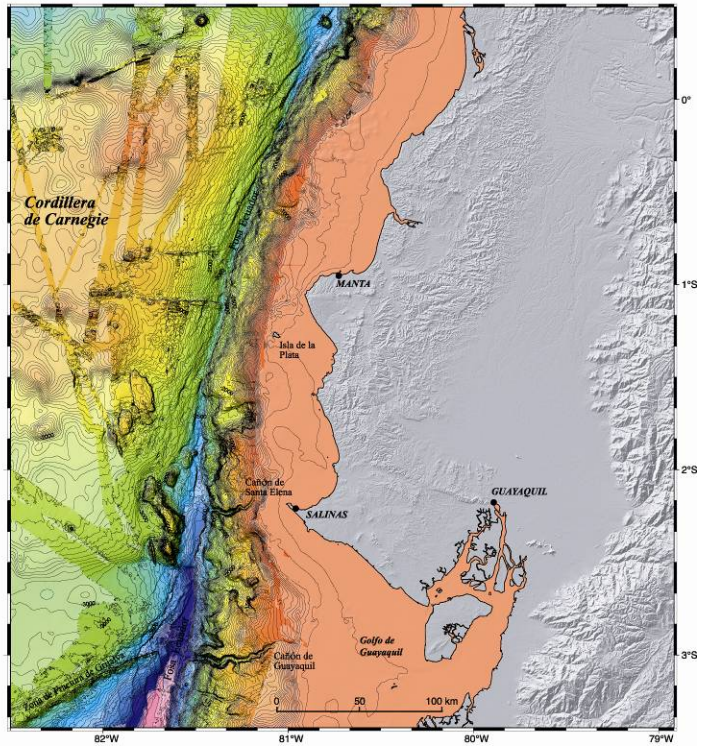
Imagen de reflectividad acústica del fondo marino

Batimetría 3D con cobertura de reflectividad acústica mostrando los Cañones de Guayaquil y de Santa Elena, cicatrices de deslizamientos, volcanes submarinos apagados, y la fosa de subducción.

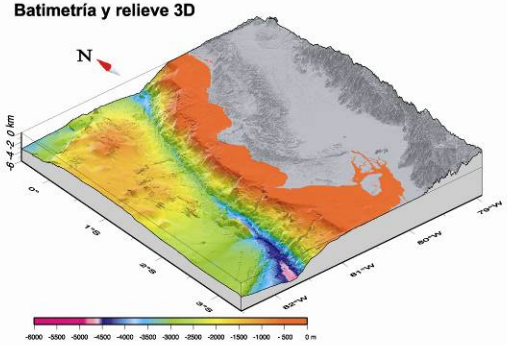
(El color negro corresponde a una fuerte reflectividad del fondo marino, ND= No datos)



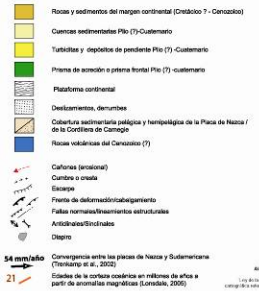




Batimetría y relieve 3D



Leyenda Geológica



INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR DEL ECUADOR
AUTORIZACIÓN N° IGM-1999-10-003-DAL, 21 DE DICIEMBRE DEL 2006.
Ley de la Cartografía Nacional Art. 1.- El Instituto Geográfico Militar realizará toda actividad cartográfica relevante a la elaboración de mapas y levantamientos de cartas oficiales del territorio nacional

Batimetría y Relieve Continental

Escala 1: 800000 en latitud 0°; Tamaño de la grilla = 150 m; Proyección Mercator, Datum WGS84; Curvas de nivel cada 50 m.

Origen de los datos :

Batimetría multihaz (franjas y segmentos con mayor resolución) recolectada utilizando el sistema Simrad EM12D del B. I. L'Atalante (IFREMER) durante las campañas: PUSU (1997), AMADEUS (2005), EIMERALDAS (2005); el sistema Atlas Hydrosweep del B. I. Sonne durante la campaña SO-144 PAGANINI (1999); el sistema Simrad EM120 del B. I. Sonne durante las campañas: SO--158 MEGAPRINT (2001), SO -159 SALIERI (2001), SO -162 INCAS (2002) y del Roger Revelle durante la campaña DAINA/2 (2003); el sistema Simrad EM12S del B. I. Hespérides durante la campaña GALA (1998); y el sistema Seabeam 2100 del B. I. Atlanta durante la campaña ATOTL25 (2002) y del B. I. Roger Revelle durante la campaña GENEO1RR (1996).

Datos adicionales de batimetría multihaz fueron obtenidos del banco de datos del NGDC (NOAA) y SISMIER (IFREMER).

Batimetría monohaz de alta densidad recolectada por el B. I. Antea (IRD) durante la campaña SUBLIME (1997).

Levantamientos hidrográficos recolectados sobre la plataforma continental e insular por el B. A. E. Orion y la L. A. E. Rigel del INOCAR.

Datos adicionales de batimetría satelital de Smith y Sandwell (1997)

Topografía en tierra cortesía de la NASA (Shuttle Radar Topography Mission)

Procesamiento y compilación de los datos batimétricos :

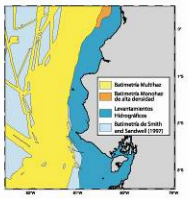
Con el software Caraibes (IFREMER) y GMT (Wessel, P. y Smith, W. H. F., 1991) por A. Labol, F. Michaud, J-Y Collot y B. Labrousse

Procesamiento y compilación de los datos de reflectividad acústica :

Con el software Caraibes (IFREMER) por Y. Legonidec

Interpretación geológica :

A partir del análisis de la morfología submarina y de la sísmica de reflección y refracción, por J-Y Collot, A. Calahorrano, F. Sage, F. Michaud, A. Alvarado, E. D'Acremont y D. Graindorge.



Tipos de datos batimétricos

Referencias utilizadas :

Calahorrano, A., Structure de la marge du Golfe de Guayaquil (Equateur) et propriétés physiques du chenal de subduction à partir de données de sismique marine réflexion et réfraction, Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 2005.

Collot, J.-Y., P. Charvis, M. A. Gutscher, and B. Operto, Exploring the Ecuador-Colombia active margin and inter-plate seismogenic zone, EOS Transactions, American Geophysical Union, 83 (17), 189-190, 2002.

Lonsdale, P., Creation of the Cocos and Nazca plates by fission of the Farallon plate, Tectonophysics, 404, 237-264, 2005.

Smith, W. H. F., and D. T. Sandwell, Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, Science, 277, 1957-1962, 1997.

Trenkamp, R., J. N. Kellogg, J. T. Freymueller, and P. H. Mora, Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations, Journal of South American Earth Sciences, 15, 157-171, 2002.

Wessel, P., and W. D. Smith, New, improved version of Generic Mapping Tools Released, EOS Transactions, American Geophysical Union, 79 (47), 579, 1998.

Witt, C., J. Bourgois, F. Michaud, M. Ordoñez, N. Jiménez, and M. Sosson, Development of the Gulf of Guayaquil (Ecuador) during the Quaternary as an effect of the North Andean block tectonic escape, Tectonics, 25 (doi:10.1029/2004TC001723), 2006.

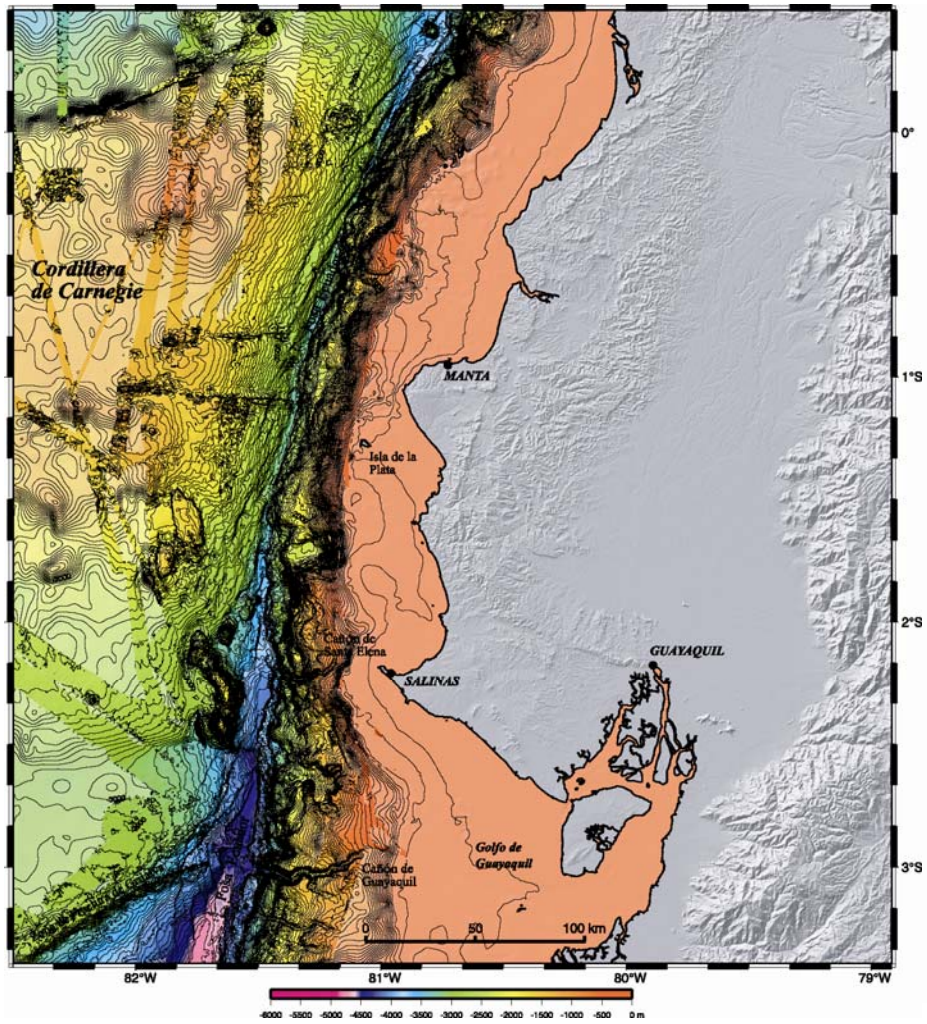
Para referencia bibliográfica :

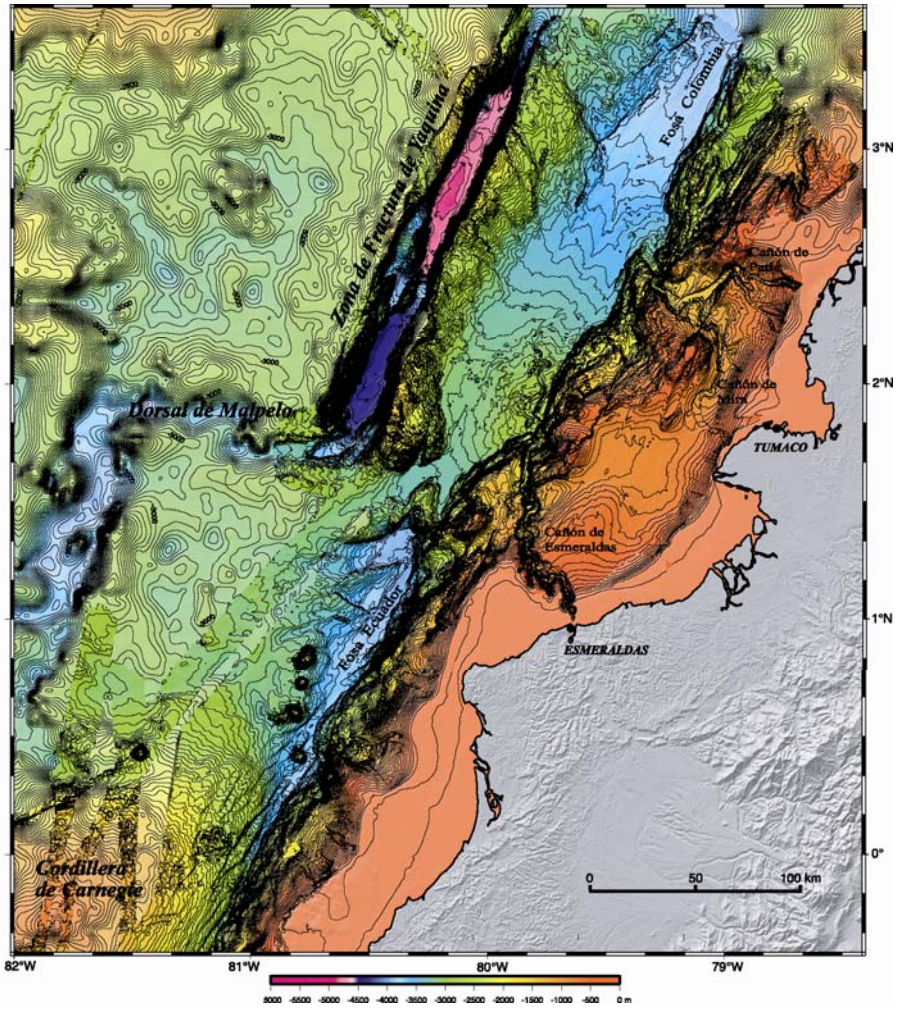
Collot, J-Y, F. Michaud, Y. Legonidec, A. Calahorrano, F. Sage, A. Alvarado y el personal científico y técnico del INOCAR, Mapas del Margen Continental Centro y Sur de Ecuador : Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica, publicación IOA - CVM - 04 - POST, 2006

Ubicación de los mapas

REPÚBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA
INOCAR
AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN Y SEGURIDAD MARÍTIMA DEL ECUADOR
AVENIDA 25 DE JULIO BASE NAVAL SUR - TELÉFONO 2481300 - CASILLA 5940 - FAX(593)4-2485166
email incae@incae.mil.ec - site web http://www.incae.mil.ec

NOTA: NO USAR PARA PROPÓSITOS DE NAVEGACIÓN
EN RAZÓN DE SU CONTENIDO Y ALCANCE CIENTÍFICO EL PRESENTE POSTER NO INCLUYE LOS LÍMITES JURISDICCIONALES CON LOS PAISES VECINOS





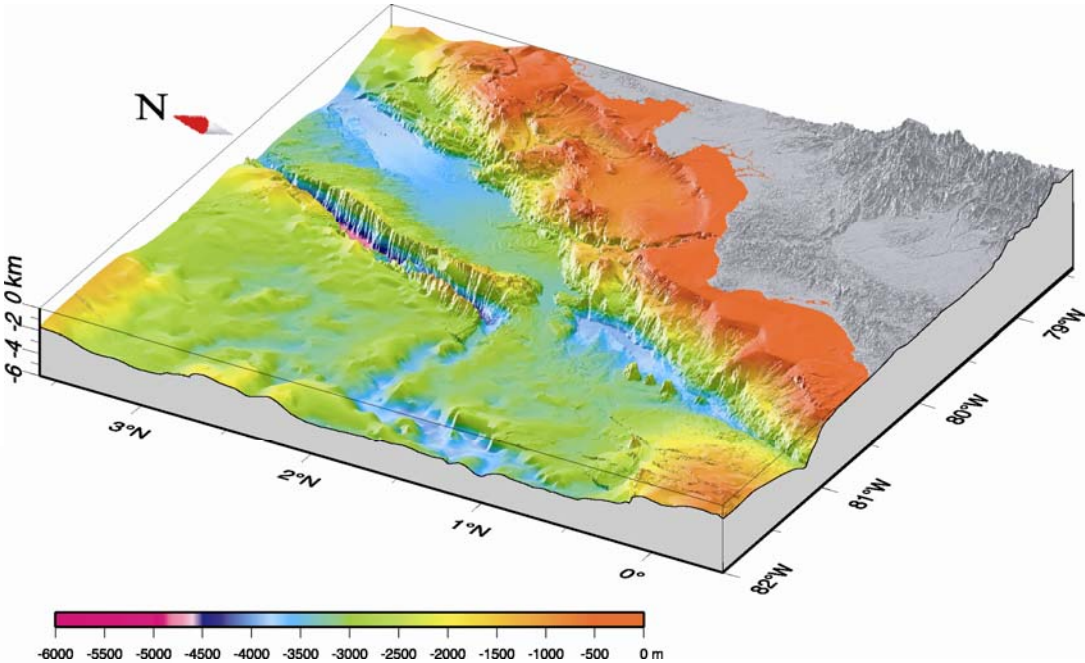
CENTRAL-SOUTH

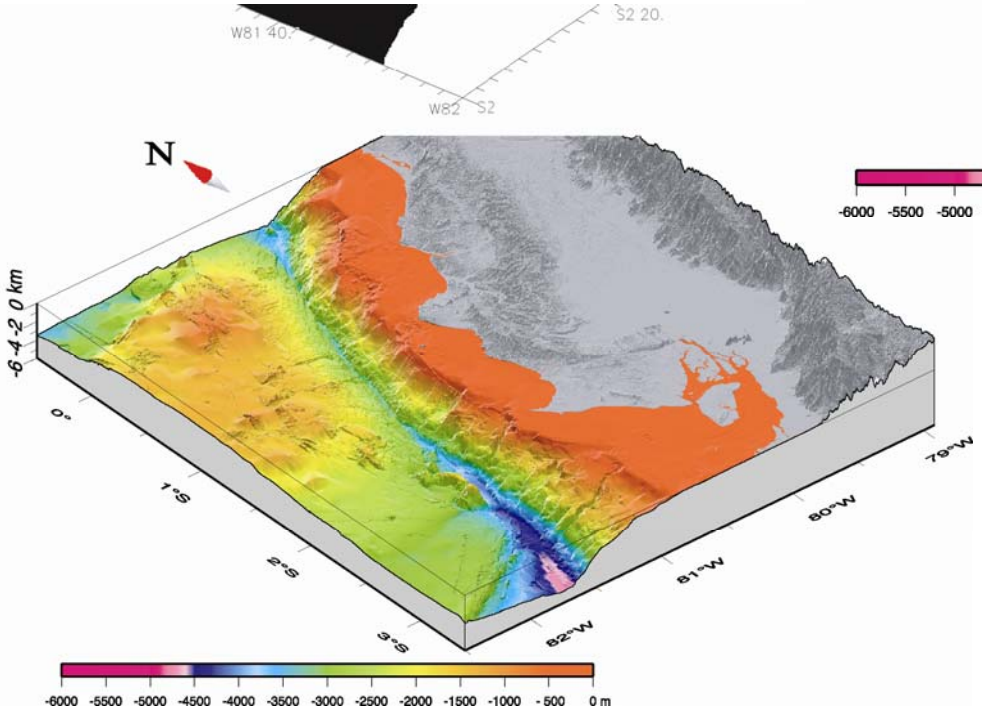
NORTH

Institut de recherche pour le développement

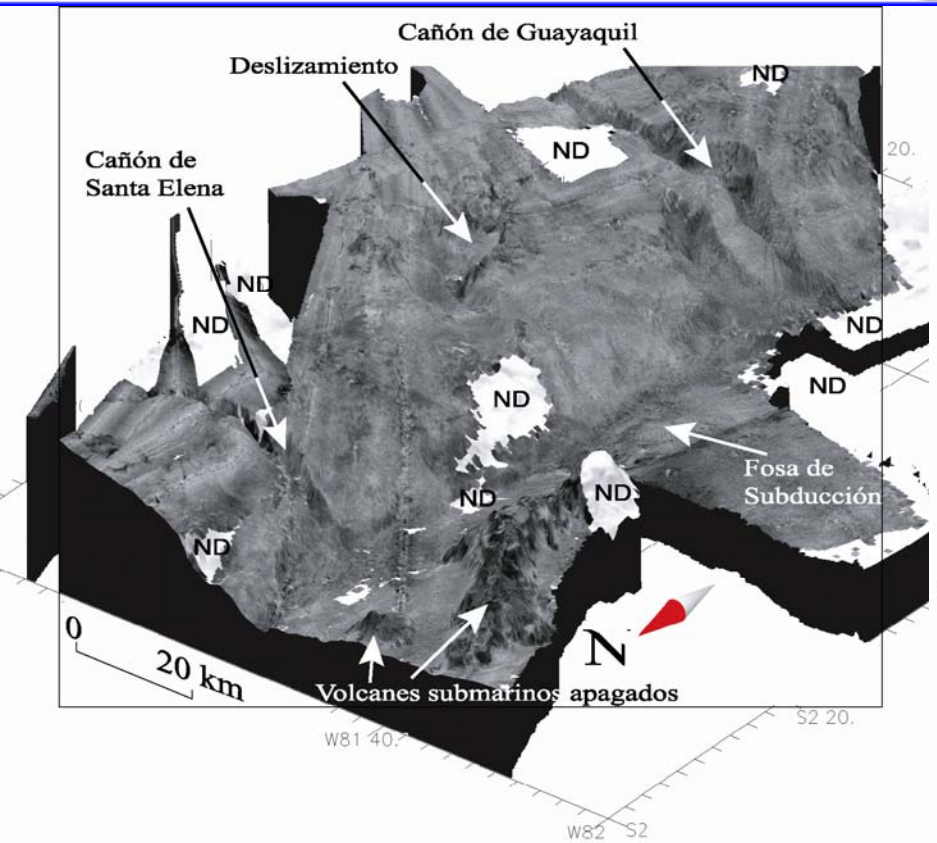
Géosciences Azur

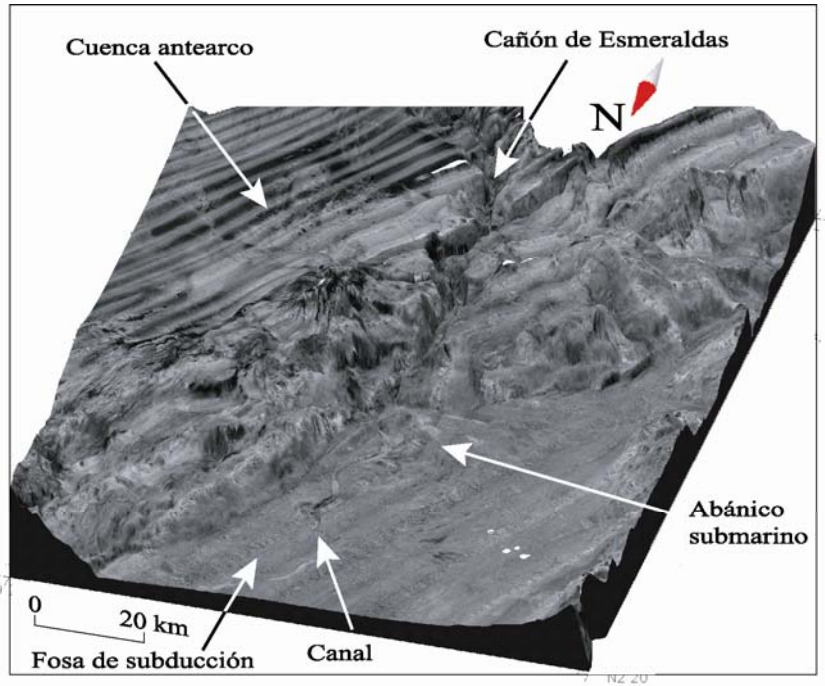
NORTH





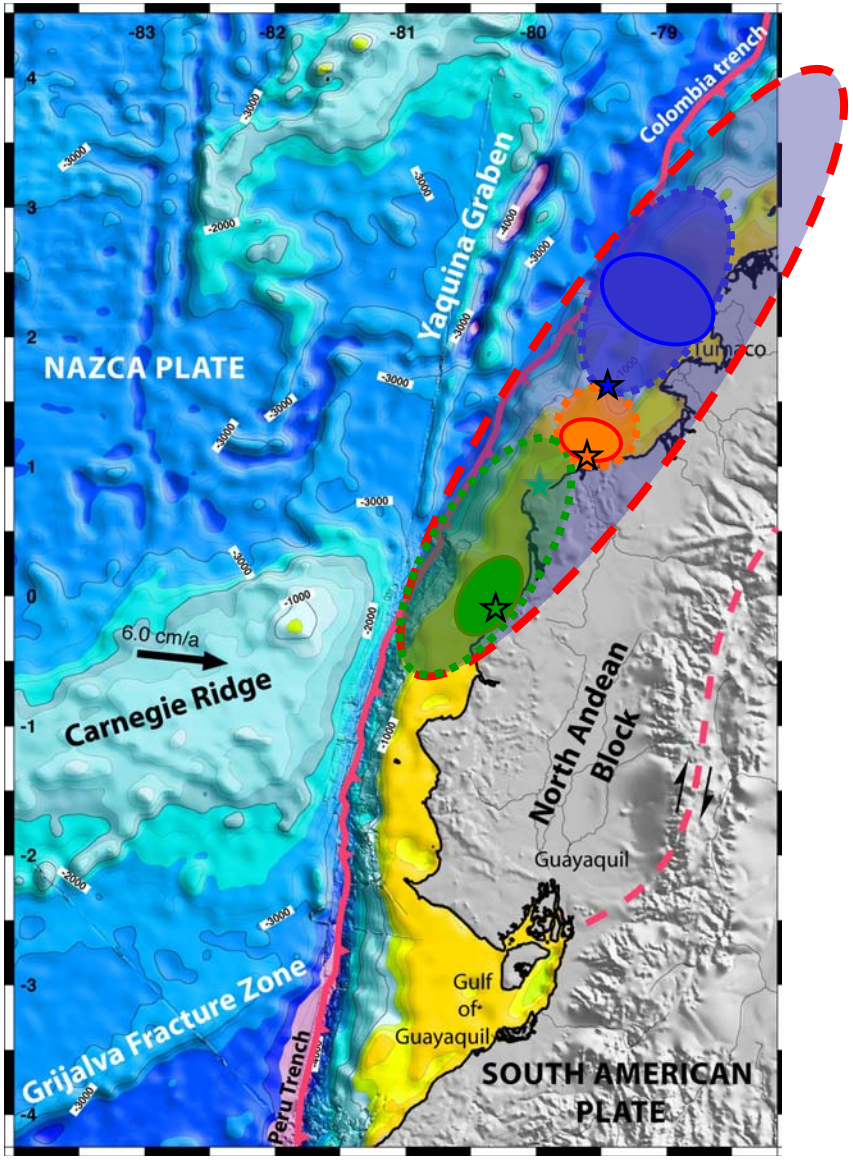
CENTRAL - SOUTH





CENTRAL - SOUTH

NORTH

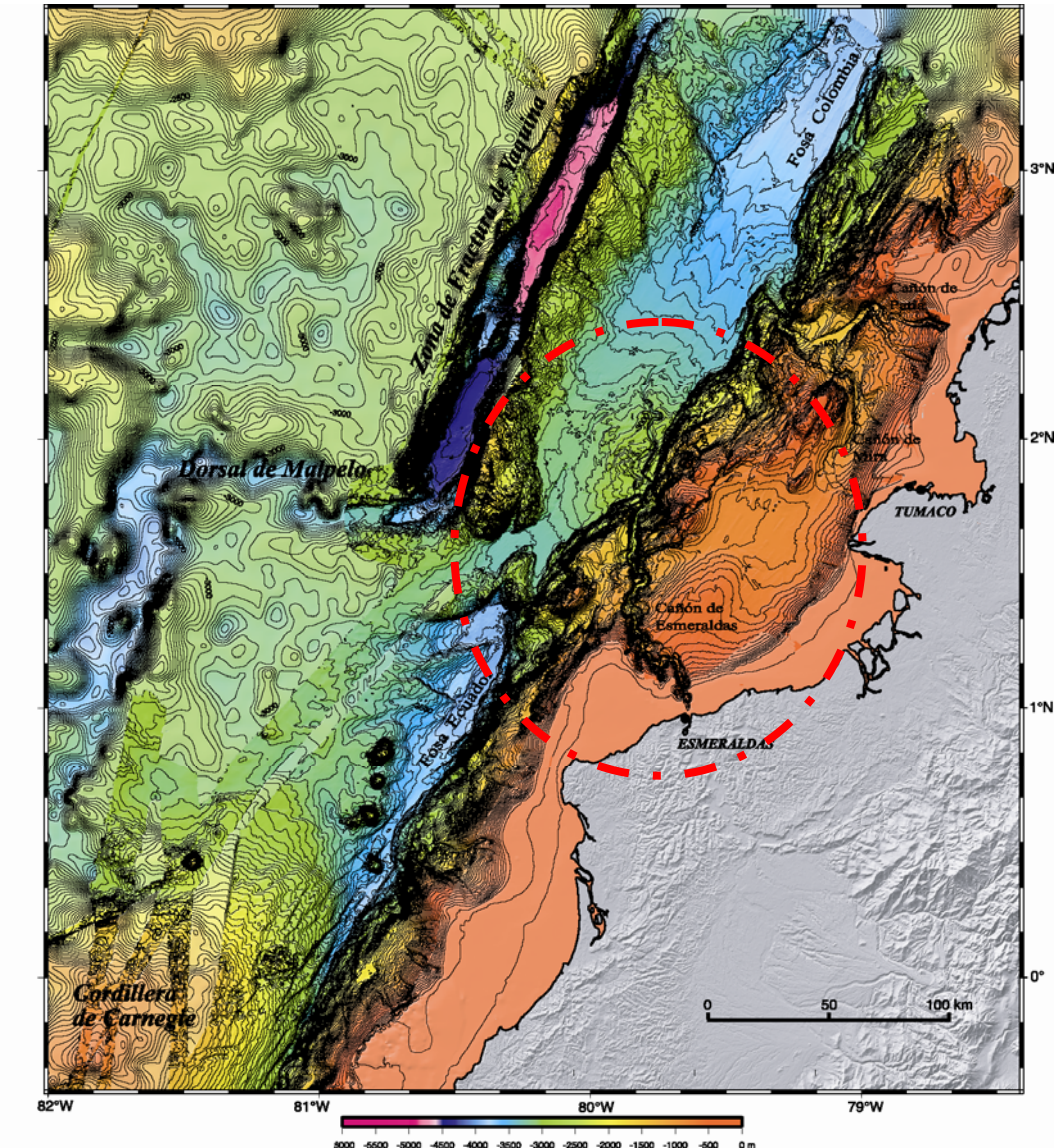


1979, Mw=8.2

1958, Mw=7.7

1942, Mw= 7.8

1906 Earthquake
Mw=8.8



Zona de Fractura de Yaquina
Fosa Colombia
Cañón de Patía
Cañón de Mira
TUMACO
Dorsal de Malpelo
Cañón de Esmeraldas
Fosa Ecuador
ESMERALDAS
Cordillera de Carnegie
3°N
2°N
1°N
0°
0
50
100 km
82°W
81°W
80°W
79°W

THE ESMERALDAS CANYON

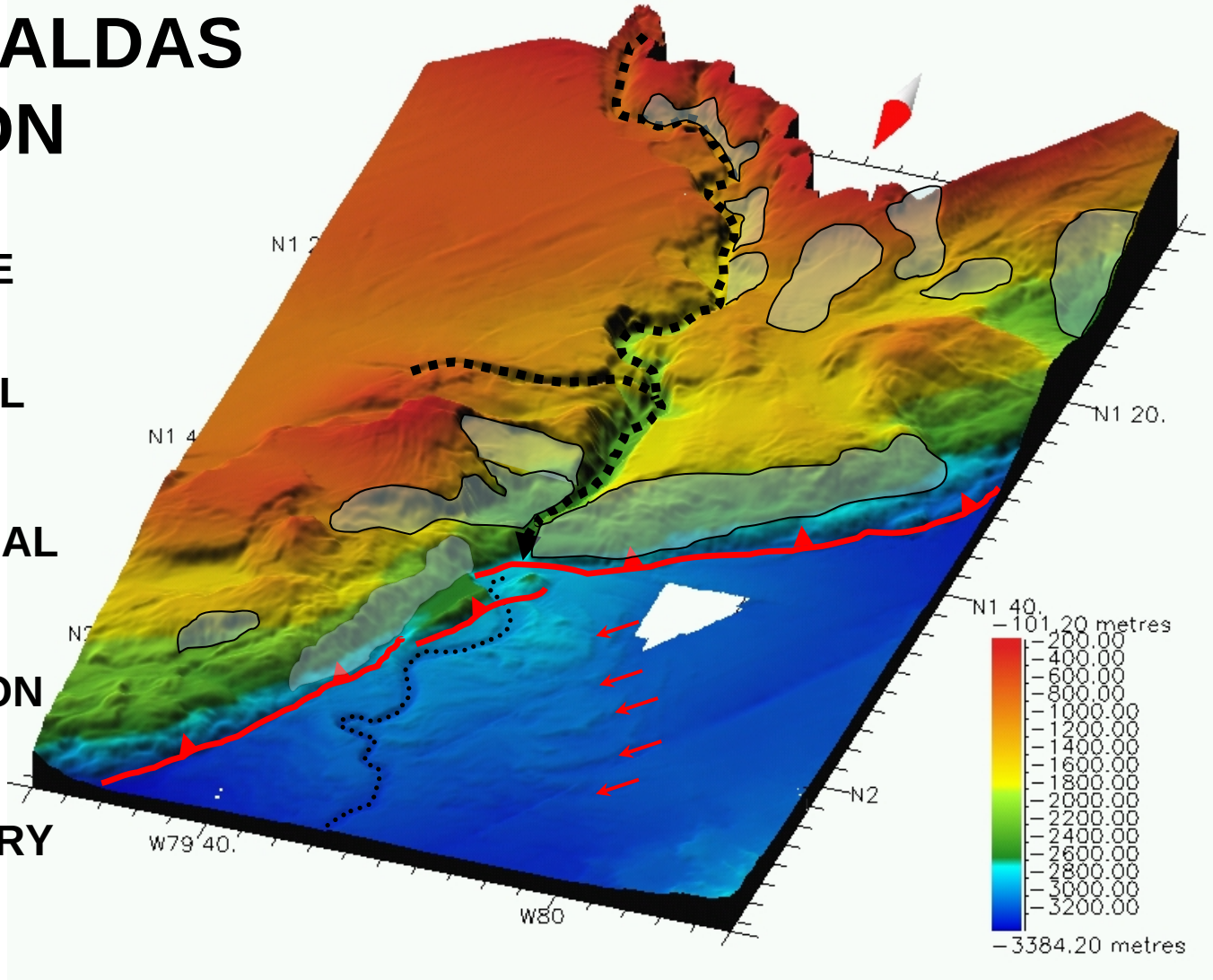
UNSTABLE FLANKS

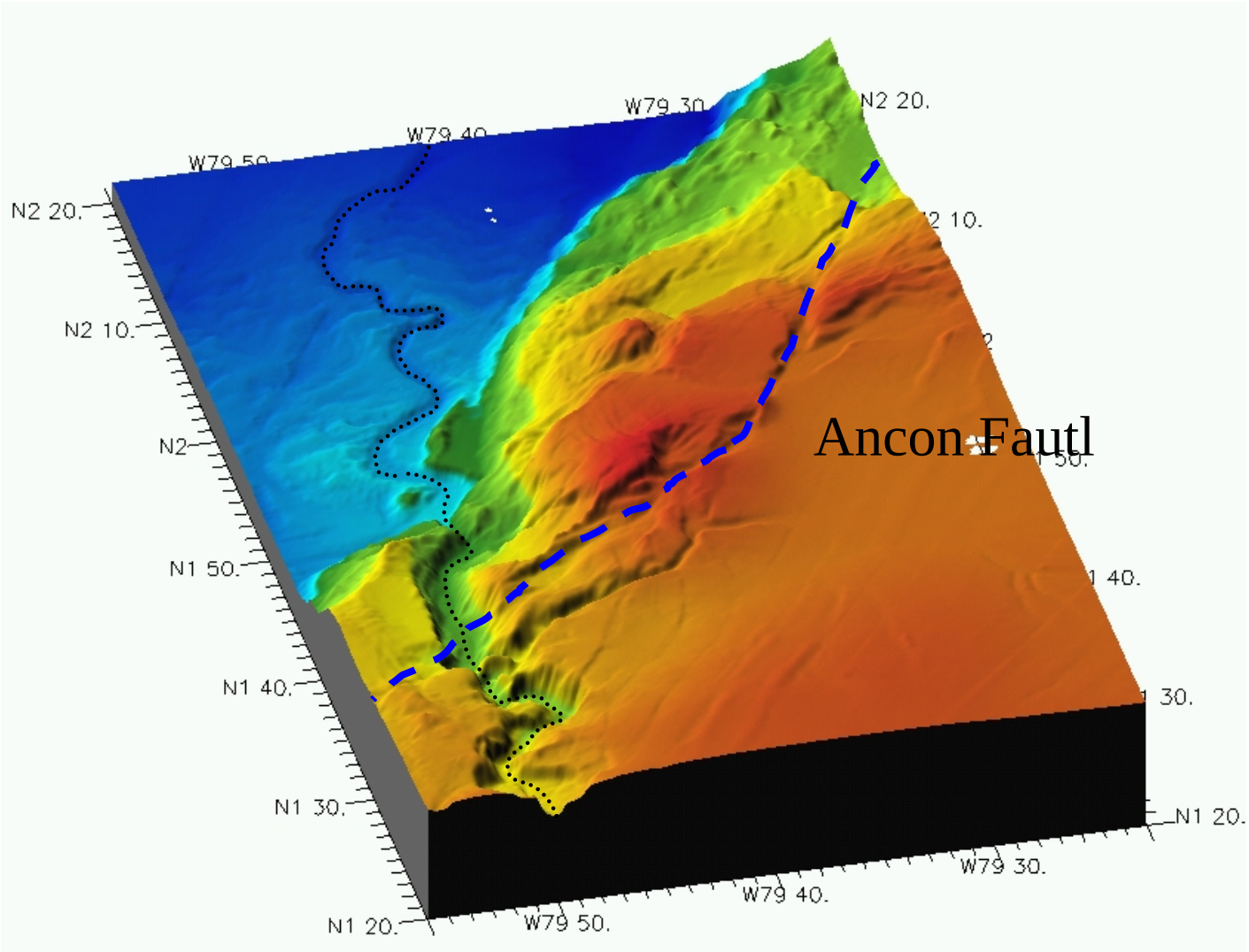
EROSIONAL CANYON

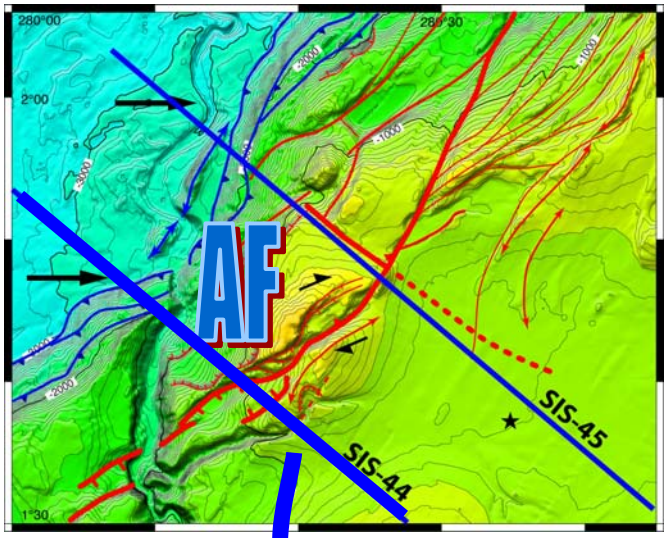
DEPOSITIONAL CANYON

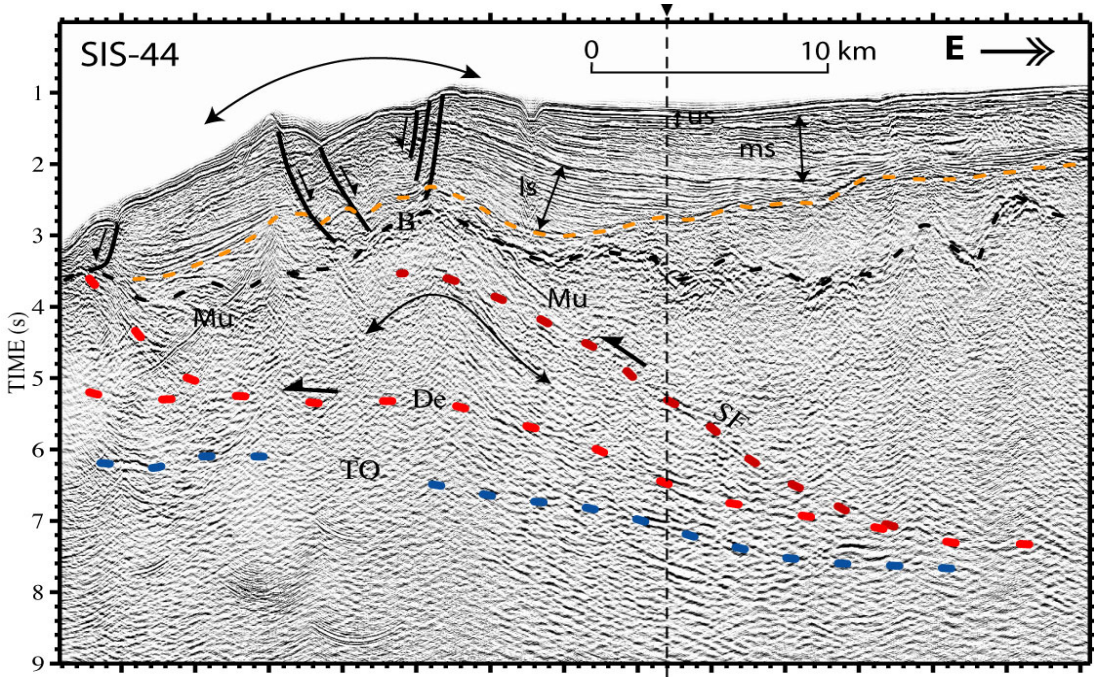
DEFORMATION FRONT

SEDIMENTARY FAN



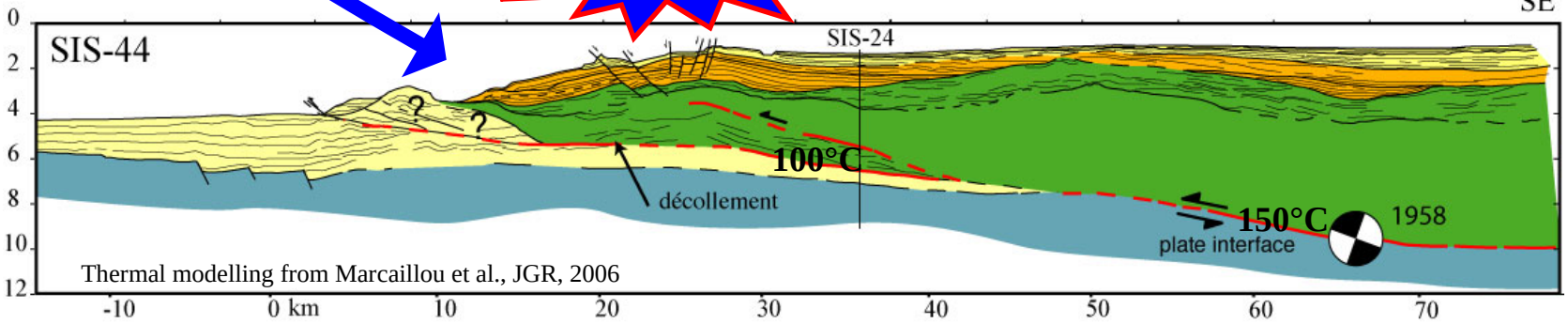

W79 30.
W79 40.
W79 50.
N2 20.
N2 10.
N2
N1 50.
N1 40.
N1 30.
N1 20.
Ancon Fautl
2 10.
1 40.
1 30.
N1 20.
W79 30.
W79 40.
W79 50.



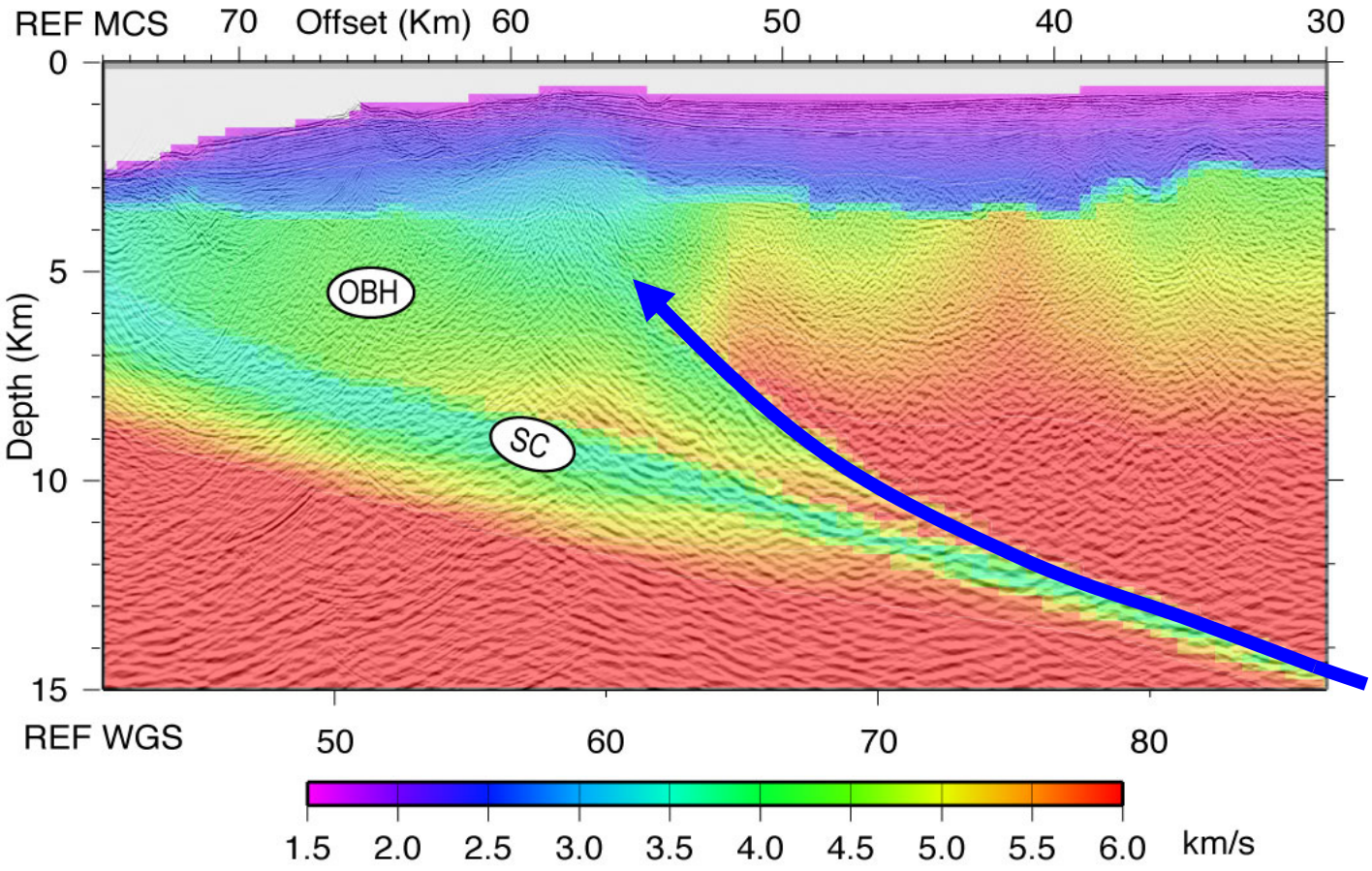


Collot et al., JGR, 2004

1958 co-seismic slip (seismic)

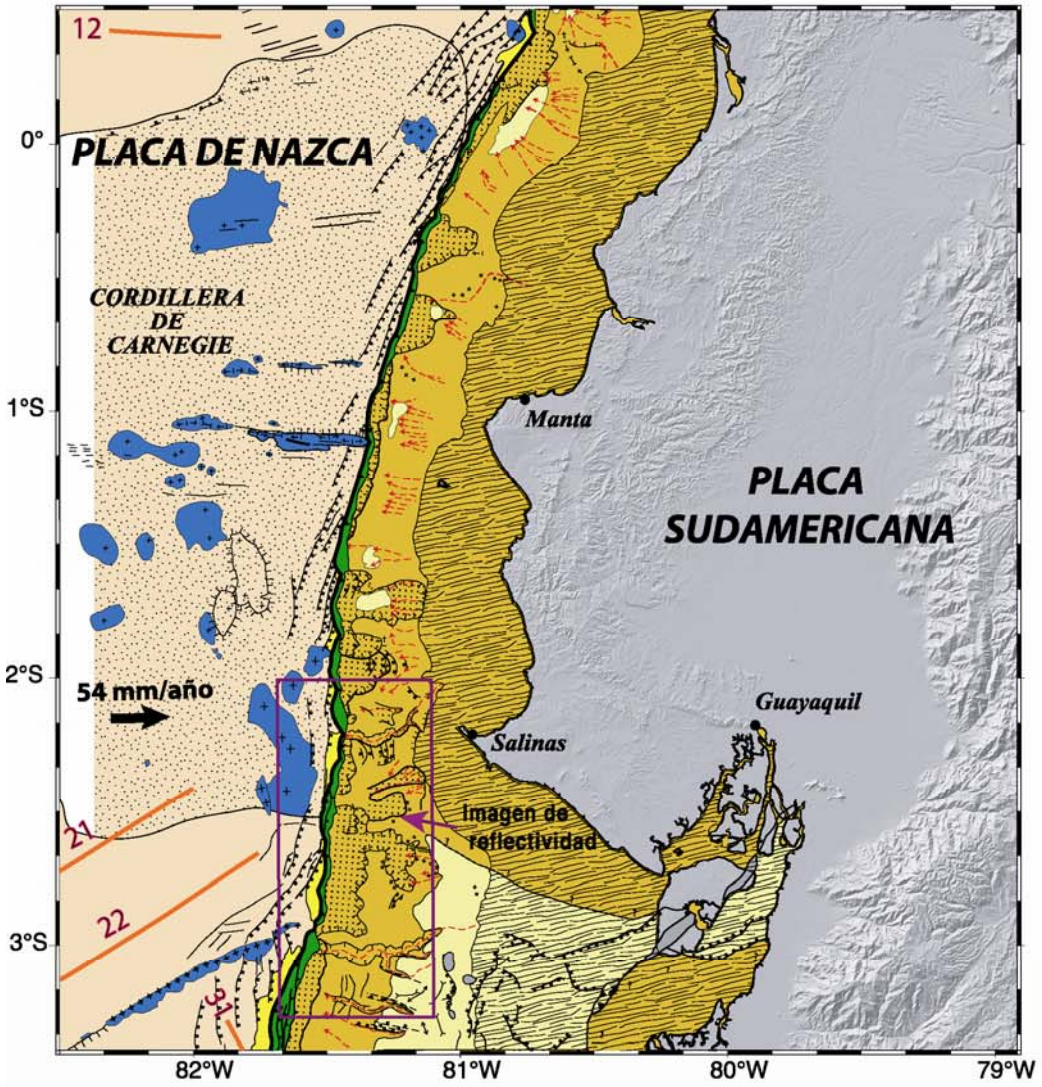


Thermal modelling from Marcaillou et al., JGR, 2006



1958

Agudelo, (PhD, 2005)



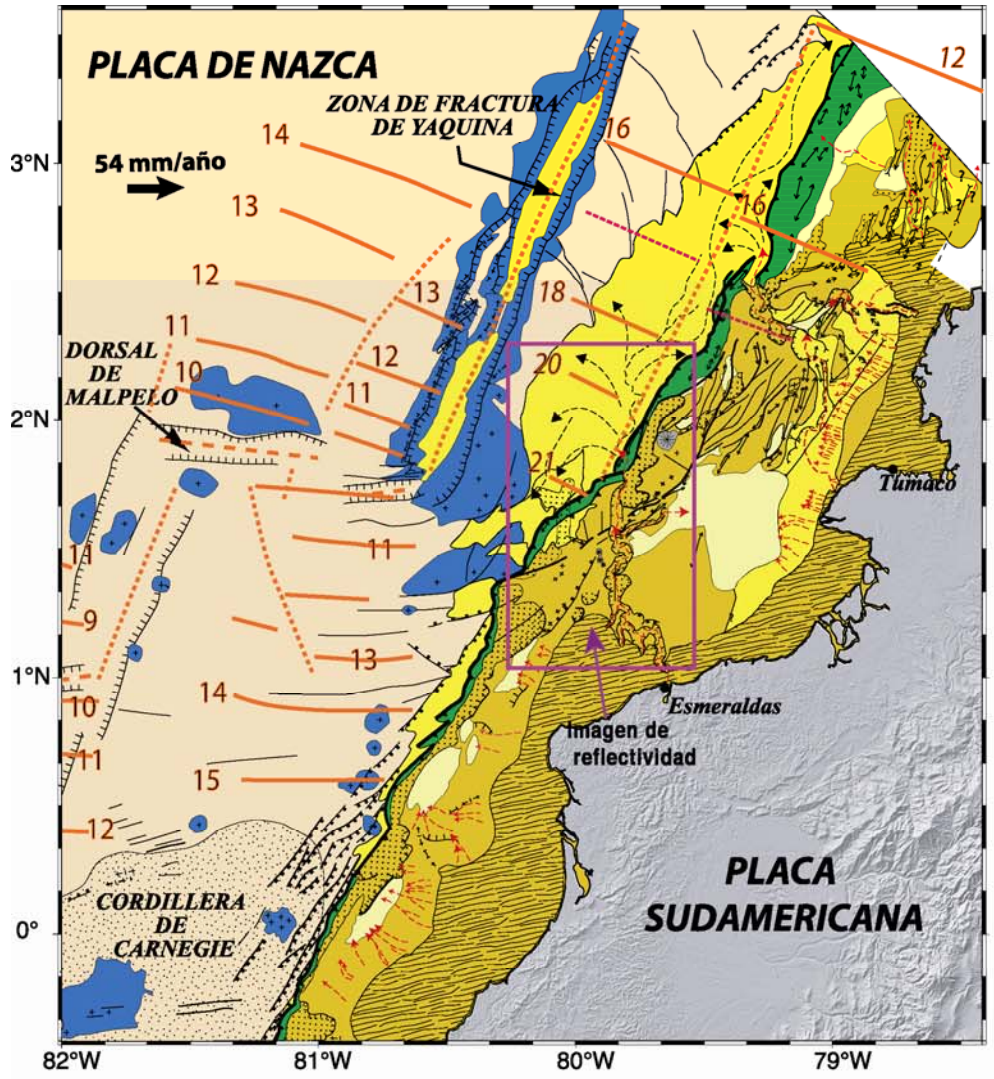
Leyenda Geológica

- Rocas y sedimentos del margen continental (Cretácico ? - Cenozoico)
- Cuencas sedimentarias Plio (?)-Cuaternario
- Turbiditas y depósitos de pendiente Plio (?) -Cuaternario
- Prisma de acreción o prisma frontal Plio (?) -cuaternario
- Plataforma continental
- Deslizamientos, derrumbes
- Cobertura sedimentaria pelágica y hemipelágica de la Placa de Nazca / de la Cordillera de Carnegie
- Rocas volcánicas del Cenozoico (?)

- Cañones (erosional)
- Cumbre o cresta
- Escarpe
- Frente de deformación/cabalgamiento
- Fallas normales/lineamientos estructurales
- Anticlinales/Sinclinales
- Diapiro

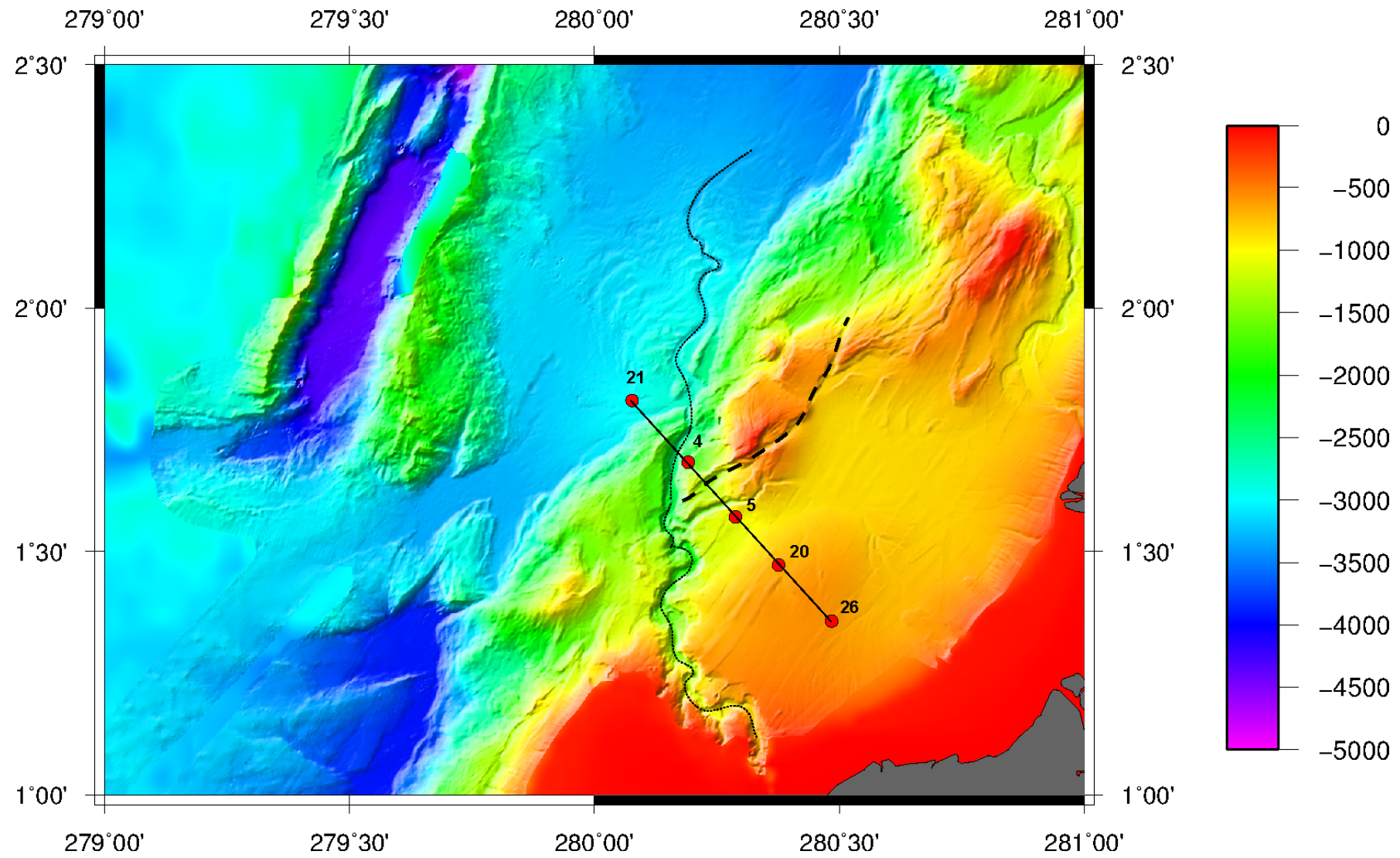
54 mm/año — Convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Trenkamp et al., 2002)

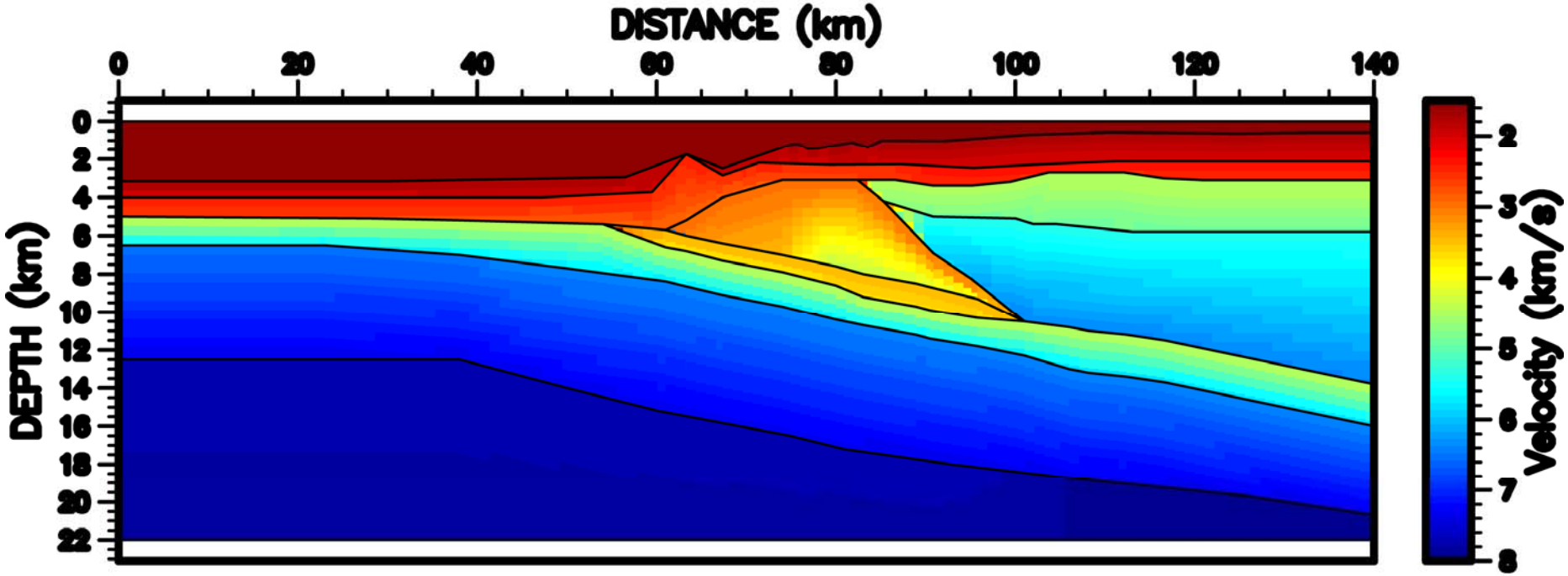
21 — Edades de la corteza oceánica en millones de años a partir de anomalías magnéticas (Lonsdale, 2005)



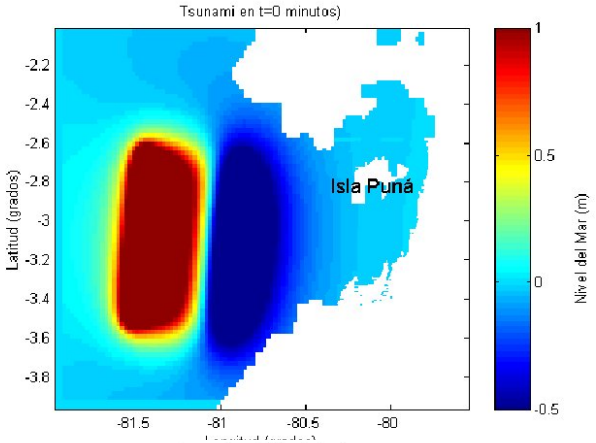
Leyenda Geológica

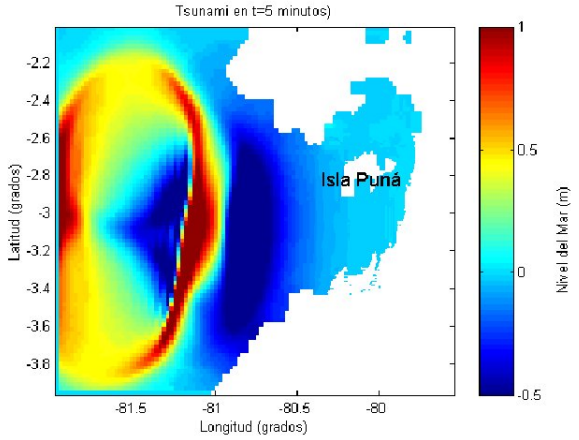
- Rocas y sedimentos del margen continental (Cretácico ? - Cenozoico)
- Cuencas sedimentarias Plio (?)-Cuaternario
- Turbiditas y depósitos de pendiente Plio (?) -Cuaternario
- Prisma de acreción o prisma frontal Plio (?) -cuaternario
- Plataforma continental
- Deslizamientos, derrumbes
- Cobertura sedimentaria pelágica y hemipelágica de la Placa de Nazca/ de la Cordillera de Carnegie
- Rocas volcánicas del Cenozoico (?)
- Cañones (erosional)
- Canales (deposicional, leves)
- Cumbre o cresta
- Escarpe
- Frente de deformación/cabalgamiento
- Fallas normales/lineamientos estructurales
- Anticlinales/sinclinales
- Volcán de lodo (?)
- 54 mm/año — Convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Trenkamp et al., 2002)
- 12 — Edades de la corteza oceánica en millones de años a partir de anomalías magnéticas (Lonsdale, 2005 y Hardy, 1991)
- Segmentos de dorsal oceánica (8-10 millones de años)
- Fallas transformantes fósiles

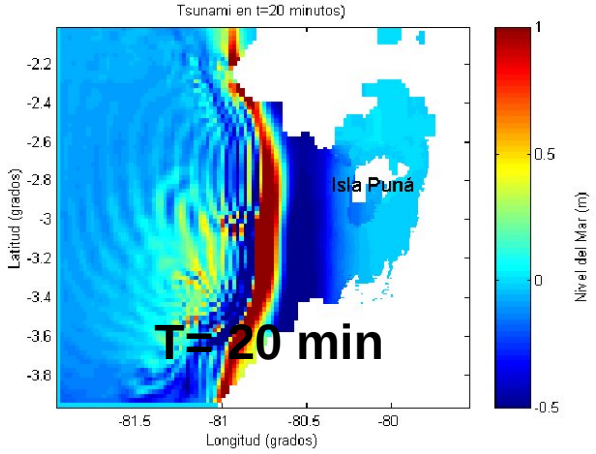

279°00'
279°30'
280°00'
280°30'
281°00'
2°30'
2°00'
1°30'
1°00'
21
4
5
20
26
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
-3000
-3500
-4000
-4500
-5000

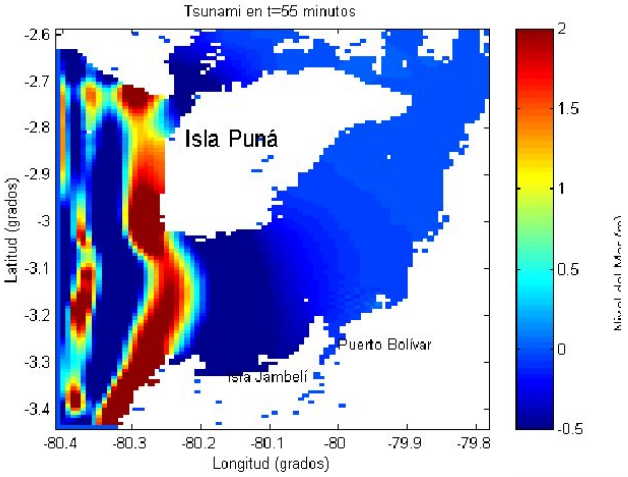


FINAL 2-D CRUSTAL MODEL

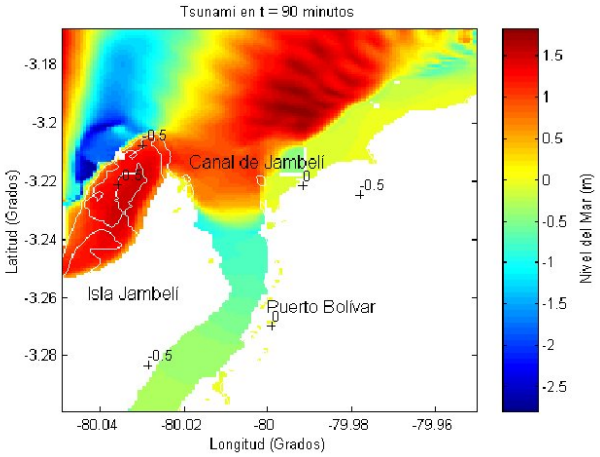


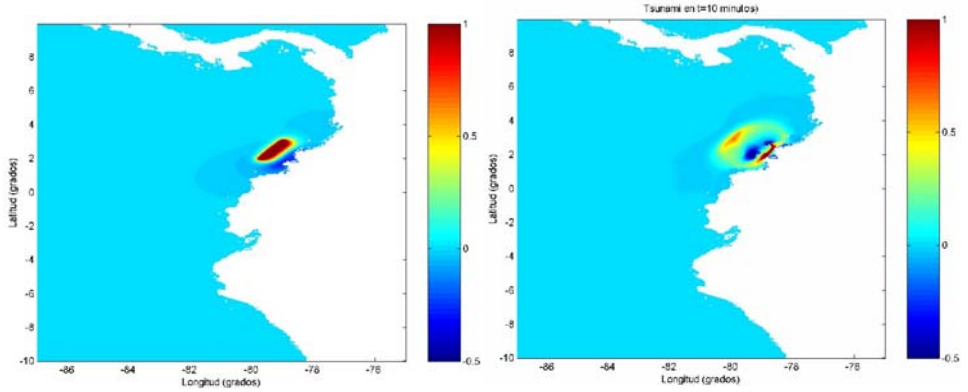




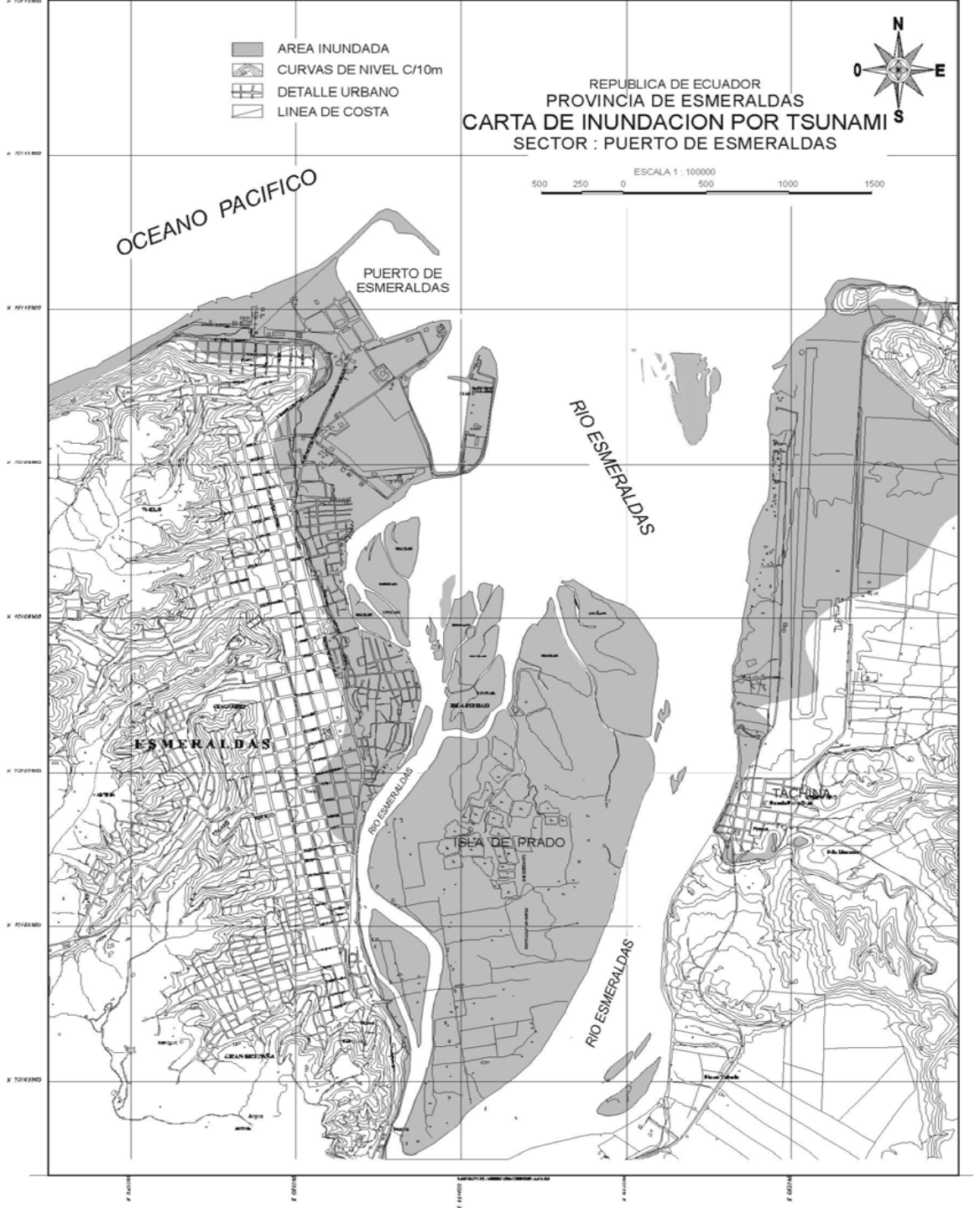


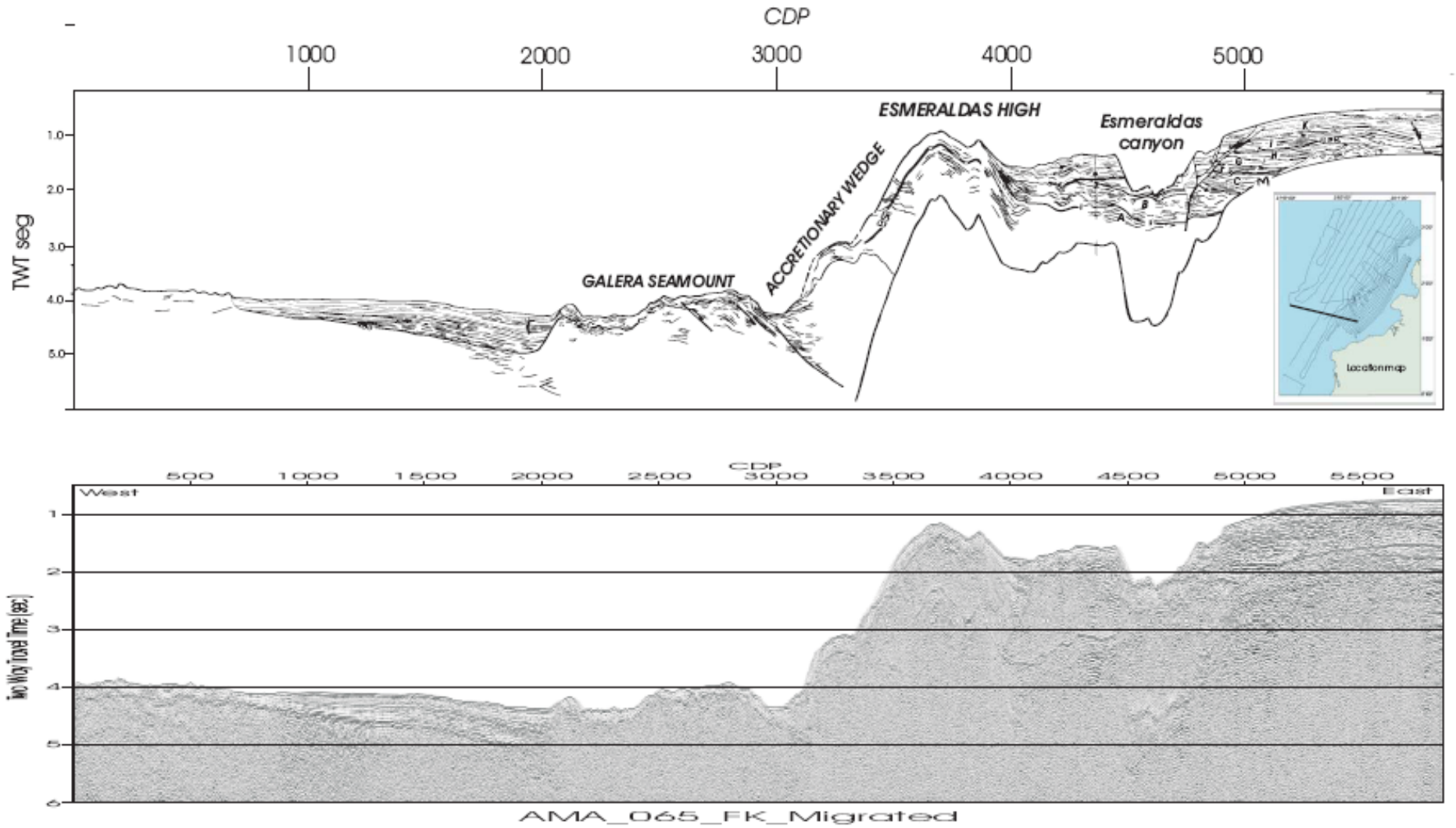
TSUNAMI NUMERICAL MODELING

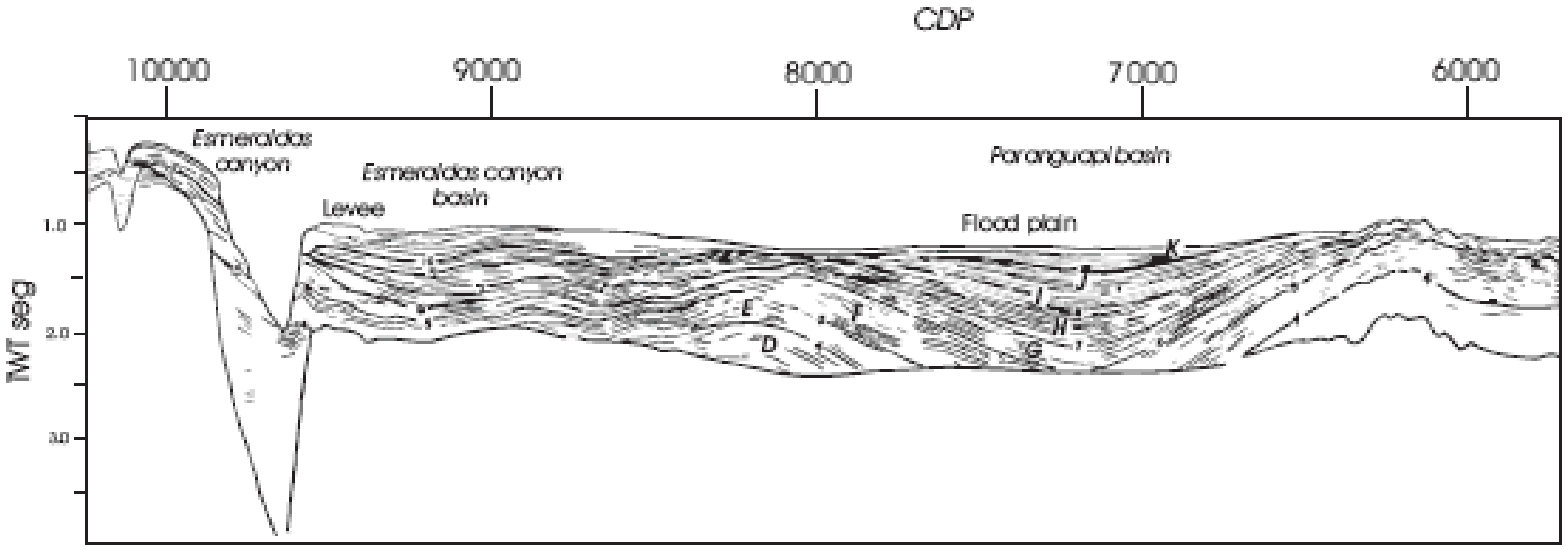


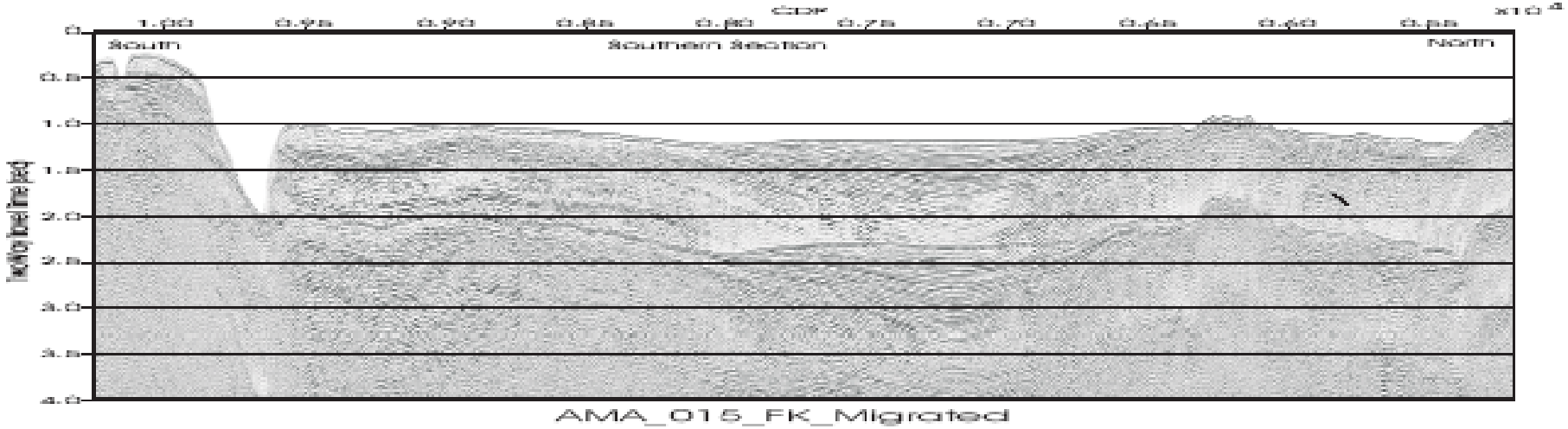


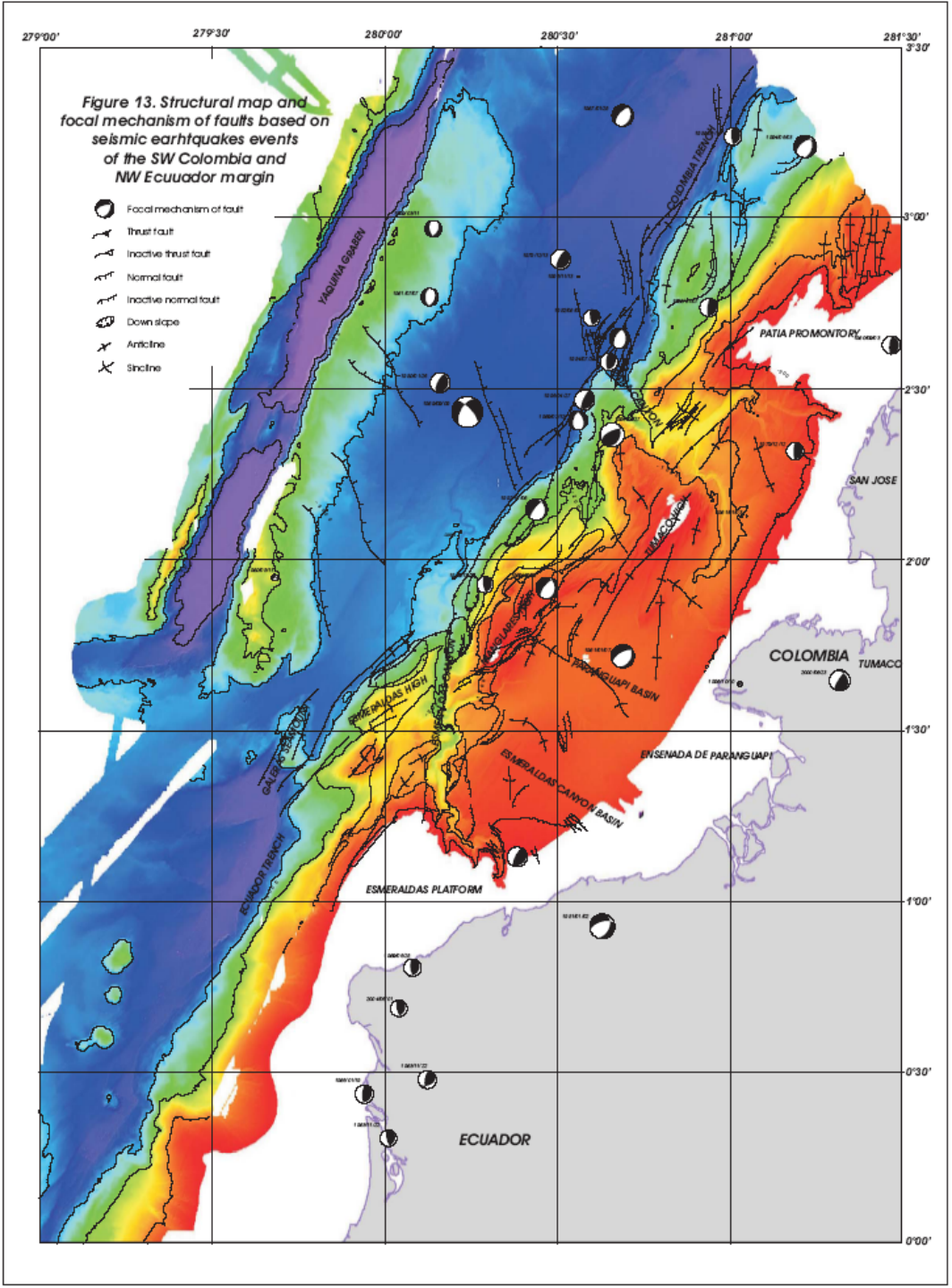
FLOODING MAPS FOR THE CITY OF ESMERALDAS



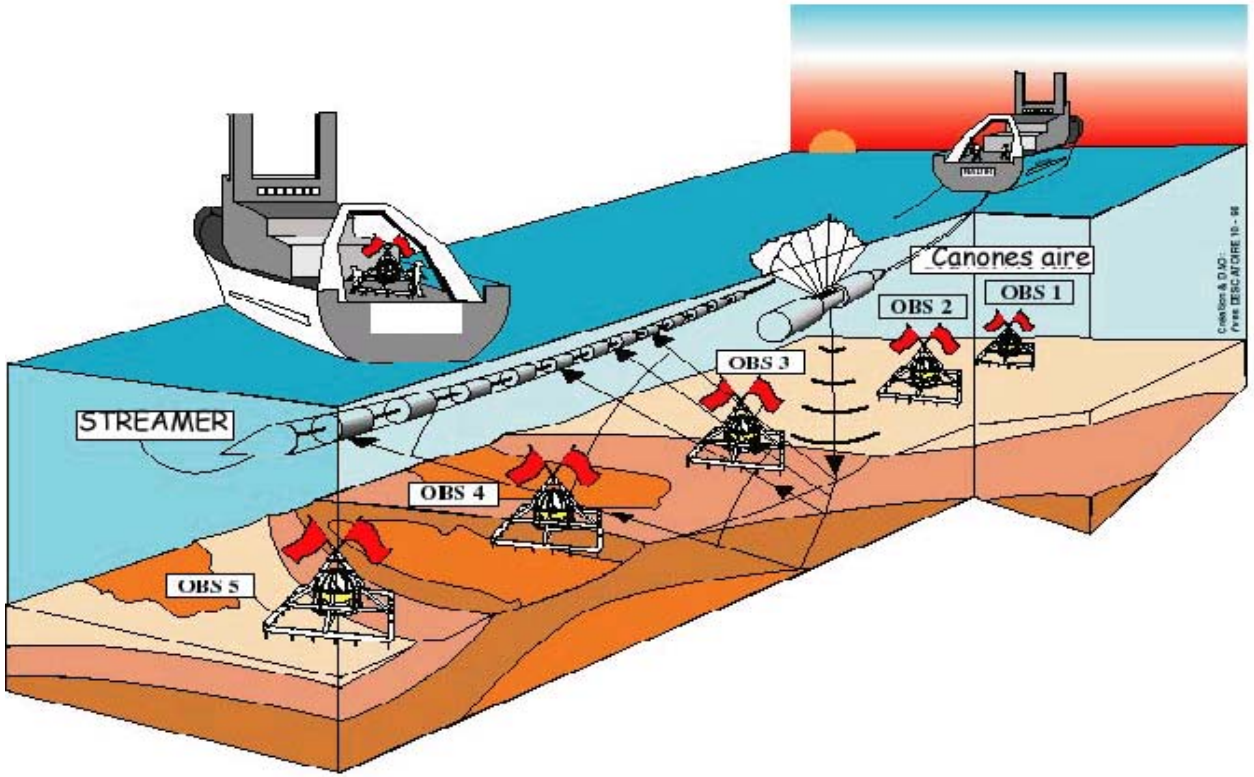

CDP
1000
2000
3000
4000
5000
ESMERALDAS HIGH
Esmeraldas canyon
ACCRETIONARY WEDGE
GALERA SEAMOUNT
TWT seg
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
Location map
CDP
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
5500
West
East
AMA_065_FK_Migrated


CDP
10000
9000
8000
7000
6000
Esmeraldas canyon
Esmeraldas canyon basin
Levee
Paraguapi basin
Flood plain
TWT sec
1.0
2.0
3.0
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
Location map


CDP
South
Southern Section
North
TWT (sec)
AMA_015_FK_Migrated



COMISION NACIONAL SOBRE EL DERECHO DEL MAR
ECUADOR


Canones aire
OBS 1
OBS 2
OBS 3
STREAMER
OBS 4
OBS 5