



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation  
la science et la culture

Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación  
la Ciencia y la Cultura

Организация  
Объединенных Наций по  
вопросам образования  
науки и культуры

• Intergovernmental  
Oceanographic  
Commission

• Commission  
océanographique  
intergouvernementale

• Comisión  
Oceanográfica  
Intergubernamental

• Межправительственная  
океанографическая  
комиссия

# Aplicación de tecnología satelital en la alerta temprana en caso de tsunamis

Bernardo Aliaga  
IOC/UNESCO

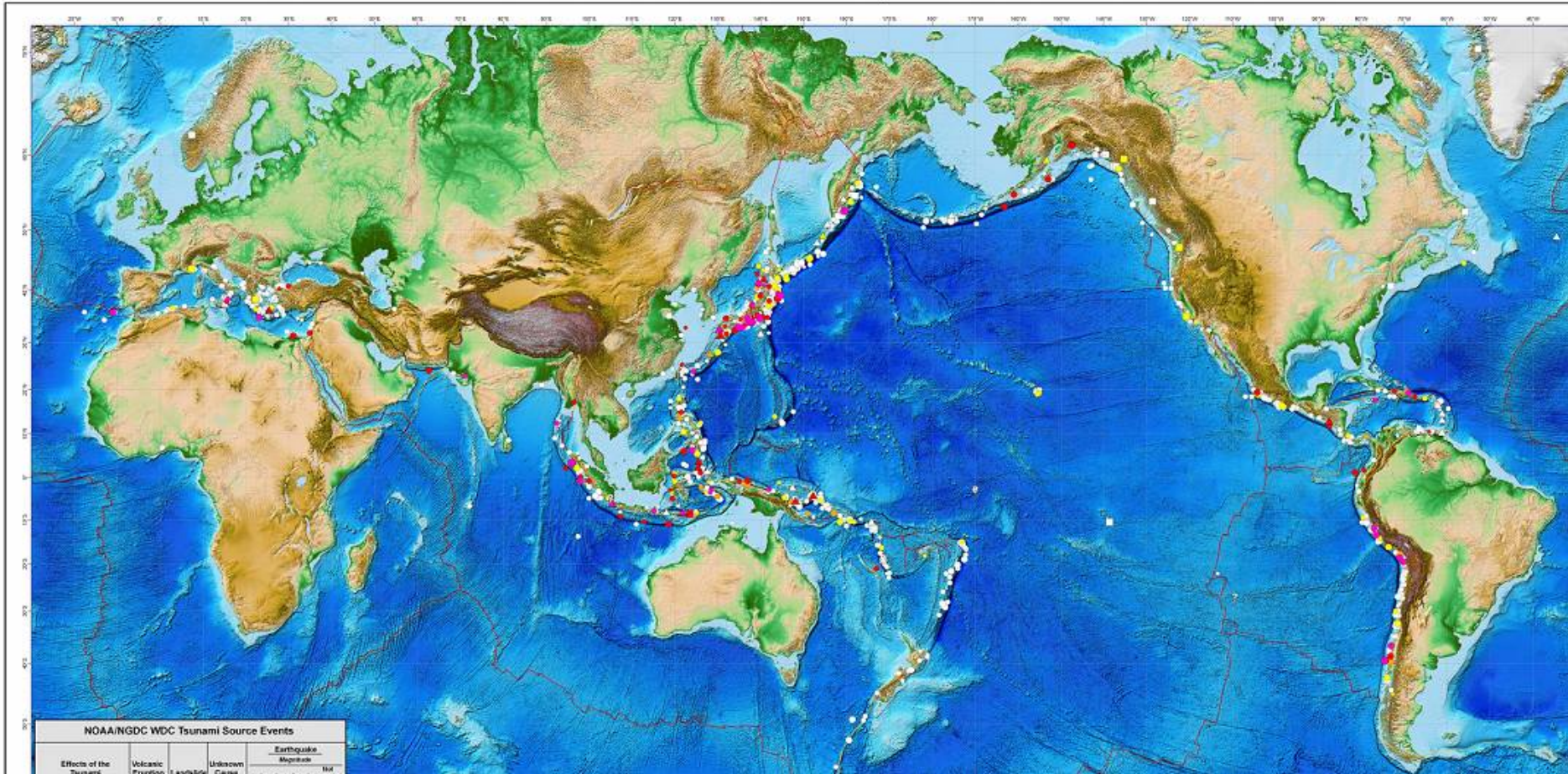
# Esquema de la Presentación

- Tsunamis en el mundo y en el Pacífico Sudeste (2)
- Estado de los sistemas de Alerta de Tsunami en el Pacífico y en el Caribe (2)
- Distinguir fases: pre, post y en la emergencia (2)
- Durante la emergencia (6)
- Pre y post emergencia (5)
- Desarrollos futuros (en fase de investigación) (1)
- Resumen

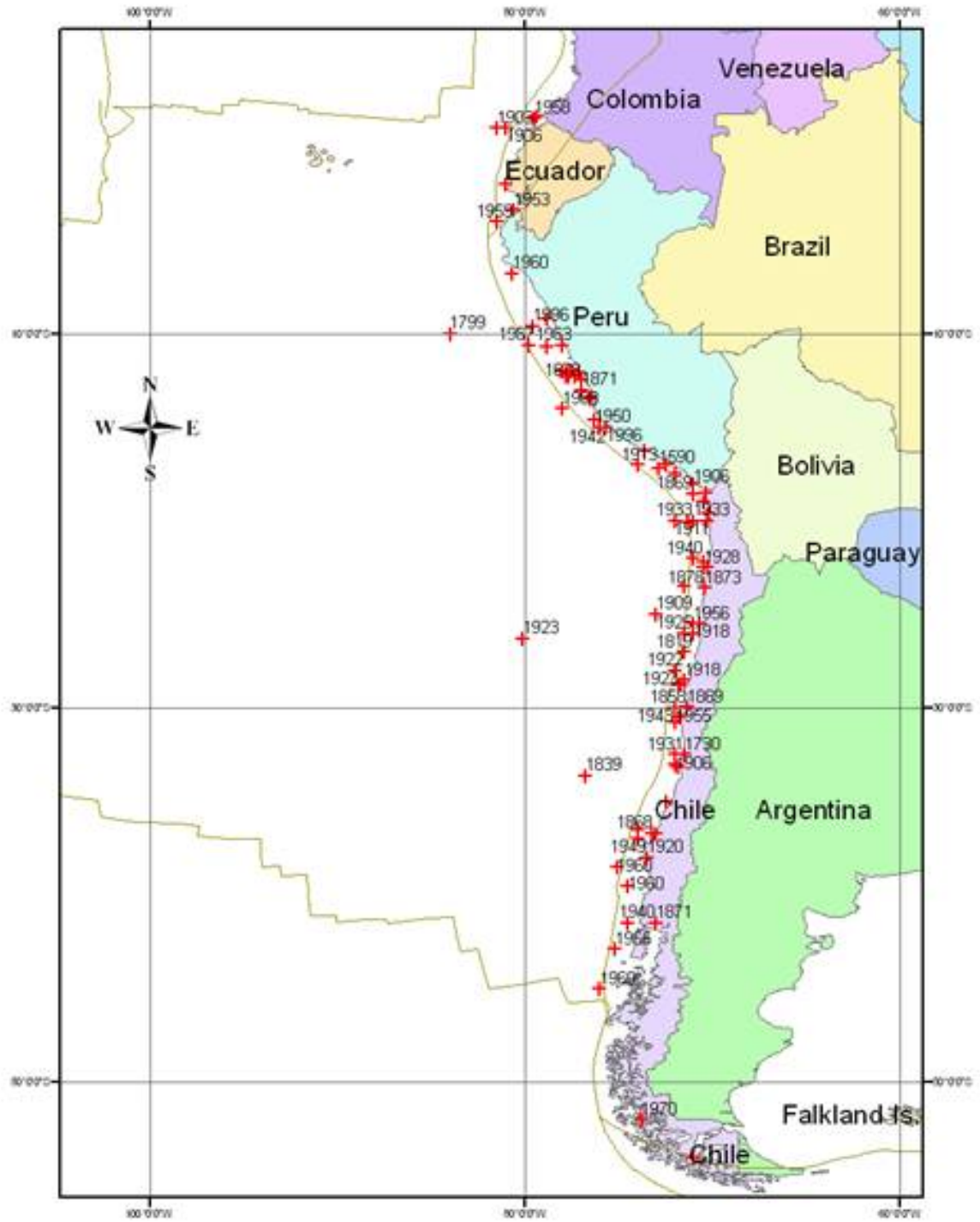


# Tsunamis en el mundo (registros históricos e instrumentales)

Global Tsunami Sources 1650 B.C. to 2008 A.D. from Earthquake, Volcano, Landslide, and Other Causes



# Pacifico Sudeste: Frecuentes!



IOC

# Estado del sistema de alerta de tsunami en el Pacífico Sudeste (Colombia, Ecuador, Perú, Chile)

- Es parte integral del ICG/PTWS, centros regionales de alerta establecidos PTWC Hawaii (USA) y JMA Tokio (Japón)
- Centros Nacionales de Alerta de Tsunami establecidos (CCCCP/DIMAR, INOCAR, DHN, SHOA)
- Red sísmica en fase de integración y de densificación
- Red de medición del nivel del mar en tiempo real en fase avanzada
- Cartas de inundación (modelos numéricos) disponibles para la mayor parte de la costa de Chile y Perú, en fase de desarrollo para la costa de Ecuador y Colombia
- Ejercicios periódicos de comunicación entre centros nacionales (mecanismos redundantes: email, fax, teléfono, teléfono satelital)
- Desarrollo de programas comunitarios con ejercicios de evacuación en escala real avanzados en Chile y Perú, en fase de desarrollo en Ecuador y Colombia.



# Estado del sistema de alerta de tsunami en el Caribe

- Es parte integral del ICG/CARIBE EWS, Centro Regional en fase de establecimiento, provisión ínterin desde PTWC Hawaii (USA) y WCATWC Alaska (USA) para Puerto Rico e Islas Vírgenes (USA)
- 23 Puntos focales de alerta establecidos, centros nacionales de alerta en fase de desarrollo en algunos países
- Red sísmica establecida con datos compartidos
- Red de monitoreo del nivel del mar en tiempo real en fase de densificación
- Cartas de inundación disponibles solo para algunas áreas limitadas, esencialmente en Puerto Rico (USA)
- Desarrollo de protocolos de respuesta (SOP) en fase avanzada en el Caribe anglófono
- Desarrollo de sistema integrado en Centroamérica en fase de establecimiento a partir de Noviembre 2009



# En Alerta Temprana, técnicamente se distingue dos momentos distintos:

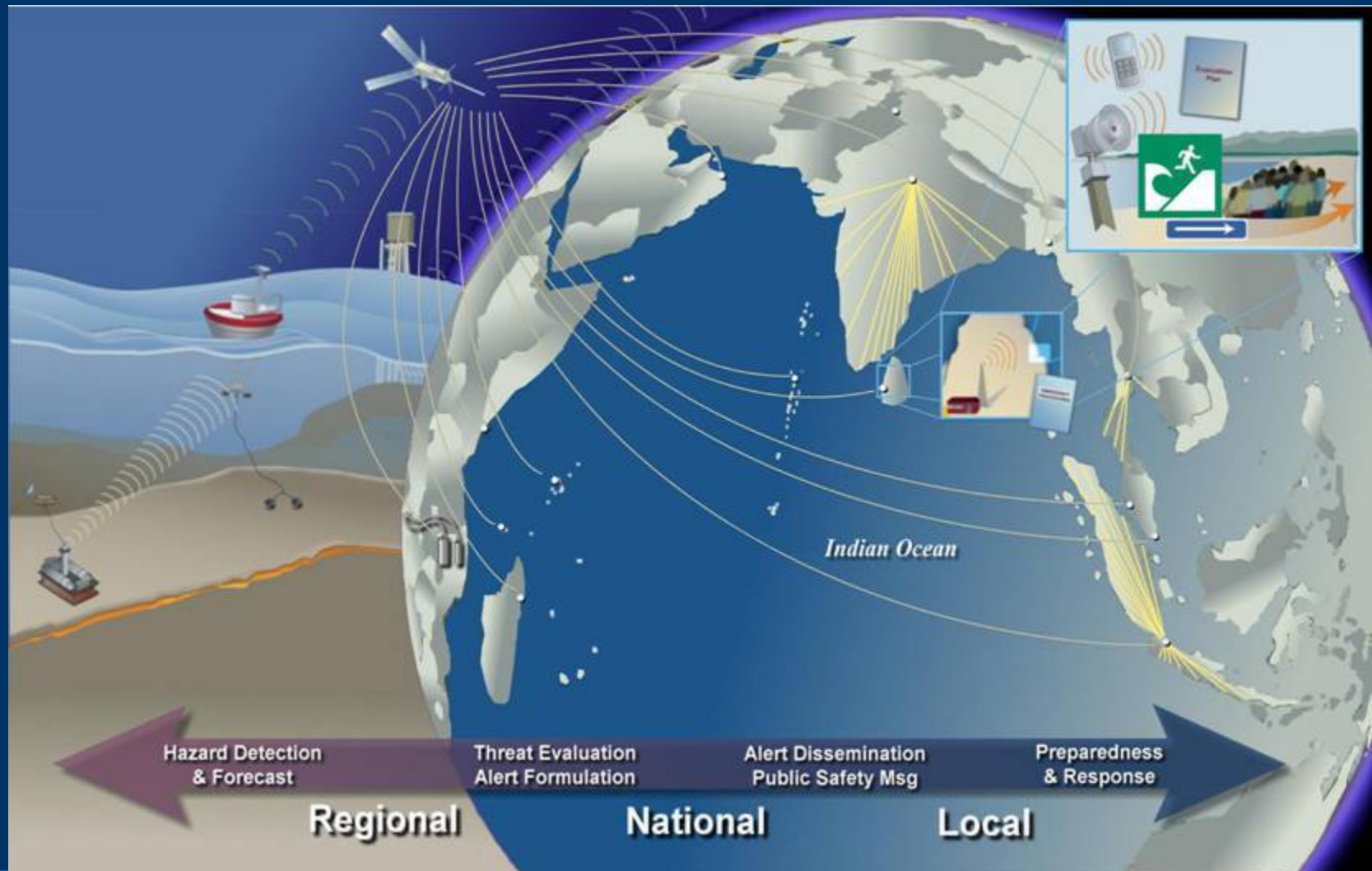
1. Durante la emergencia
2. Pre y Post emergencia

Porque..

Los Sistemas de Alerta y Mitigación de Tsunami adoptaron el concepto de un sistema completamente integrado, desde la identificación de áreas de riesgo y vulnerabilidad, pasando por el monitoreo y detección de eventos de tsunami hasta la preparación de la población que recibe la alerta.



# El concepto del sistema integrado de alerta y mitigación



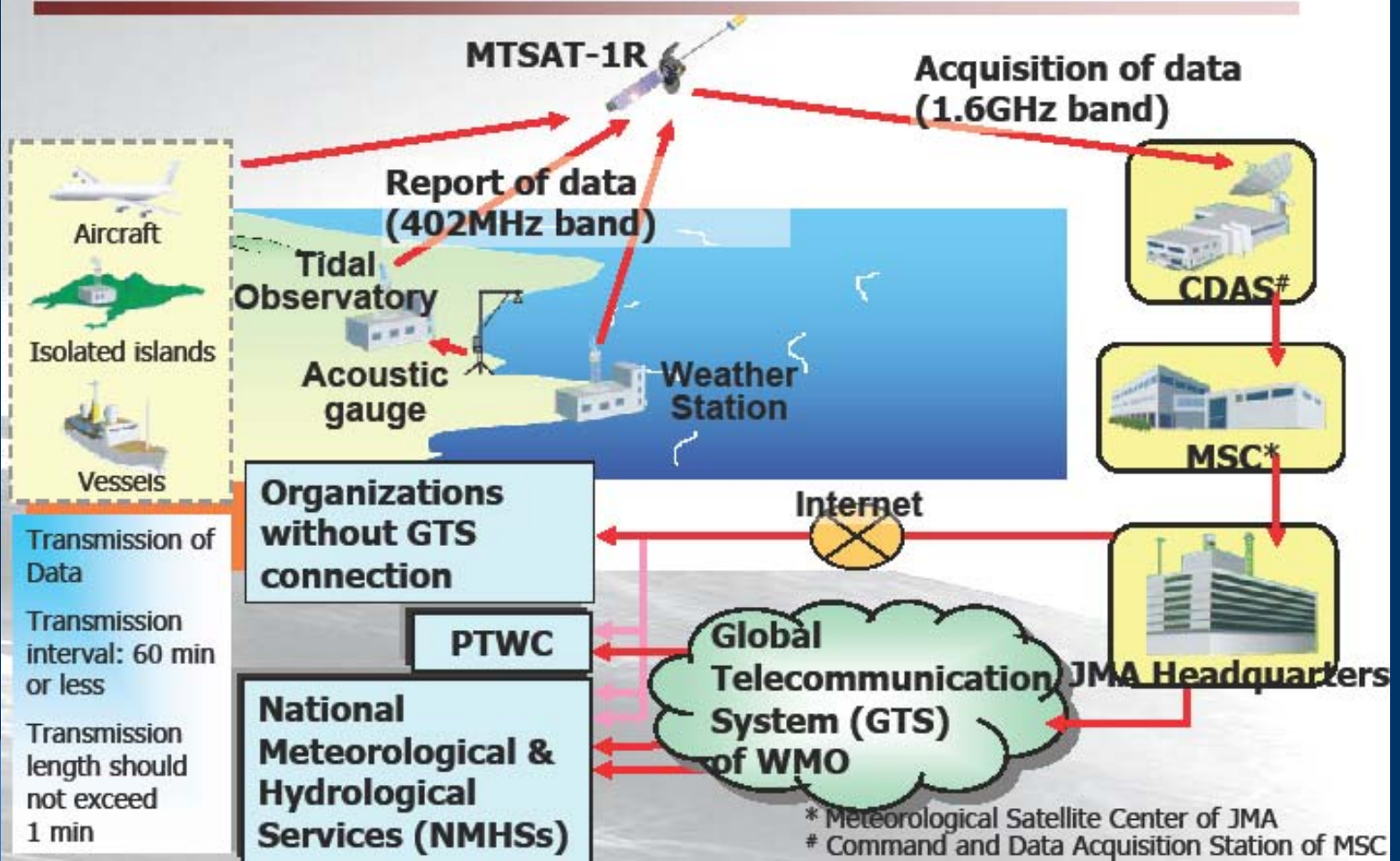
# 1. Durante la Emergencia

- Una vez declarada una emergencia humanitaria relacionada a un desastre natural, se activa automáticamente un protocolo firmado por las agencias espaciales para poner al servicio de la emergencia todos sus recursos disponibles y apropiados al caso.
- Frecuentemente la conectividad queda afectada luego de una erupción volcánica, terremoto o inundación, las redes de telecomunicaciones y el suministro de energía se ven disminuidos.
- En el Océano Indico en 2004 las imágenes satelitales ayudaron a cartografiar el impacto del tsunami, para orientar la provisión de servicios básicos (agua, asistencia medica, atención a las víctimas).
- **PERO, que ocurre justo antes de que la emergencia sea declarada?**



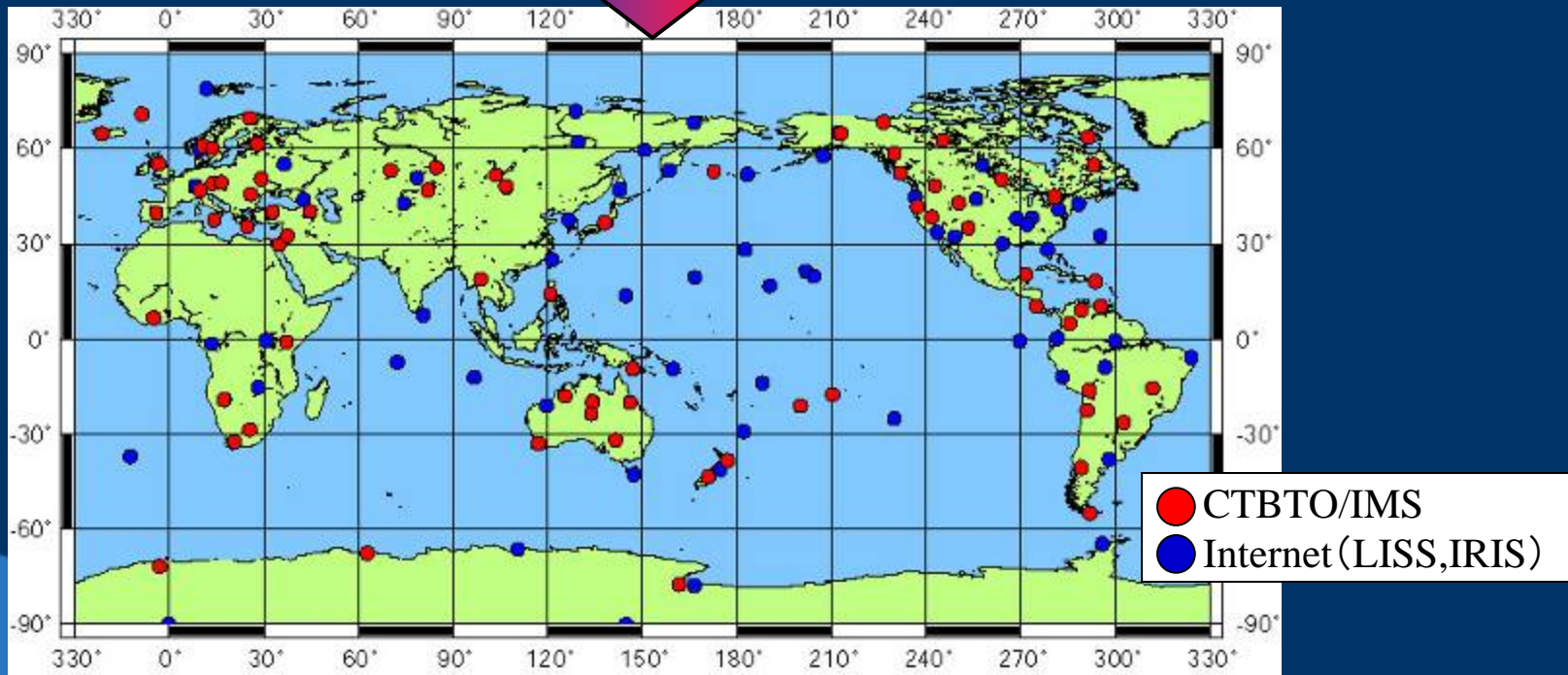
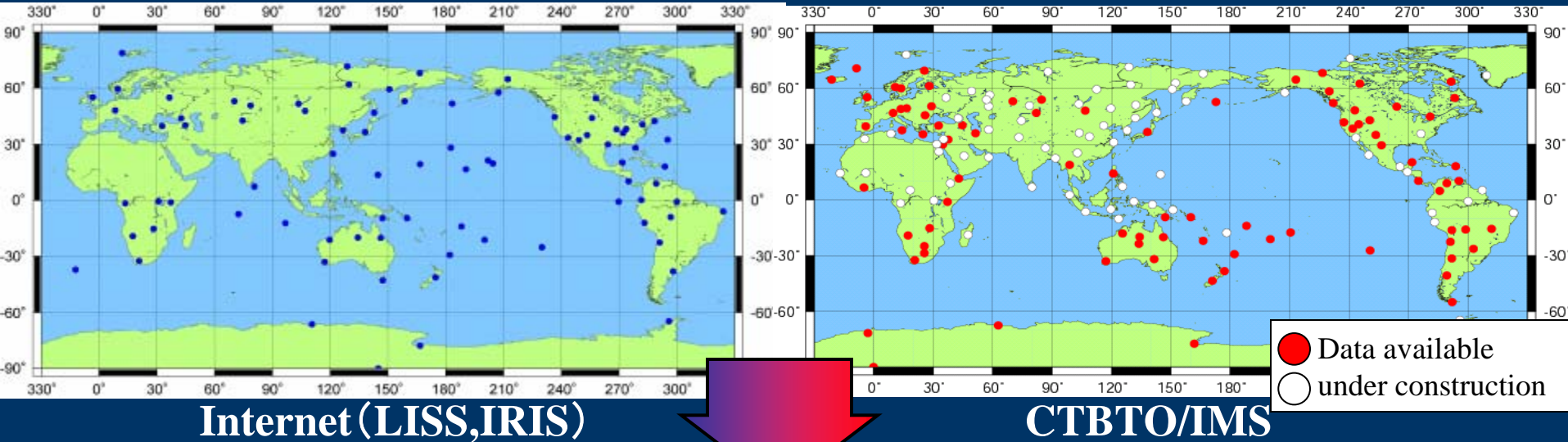
# Detección del tsunami (satélites geoestacionarios)

## Data Collection via MTSAT-DCS



IOC

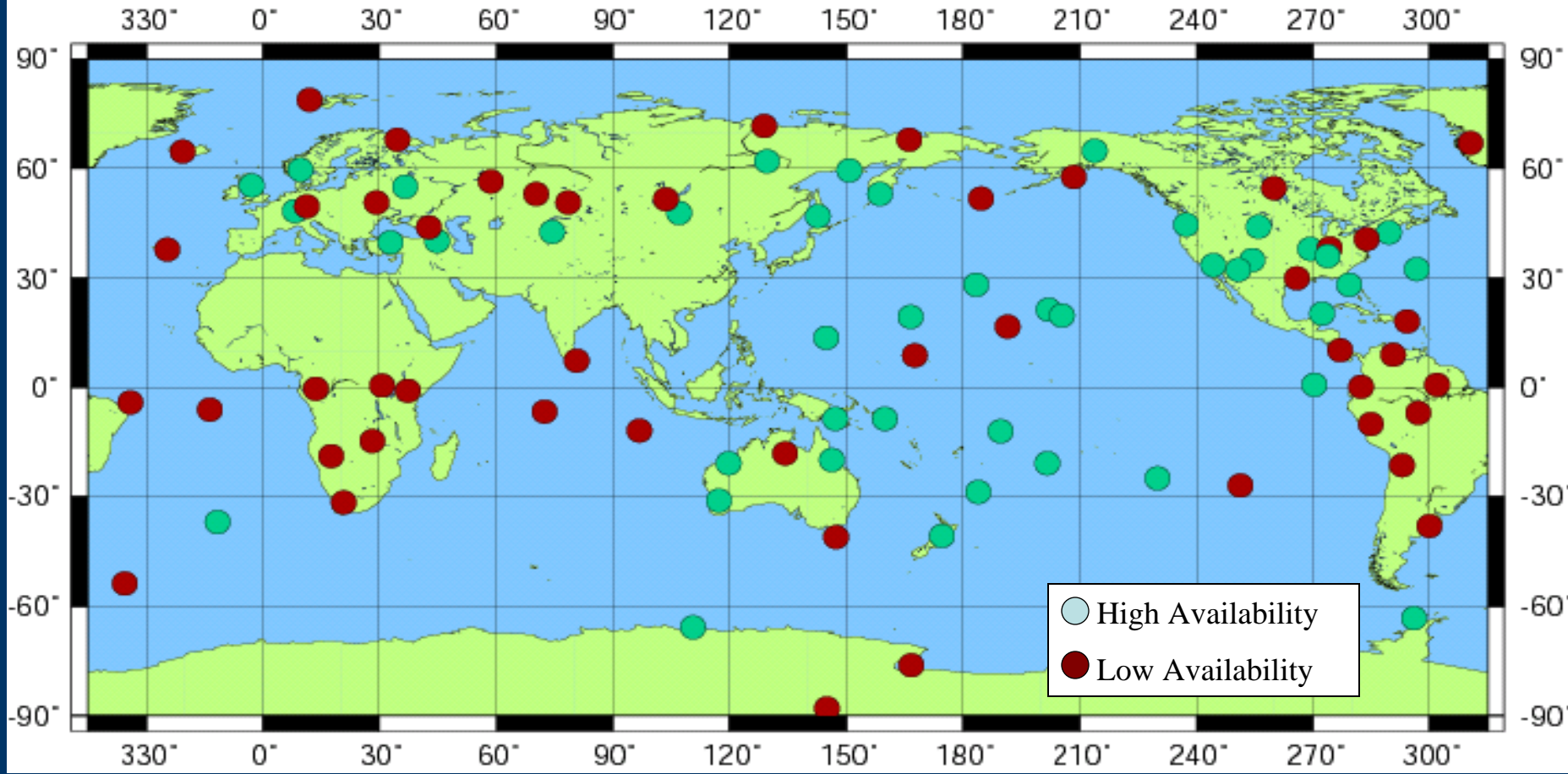
# Observaciones Sismológicas



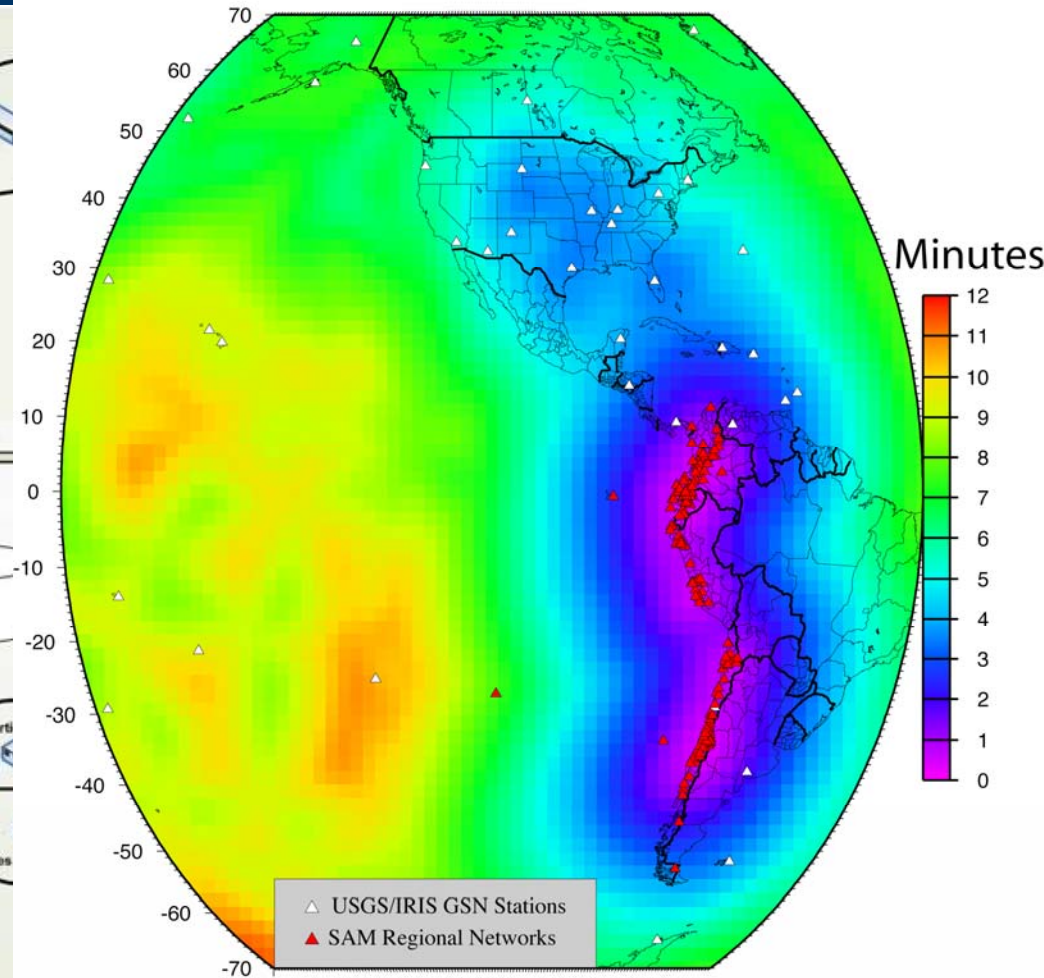
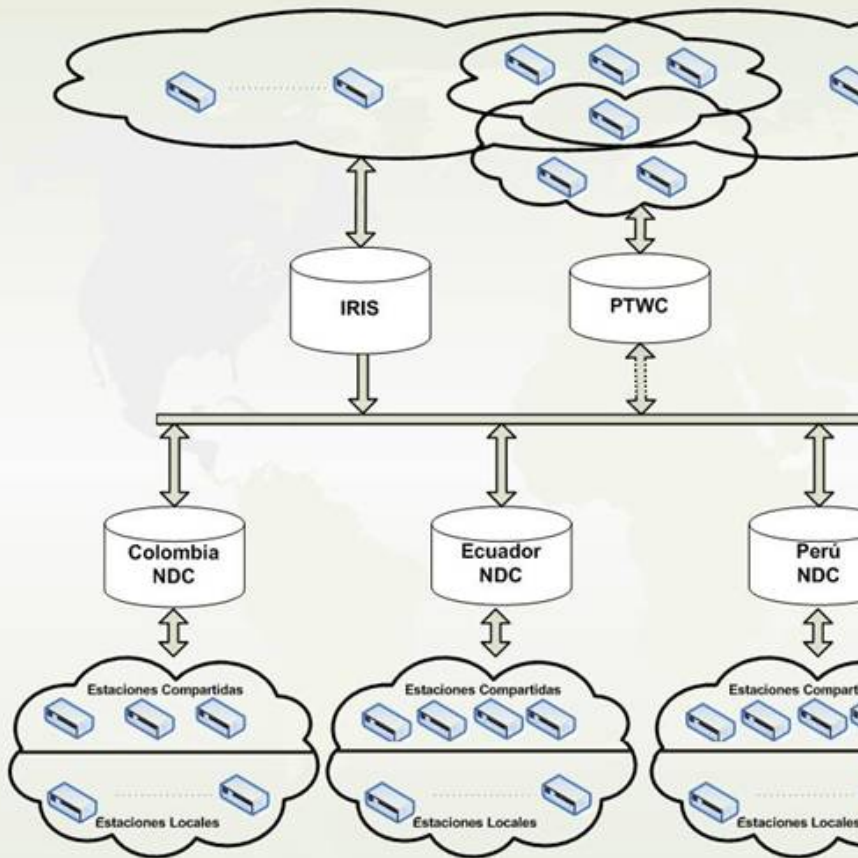
IOC

# Disponibilidad de la data LISS/IRIS

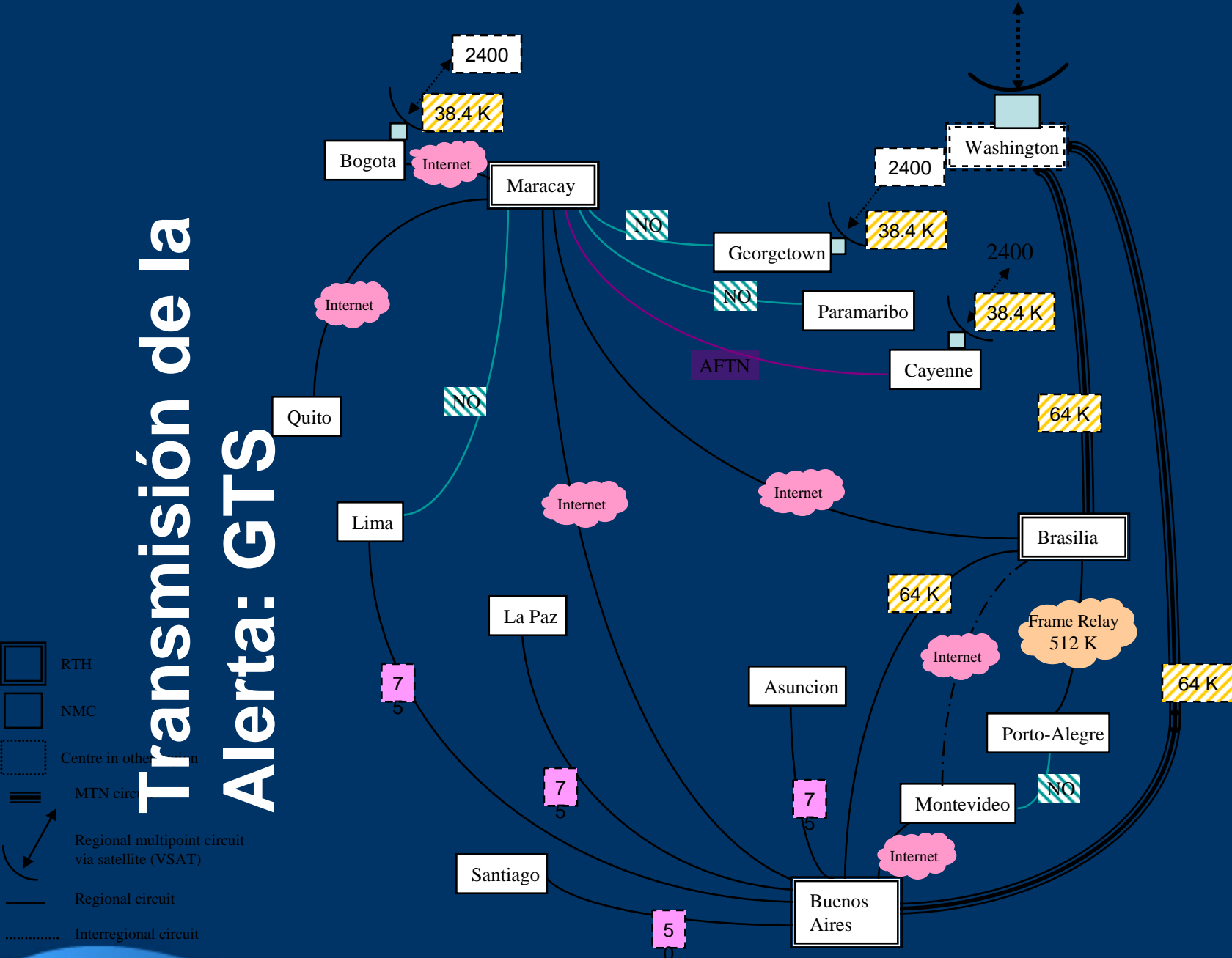
July 1, 2005 ~ July 6, 2005










# Detección y Monitoreo en el Pacifico Sudeste: Redes sísmicas SATWAS



# Transmisión de la Alerta: GTS



-  RTH
-  NMC
-  Centre in other region
-  MTN circuit
-  Regional multipoint circuit via satellite (VSAT)
-  Regional circuit
-  Interregional circuit



Regional Meteorological Telecommunication Network for Region III (South America)  
point-to-point and multipoint circuits implementation (transmission speed in bit/s)

## 2. Pre y Post emergencia:

- Se usa una amplia gama de aplicaciones de tecnología satelital.
- En el caso de los tsunamis hay dos principales:
  - i) proveyendo información precisa para la construcción de mapas topográficos costeros detallados.
  - ii) insumos directos para la planificación territorial.



# Porque se requiere cartografía precisa?

- Las áreas de riesgo (hot spots) en America Latina y el Caribe están relativamente bien identificadas por los registros históricos, instrumentales, y en algunos casos por el uso de técnicas de sedimentología (paleotsunami).
- Mas del 60% de la varianza en la predicción del límite máximo de inundación, depende de la precisión de la batimetría submarina y de la configuración costera, hasta los 50 metros de profundidad. Esta topografía, amplifica o reduce con interacciones físicas no-lineales fuertes y difíciles de modelar teóricamente, el impacto de una onda (ola) gravitacional, como la que provoca un tsunami.



# Ejemplo en el Océano Indico (post emergencia)

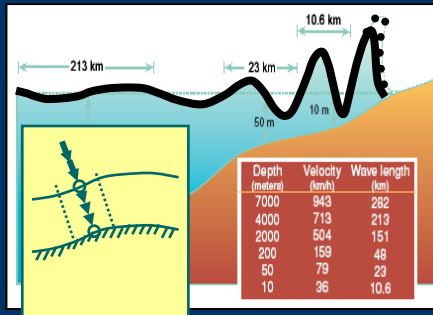
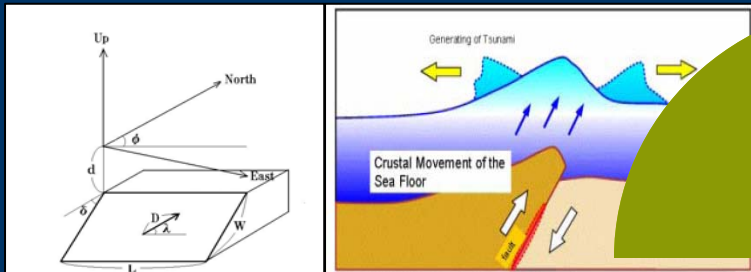
- ✓ Requería disponibilidad de imágenes de alta resolución de la zona costera, y capacidad para procesar estas imágenes para transformarlas en cartas topográficas geo-referenciadas.
- ✓ La disponibilidad de imágenes fuera del acuerdo marco de emergencias, podría ser problemática para las de más alta resolución (por su valor comercial), pero en GEO y GEOSS se acordó trabajar con imágenes de menor resolución libremente disponible y luego ampliar el catálogo de imágenes disponibles activando la captura de imágenes desde plataformas en misión cuando hayan swats sobre zonas costeras no archivadas.
- ✓ ESA, NASA, NOAA y JAXA (Japón) respondieron a este tipo de requerimientos para el Océano Indico en forma excelente. Esto permitió a las agencias nacionales (Tailandia, por ejemplo que participó activamente en el grupo Tsunami de GEO) de tener imágenes para reconstruir la cartografía costera, bastante modificada por el tsunami y terremoto.



# Método actual de estimación del tiempo de llegada y la amplitud del tsunami (JMA, Tokio, Japon)

Simulación Numérica:

- Generación
- Propagación



Magnitud en el hipocentro



Base de Datos

Amplitud del tsunami  
Tiempo de llegada

Se necesita mucho **tiempo** para correr un modelo de propagación de tsunami!

# Aspectos a mejorar

- X Se requiere establecer vínculos de trabajo entre las agencias espaciales y las agencias encargadas de la emergencia y prevención.
- X En algunos casos se requiere asistencia técnica para ofrecer este tipo de servicios.
- X Existe capacidad dispersa en centros académicos, pero las agencias de emergencia está mas cerca de los Ministerios del Interior que de los de Educación. Por otra parte, los Ministerios de Defensa en algunos casos tienen sus propias facilidades



# En el futuro (actualmente en fase de investigación)

- Uso de altimetría para medición del nivel del mar
- Rugosidad de la superficie del mar
- Deformación de la corteza terrestre, combinado con métodos GPS



IOC

# Resumen

- Los tsunamis son frecuentes en la región del Pacífico Sudeste
- El PTWS y el CARIBE EWS proveen un marco conceptual y organizacional consistente
- Se requiere mejorar las capacidades de detección de tsunamis, incrementando la disponibilidad de datos sísmológicos durante la emergencia
- Se requiere hacer más robustos y redundantes los mecanismos de comunicación de la alerta de tsunami
- Hay un amplio campo de aplicación en el análisis de riesgo y vulnerabilidad que tiene un efecto directo en la eficacia de la alerta temprana

