

1. CUADRO GEODINAMICO



Figura 1. Esquema de la subducción de la placa Nazca y de la cordillera sísmica de Carnegie bajo la placa Sudamericana (Fig. 1) genera una acumulación importante de esfuerzos en la margen. La acumulación de esfuerzos es puesta en evidencia por las medidas de GPS, los levantamientos de terrazas marinas y por la sismicidad recurrente de la zona interplaca (Fig. 2).

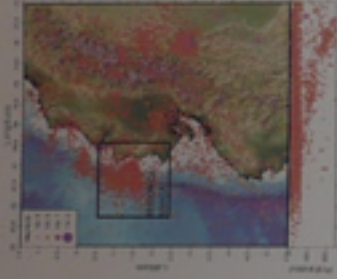


Figura 2. Sismicidad entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W en la zona interplaca de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W.

En Ecuador, la subducción de la placa Nazca y de la cordillera sísmica de Carnegie bajo la placa Sudamericana (Fig. 1) genera una acumulación importante de esfuerzos en la margen. La acumulación de esfuerzos es puesta en evidencia por las medidas de GPS, los levantamientos de terrazas marinas y por la sismicidad recurrente de la zona interplaca (Fig. 2).

3. EL ENJAMBRE SISMICO DE MANTA/2005

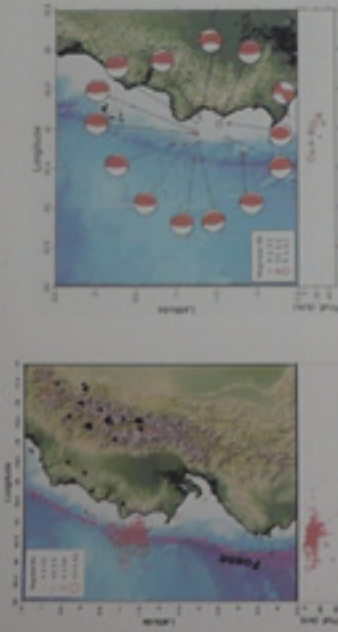


Figura 3. Localización de los epicentros de los terremotos de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Los epicentros de los terremotos de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W.

El enjambre sísmico de Manta/2005 está caracterizado por la ocurrencia de cuatro sismos de Mw > 6, once sismos con Mw entre 5 y 6 según el NEC y alrededor de 470 sismos de magnitud mb entre 4 y 5 (fuente IG-EPN) (Fig. 3). Los hipocentros y los mecanismos locales de este enjambre no fueron bien resueltos por el IG-EPN, ni por el NEC. 14 CMTS's (Centroid Moment Tensor Solution) fueron publicados por Harvard, sobre este enjambre, pero estos muestran una calidad variable (Fig. 6).

En este estudio se tiene por objetivos: (1) la relocalización de los eventos con la combinación de datos de la RENSAG y de la red temporal ESMERALDAS de Géosciences Azur y (2) un estudio de los parámetros de la fuente a partir de la inversión de formas de ondas telesísmicas con el método de Nabelek (1984).

5. MODELIZACION DE ONDAS TELESISMICAS



Figura 5. Mecanismos focales obtenidos para la inversión de formas de ondas de superficie P y S para el enjambre de Manta/2005.

La modelización de formas de onda de los cuatro sismos más fuertes (magnitud 6+) del enjambre sísmico de Manta/2005 indica que los sismos son aproximadamente N-S, las pendientes entre 18° y 24° y los mecanismos son de tipo inverso (Fig. 10.11). Se determinó con precisión las profundidades de esos eventos entre 6 y 12 km y las magnitudes Mw entre 5.9 y 6.1.

2. SISMICIDAD DE LA REGION DE MANTA

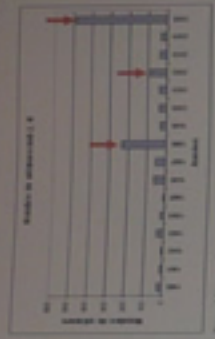


Figura 4. Sismicidad en la zona de Manta/2005. Fuente: IGEPN, registro de Manta.

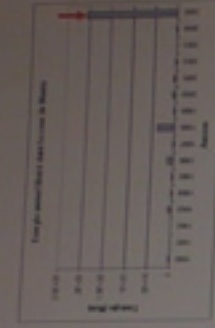


Figura 5. Sismicidad en la zona de Manta/2005. Fuente: IGEPN, registro de Manta.

Cuatro sismos de gran magnitud (Mw > 7.0) se localizaron en la zona interplaca de la margen ecuatoriana del norte (zona de Esmeraldas) en el siglo XX (Fig. 1). Por el contrario en la región de Manta comprendida entre 0.5°S y 2.5°S, la sismicidad en el mismo periodo, está en el orden de magnitudes medias (Mw < 7.1) (Fig. 2). Sin embargo en la zona de Manta existe una sismicidad regular, según los catálogos de la sismicidad instrumental del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN), en Ecuador. Esta información disponible desde 1990, muestra la existencia de varios enjambres sísmicos (1998, 2002 y 2005). Entre estos enjambres registrados, el de 2005 es el más importante (Figs. 3, 4).

4. RELOCALIZACION

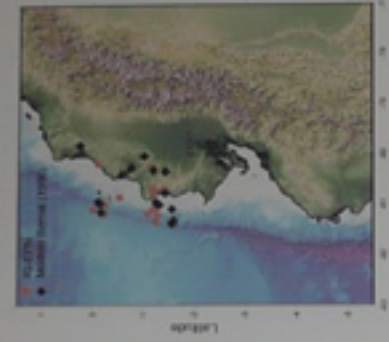


Figura 6. Localización de los epicentros de los terremotos de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W.

Para la localización, no se pudo obtener resultados concluyentes (Fig. 7). Sin embargo, se notó que los sismos no están ligados a una sola fuente, determinando por el contrario varias zonas sísmicas. Esta característica está confirmada por los tiempos de ambos de las fases P de los datos de la RENSAG (Fig. 8) y por las diferencias de tiempos entre las fases S y P a las estaciones de la red mundial, OSM (en Ecuador) y NNA (en Perú) (Fig. 9).

6. CONCLUSIONES



Figura 7. Localización de los epicentros de los terremotos de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W.

- La zona de Esmeraldas (al norte de Ecuador) está caracterizada por la generación de fuertes sismos. Por el contrario en la región de Manta solo se han presentado enjambres sísmicos con eventos de magnitud media.

- Se determinó la existencia de varias fuentes espaciadas por una zona extendida.
- La modelización de las formas de onda muestran que:
- Los mecanismos locales están de acuerdo con la dirección de la fosa y los mecanismos son de tipo cabalgante, características típicas de las zonas de interplaca.
- Se determinó con bastante exactitud la profundidad de los 4 sismos de mayor magnitud (entre 6 y 12 km).
- Los diámetros de la hipocentra según las relaciones de Wells y Coppersmith (1994) (entre 9 y 11 km) son similares a los de los montes submarinos presentes sobre la cordillera de Carnegie (Fig. 12).
- Finalmente, basados en la sismicidad, los parámetros de la inversión, los modelos crustales que muestran las secciones sísmicas multitraza en la región, parece creíble la idea que las fuentes de los sismos del enjambre están ligadas a « asperidades » (altos topográficos) de la cordillera de Carnegie en subducción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR, A., 1984. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1985. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1986. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1987. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1988. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1989. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1990. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1991. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1992. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1993. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1994. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1995. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1996. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1997. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1998. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 1999. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2000. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2001. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2002. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2003. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2004. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2005. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2006. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2007. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2008. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2009. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2010. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2011. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2012. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2013. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2014. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2015. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2016. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2017. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2018. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2019. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2020. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2021. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2022. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2023. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2024. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

AGUIAR, A., 2025. Tectónica de la zona de subducción de la zona de Nazca y Sudamericana (Fig. 1) en la zona interplaca entre 1.9°N, 1.1°E y 1.6°N y 80°W - 77°W. Tesis de grado, Universidad de Quito, Ecuador.

107110000

107110000

107110000

107100000

107000000

106900000

106800000

106700000

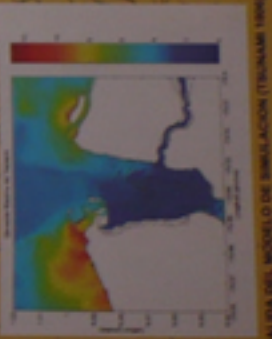


- AREA INUNDADA
- CURVAS DE NIVEL OTROS
- DETALLE URBANO
- LINEA DE COSTA

OCEANO PACIFICO

REPUBLICA DEL ECUADOR
 PROVINCIA DE ESMERALDAS
CARTA DE INUNDACION POR TSUNAMI
 SECTOR : PUERTO DE ESMERALDAS
 REFERIDA AL EVENTO DE 1979

ESCALA 1 : 10000
 FUENTE CARTOGRAFICA: MUNICIPIO DE ESMERALDAS
 DATUM : PSAD 56



SALIDA DEL MODELO DE SIMULACION (TSUNAMI 1980)

646000 E

645000 E

644000 E

643000 E

642000 E



TsunamiReady: Recognizing Communities Running the Last Mile of the Tsunami Warning System in Puerto Rico

Christa von Hillebrandt-Andrade, Yadira Soto and Victor Huerfano, Puerto Rico Seismic Network, UPRM, Rafael Mojica, National Weather Service San Juan Forecast Office, NOAA
 José Román, Mayagüez Emergency Management Agency
 José Martínez Cruzado, Walter Díaz and Aurelio Mercado, University of Puerto Rico, Mayagüez
 Carlos Rodríguez, VERNIX Engineering

TSUNAMI MONITORING IN PUERTO RICO

Two major tsunamis have affected Puerto Rico and USVI during recent history, 1867 and 1918. After many meetings and discussions, the Puerto Rico Tsunami Warning and Mitigation program was established in 2000 with funding from FEMA and UPR. In 2003, worst case tsunami inundation maps were completed for all of PR. Also, the Puerto Rico Seismic Network (PRSN) has been working toward establishing a Tsunami Warning Center for the region. The original goal was to provide a platform for tsunami warnings to Puerto Rico, but this has now evolved into an initiative to create a Caribbean Tsunami Warning Center, which would be a fundamental component of the Tsunami and Other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions. Efforts to lay the foundation for this center included the installation of EarlyBird system at PRSN for the detection and reporting of potentially tsunamigenic earthquakes. This system monitors the seismic stations of PRSN and 92 other stations in and around the Caribbean that are available in real time through the GSN or bilateral agreements with regional seismic networks. Earthworm and SesComp are used for the real-time exchange of seismic data. EarlyBird not only automatically locates earthquakes and provides different magnitudes for the events, it notifies PRSN personnel once specific regional dependent thresholds have been exceeded. In 2006, as part of the warning system, PRSN installed six FEMA-funded tsunami-ready tide gauge stations in Puerto Rico and a Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES) receiver at Mayagüez, to gather data from these and other NOAA and regional tide gauges. To achieve a true Tsunami Warning System, PRSN complements improved monitoring capabilities with a series of research, education, and outreach initiatives.



Tide Gauge Station, Fajardo



Tide Gauge Station, Mayagüez

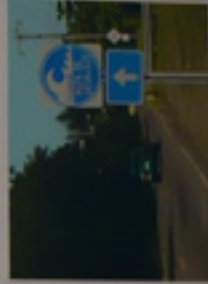
TSUNAMIREADY

In May 2006, the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) declared the city of Mayagüez the first TsunamiReady community in Puerto Rico and the Caribbean. The TsunamiReady program has proven to be an excellent venue to promote and validate tsunami readiness and has been widely accepted by the residents, businesses, public officials and the media. Also, Mayagüez continues to seek to improve its level of preparedness and work is underway to install the first AHAB (All Hazards Alert Broadcast) radio to alert the people who are outdoors. The TsunamiReady program supports a multi-hazard approach to preparedness as one of the requirements is that the community also be StormReady. The objective has been to create a basic guide, prepared to save lives through better planning. By increasing the knowledge and actions before a tsunami, fewer fatalities and property damage are expected.

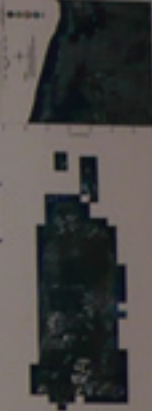
TSUNAMI EVACUATION MAPS (2006)



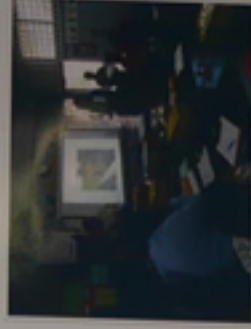
TSUNAMI SIGNS



PUERTO RICO INUNDATION MAPS (2003)



The Puerto Rico Seismic Network develops tsunami inundation models, seismic source characterization, protocol development, improved dissemination techniques, production of audiovisual materials, workshops, talks, and drills. All of these monitoring and complementary activities are being coordinated with other local, regional, and international institutions, including the West Coast and Alaska Tsunami Warning Center, the institution presently responsible for providing tsunami warning guidance for the region.



1867 and 1918 TSUNAMIS

On November 18, 1867 a M. 7.3 earthquake generated a 20 ft tsunami that caused death and destruction in St. Thomas and St. Croix. It was also observed in eastern PR. On October 18, 1918 Puerto Rico was affected by one of the strongest earthquakes in its history. It had a magnitude 7.3 and the epicenter of the earthquake was located in the Mona Canyon, 25 miles from the coast of Aguadilla. The earthquake was felt very strongly in the western side of the island. Official records of the time mention that one hundred sixteen people died, forty due to the tsunami that was generated immediately after the earthquake. Recent research indicates that the death toll of the tsunami itself was at least 140. The time between the earthquake and the first tsunami wave was one minute in Punta Borrinquen area and affected all the west coast of Puerto Rico with waves as tall as twenty feet.



Tsunami of 1918 in Puerto Rico, house dragged out to sea

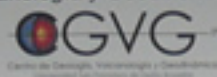


1867 Tsunami in Charlotte Amalie, St. Thomas

Cartografía de amenazas por tsunamis en la ciudad de Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador



Cruz, M. Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE) cruzdhowitt@yahoo.es, Sangolquí, DNDC y CGVG-USFQ, Ecuador - Vasconez, N. Dirección Nacional de Defensa Civil (DNDC), Quito, Ecuador - Toulkeridis, T. Centro de Geología, Volcanología y Geodinámica, Universidad San Francisco de Quito (CGVG-USFQ), Quito, Ecuador

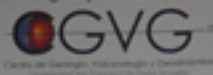


La ciudad de Esmeraldas es probablemente la ciudad mas vulnerable de la costa Ecuatoriana delante de un futuro tsunami. En el pasado se impacto en Esmeraldas un tsunami debido de un sismo de 8.8 Mw en el 31 de Enero de 1906 con el resultado de aproximadamente 1500 victimas, en su mayoría en las costas Colombianas. Se ha realizado la cartografía de amenazas por tsunamis en la ciudad de Esmeraldas, cual misma está ubicada principalmente en la margen izquierda del valle del río del mismo nombre, sobre una planicie que corresponde a una terraza aluvial elevada 10 metros sobre el nivel actual del río. La ausencia de adecuadas políticas de uso del suelo ha llevado a una caótica expansión de la ciudad hacia el sector occidental donde predominan relieves arcillosos con colinas de alturas medias, de cimas redondeadas y pendientes fuertes, comprendidas entre los 22° y 35° de inclinación. Debido de la morfología y batimetría submarina especial como del control estructural muy marcado de esta área, el sismo desencadenante del tsunami es destructor en sí mismo, por lo que el primer efecto será la destrucción masiva de la infraestructura física de la ciudad, especialmente en el sector colinado, ya que por las características mencionadas, su constitución geológica, deforestación y alteración de la geomorfología por los agentes antrópicos, se producirán deslizamientos importantes que comprometerán también a las zonas planas adyacentes, independientemente de la época del año, en que ocurra el fenómeno. Los fenómenos colaterales serán los incendios y contaminación ambiental, principalmente por roturas del oleoducto y daños en las instalaciones de la refinería estatal. Luego, en un corto intervalo de tiempo comprendido entre los 5 y los 20 minutos de ocurrido el sismo, según la ubicación del epicentro y la geometría de la rotura, se prevé la ocurrencia de un tsunami, el que represará momentáneamente al río, ocasionando una severa y rápida inundación por elevación del nivel del río, con niveles máximos de 10 metros, que afectarán a toda la población asentada en las orillas dentro del valle de los ríos Esmeraldas y Teaone. La presencia de la "fosa" marina en la desembocadura del río agrava el escenario, ya que a pesar de la protección natural que ofrecen los depósitos aluviales y las barras arenosas, la abrupta pendiente de esta fosa incrementará la altura esperada de ola, estimándose que superaría los 10 metros; la zona de afectación por acción de las olas gigantes y erosión por refluo es amplia y se concentra en las instalaciones de Autoridad Portuaria de Esmeraldas. Por las consideraciones anteriores, la parte colinada de la ciudad de Esmeraldas es de alto riesgo para deslizamientos; así mismo la margen izquierda del río Esmeraldas hasta la cota 10 metros es de alto riesgo para inundaciones violentas por efecto de dique, la zona de Las palmas es de alto riesgo para daños por efecto de ariete e inundación turbulenta por acción de olas de tsunami. El valle del río Teaone es, en general, de riesgo bajo por inundaciones violentas a causa de desbordamiento del río, en caso de ocurrir el evento mencionado.

Cartografía de amenazas por tsunamis en Manta, Provincia de Manabí, Ecuador



Cruz, M. Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE) cruzdhowitt@yahoo.es, Sangolquí, DNDC y CGVG-USFQ, Ecuador - Vasconez, N. Dirección Nacional de Defensa Civil (DNDC), Quito, Ecuador - Toukeridis, T. Centro de Geología, Volcanología y Geodinámica, Universidad San Francisco de Quito (CGVG-USFQ), Quito, Ecuador



Se encuentra sobre un extremo de la Bahía de Manta, sobre una playa antigua levantada (tablazos marinos). Casi toda la ciudad se levanta en el sector colinado; prácticamente no existe playa, puesto que las colinas terminan abruptamente en acantilados altos, hacia el mar. Estos acantilados son inestables y están sometidos a fuerte erosión eólica y marina, principalmente y en época lluviosa, a la acción de las aguas de escorrentía superficial, que también excavan cárcavas y zanjones en la zona colinada y generan flujos de lodo por sobresaturación del suelo, que descienden hacia el sector del malecón y a la playa.

La cartografía de amenazas por tsunamis averiguó, que la existencia de la Punta Jaramijó, hace que el perfil submarino tenga una fuerte pendiente (1%), en consecuencia, el frente de olas se refractará hacia ambos lados de la bahía, pero dada la forma de ésta, la energía de las olas se incrementará, aumentando el run up y run off de las olas.

Debido a que la mayor parte de las construcciones de vivienda y comercio en general, se encuentran en los sectores altos colinados, la zona de muy alto riesgo queda confinada a la pequeña extensión de playa y al malecón, a pesar de estar protegido por entrocado; así como también a los valles pequeños correspondientes al río Jaramijó, (a la entrada del pueblo) y al estero sin nombre inmediatamente al pie de la colina.

Debido a la forma cerrada de la bahía, la refracción de las olas podría incrementar su altura, las que se impactarían en los acantilados, provocando muy pocos daños a la ciudad. Sin embargo, dada la naturaleza arenosa de las colinas, y las precarias condiciones en que se encuentran la mayoría de viviendas del sector alto, de producirse un sismo cercano, éste dañaría gravemente a las construcciones de la ciudad, puesto que podría producirse el fenómeno conocido como "licuación de arenas" o una amplificación de las ondas sísmicas superficiales, ocasionando el colapso de las viviendas en la mayor parte de la población, especialmente las ubicadas sobre las laderas.

Debido a la forma cerrada de la bahía, la refracción de las olas podría incrementar la altura de las olas y los efectos de run off en el área. Por tratarse de una morfología colinada y playas de acantilados, un tsunami poco afectaría a la ciudad, sin embargo, un sismo tsunamigénico cercano causaría gran destrucción por lo precario de las viviendas, mala calidad de los materiales, poca cimentación y naturaleza arenosa del suelo, además de deslizamientos y derrumbes en laderas inestables. Durante los periodos lluviosos, la escorrentía superficial erosiona el suelo formando cárcavas y zanjones que conducen torrencialmente el agua hacia los esteros, los que ocasionalmente se desbordan, afectando a las viviendas levantadas muy cerca de sus cauces.

Para cualquiera de estos eventos, los terrenos aledaños a las vías a Crucita o a Manta podrían ser considerados como zonas de seguridad.

TSUNAMI
WORKSHOP

INTERNATIONAL
TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP: NEW INSIGHTS IN TSUNAMI
PREPAREDNESS, WARNING AND MITIGATION
14 SEPT

TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP





S.H.O.A.







VI



International Union of Geodesy and Geophysics
Union Géodésique et Géophysique Internationale

INTERNATIONAL WORKSHOP

NEW INSIGHTS
IN TSUNAMI RESEARCH,
PREPAREDNESS,
WARNING AND MITIGATION

Guayaquil - Ecuador
14 September 2007



TSUNAMI



TSUNAMIS

VI TALLER INTERNACIONAL
NUESTRAS EXPERIENCIAS EN LA INVESTIGACION
PREVENCION, ALERTA Y RESPUESTA
DE LOS TSUNAMIS

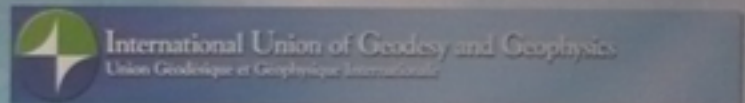












VI INTERNATIONAL

TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP: NEW INSIGHTS IN TSUNAMI RESEARCH, PREPAREDNESS, WARNING AND MITIGATION

14 SEPTEMBER 2007
GUAYAQUIL - ECUADOR



Puerto Rico Seismic Network

<http://redsismica.uprm.edu>

Puerto Rico Tsunami Warning and Mitigation Program

<http://poseidon.uprm.edu>

THANK YOU!





VI INTERNATIONAL
TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP: N...
REDNESS WARNING





VI INTERNATIONAL
TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP: NEW INSIGHTS IN TSUNAMI RESEARCH,
PREPAREDNESS AND MITIGATION



Puerto Rico Seismic Network

<http://redsismica.uprm.edu>

Puerto Rico Tsunami Warning and Mitigation Program

<http://poseidon.uprm.edu>

THANK YOU!



CICESE

Patricia Arango, Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador, Guayaquil, Ecuador
 Modesto Ortiz, Departamento de Oceanografía Física, CICESE, Ensenada, Baja California, México
 Salvador Ferreras, Departamento de Oceanografía Física, CICESE, Ensenada, Baja California, México

Abstract

Inundation maps for Esmeraldas-Ecuador were produced to identify areas susceptible to tsunami flooding as a first step to develop a reliable early tsunami warning system and to indicate evacuation routes and emergency shelter locations. The identification of possible tsunami source areas was based on the historic record of regional tectonic earthquakes. Predicted tsunami inundation models were calculated and calibrated against the 12 December 1979 Colombia earthquake and tsunami. As expected, results of the simulated tsunamis showed the most destructive tsunamis to Esmeraldas to be those that are generated directly off the coast of Esmeraldas. Among the most vulnerable places in Esmeraldas are Las Palmas and Capitania de Puerto; this is in spite of the protection offered by structures built up to protect the harbor. Both banks of the Esmeraldas River were also found to be highly vulnerable to tsunami flooding.

INTRODUCTION



Figure 1. Direction of rupture propagation and rupture areas of large shallow earthquakes in the Ecuador-Colombia region (Keleher, 1972; Herd et al., 1981; Beck and Ruff, 1984).

The history large shallow earthquakes during the XX century along the coasts of Ecuador and Colombia is by itself a positive evidence of the potential tsunami hazard for the city of Esmeraldas-Ecuador, as well as for the entire region. For example, the tsunami generated by the 31 January 1906 Ecuador-Colombia earthquake (M_w 8.8; Kanamori and McNally, 1982) washed away all homes on the low-lying coast above the rupture area; by various estimates 500 to 1500 persons were killed by the tsunami (Soloviev and Go, 1975). The rupture length of this earthquake was estimated to be 400-500 km, from Manta to Buenaventura (Keleher, 1972; see Figure 1). Both, the southern and central parts of the 1906 rupture were ruptured again by the 14 May 1942 earthquake ($M_w > 7$; Keleher, 1972), and by the 19 January 1958 earthquake (M_w 7.7; Kanamori and McNally, 1982). The 12 December 1979 Tumaco earthquake (M_w 8.2; Kanamori and McNally, 1982) apparently fulfilled the gap between the 1906 and 1958 earthquakes. In contrast, no tsunami damage was reported in Esmeraldas-Ecuador, where the recorded tsunami, which arrived at the time of low tide, exhibited a maximum height (peak to peak) of 1 meter (Figure 2).



The code used to compute the tsunami inundation map in this study is available through the Tsunami Inundation Modeling for Exchange (TIME) program of the Tohoku University. Mass conservation is represented by equation (1) and momentum conservation is represented by the set of equations (2).

$$\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial (U^2)}{\partial x} + \frac{\partial (UV)}{\partial y} + gD \frac{\partial}{\partial x} + \frac{g m^2}{D^{3/2}} U \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial (UV)}{\partial x} + \frac{\partial (V^2)}{\partial y} + gD \frac{\partial}{\partial y} + \frac{g m^2}{D^{3/2}} V \sqrt{U^2 + V^2} = 0$$

The fault plane used for our simulation parallel the subduction zone offshore Esmeraldas and approximately fit the area and seismic moment of the 12 December 1979 Colombia earthquake.

As expected, results of the simulated tsunamis showed the most destructive tsunamis to Esmeraldas to be those that are generated directly off the coast of Esmeraldas (Figure 3).

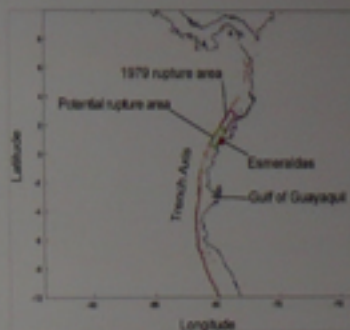


Figure 3. Potential rupture area for a subduction-type earthquake, similar in magnitude to the 12 December 1979 (M_w 8.2) Colombia earthquake, used to estimate tsunami hazard for the City of Esmeraldas.

TSUNAMI INUNDATION MAP FOR ESMERALDAS

The results are illustrated in Figure 4. Computed tsunami run-up height in Esmeraldas along the riverside is 1-2 meters above mean sea level. Run-up inside the harbor is 3-4 meters. In contrast, run-up along the open coast at both sides of the river mouth is 5-6 meters with spots of 8-10 meters. Tide range here is 3 meters; therefore, tide level may increase or reduce flooding risk.

In case of local generated tsunamis, like the one simulated here, the best mitigation strategy is to create a tsunami-aware community. Three steps to create a tsunami-resistant community are to (Bernard, 1999):

1. Produce tsunami hazard maps to identify areas susceptible to tsunami flooding
2. Implement and maintain an awareness/educational program on tsunami dangers.
3. Develop early local warning systems to alert coastal residents that danger is imminent.

Evacuation routes and emergency shelter locations are indicated in the inundation map to help the population

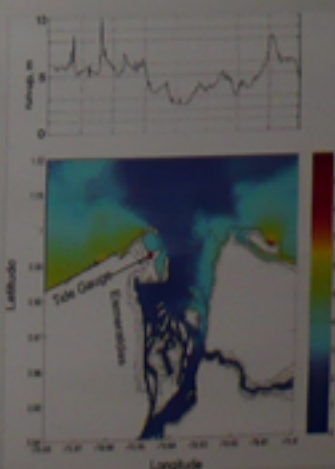
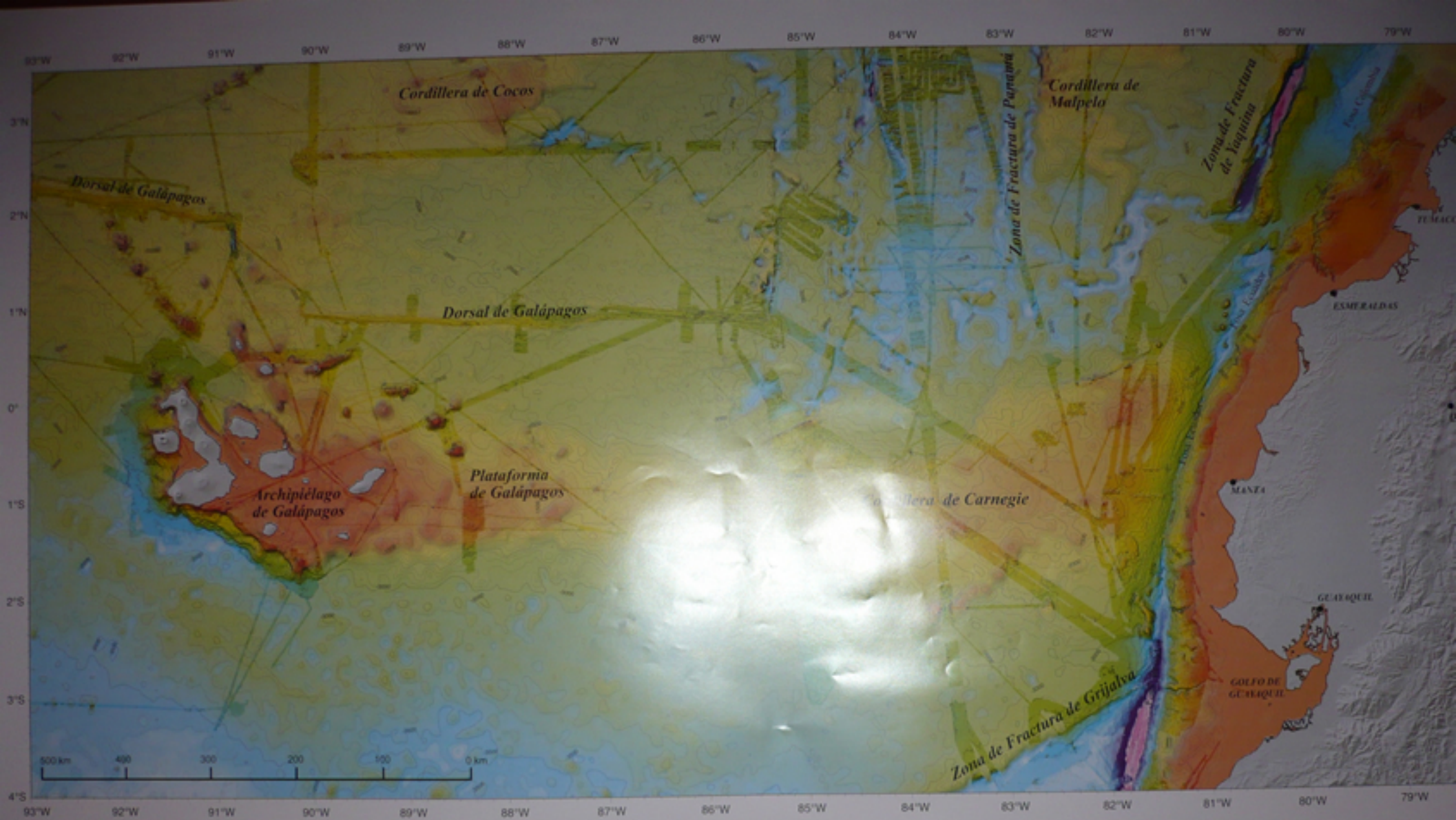


Figure 4. Computed inundation map for Esmeraldas. (Top) Maximum tsunami run-up height along the coastline produced by the potential earthquake indicated in Figure 3. (Bottom) Maximum computed water level (color scale in meters) at every grid point in the numerical model. The City of Esmeraldas is marked with the red dot, 3 to 10 meters above mean



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Batimetría y Relieve Continental e Insular

Escala 1: 1500000 en latitud 0°; Tamaño de la grilla = 200 m; Proyección Mercator, Datum WGS84; Curvas de nivel cada 125 m.

Origen de los datos:

Batimetría multibeam (chirps) y singlebeam con mayor resolución: recopilada utilizando el sistema Simrad EK120 del S. I. Alarcón (IPREMERO) durante las campañas: PUGU (1997), AMARDEUS (2000), SIMONALDAS (2002), el sistema Rolas Hydroswath del S. I. Soria durante la campaña SO-144 PACIFICUS (1999) y del S. I. Maurice Ewing durante la campaña EWS03-04 (2003), el sistema Simrad EK120 del S. I. Soria durante la campaña SO-108 MEGAPROUT (2001), SO-100 SALVIERO (2001), SO-102 INGA03 (2002), el sistema Simrad EK120 del S. I. Soria durante la campaña GALA (1998), y el sistema Seabatm 2100 del S. I. Alarcón durante la campaña AT01/25 (2002) y del S. I. Roger Revelle durante las campañas: GENE0199 (1996) y ORP1 Cay 4 (2001).

Datos adicionales de batimetría multibeam fueron obtenidos del banco de datos del NGDC (NOAA) y SIMAR (IPREMERO). Batimetría singlebeam de alta densidad recopilada por el S. I. Ariza (IPD) durante la campaña SUBLINE (1997). Levantamientos hidrográficos recopilados sobre la plataforma continental e insular por el S. A. S. Oñen y la I. A. S. Pige del INOCAR. Datos adicionales de batimetría singlebeam de Smith y Sandwell (1997). Topografía en tierra colectada de la JNTOP (Digital Master Topography Mission).

Procesamiento, compilación y edición de los datos batimétricos:

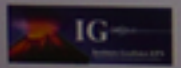
Utilizando el software Caribdis (IPREMERO) y GMT (Hessell, P. y Smith, W. H. F., 1998) por A. Labat, F. Michaud, J. Y. Colla y B. Labrousse.

Referencias utilizadas:

Smith, W. H. F. and G. T. Sandwell, Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, Science, 277, 1957-1962, 1997.
 Wood, P. and W. D. Smith, New, improved version of Generic Mapping Tools Released, EOS Transactions, American Geophysical Union, 79 (47), 575, 1998.

Para referencia bibliográfica:

F. Michaud, J. Y. Colla, A. Alarcón, E. López y el personal científico y técnico del INOCAR, República del Ecuador. Batimetría y Relieve Continental e Insular, publicación ICA - CVM - 01 - POST, 2008.



INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA ECUATORIANA



INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA ECUATORIANA

INOCAR

AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN Y SEGURIDAD MARÍTIMA DEL ECUADOR EN EL OCEANO PACÍFICO SUR - TELÉFONO: 041390 - GUAYAS 0400

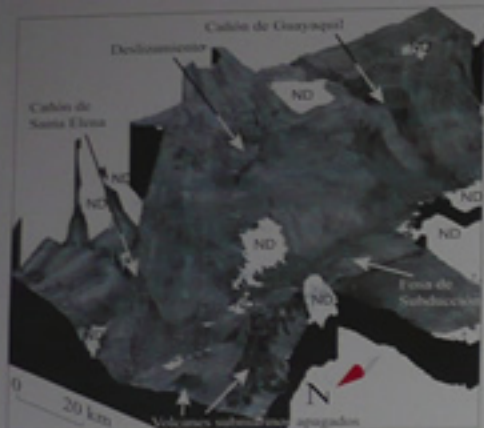
NOTA: NO USAR PARA PROPOSITOS DE MA EN RAZON DE SU CONTENIDO Y ALGUNOS CUENTOS EN SUS NO INCLUYE LOS LIMITES JURISDICCIONALES CON LOS PAIS

MAPAS DEL MARGEN CONTINENTAL CENTRO Y SUR DE ECUADOR

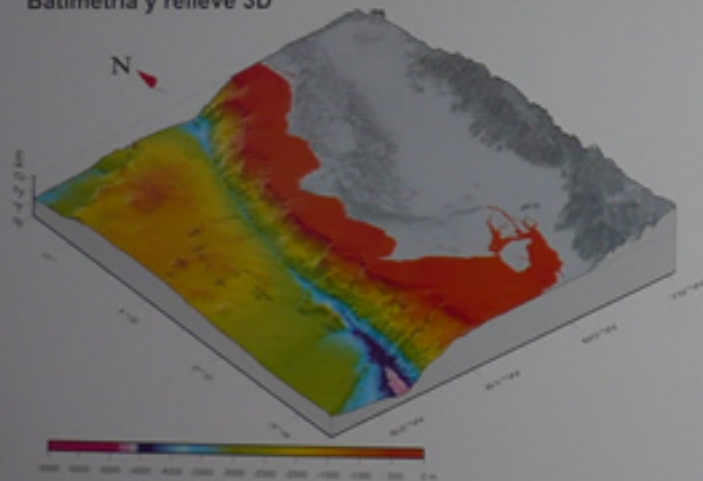
Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica

Imagen de reflectividad acústica del fondo marino

Batimetría 3D con cobertura de reflectividad acústica mostrando los Canchales de Guayaquil y de Santa Elena, ciclistas 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



Legenda Geológica

- Rocas y sedimentos del margen continental (Cordillera T. - Cordillera)
 - Cuencas sedimentarias Pto (T) - Cuaternario
 - Turbiditas y depósitos de pendiente Pto (T) - Cuaternario
 - Frente de erosión y arena frontal Pto (T) - Cuaternario
 - Plataforma continental
 - Deslizamientos, derrumbes
 - Coberturas sedimentarias pélagica y terrígenica de la Placa de Nazca de la Cordillera de Carnegie
 - Rocas volcánicas del Cuaternario (T)
- Canchales (canchales)
 - Canchales (canchales)
 - Escalas
 - Frente de deformación/subsurgencia
 - Fallas normales/inclinadas estacionarias
 - Anticlinales/Sinclinales
 - Otros
- 54 m/leño
21

Convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Chiriac et al., 2002)

Estados de la cordillera andina en millones de años a partir de anomalías magnéticas (Lorenzini, 2006)

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 multibeam (ShoSeis) y segmento con mayor resolución (resolución utilizada en este Servicio 300/200 del S. 1. L. Reseña (IPNEMER)) durante las campañas Pto (T) 1987, EMERALDAS (2000) y sistema Atlas Hydroswath del S. 1. Surco durante la campaña 82-104 (Pto (T) 1987) y sistema Simrad EK60 del S. 1. Surco durante las campañas 82-104 (Pto (T) 1987), 82-104 (Pto (T) 1987) y del Roper Navis durante la campaña EUREKA (2002) y sistema Simrad EK60 del S. 1. Reseña durante la campaña 82-104 (Pto (T) 1987) y el sistema Simrad 2100 del S. 1. Atacá durante la campaña ATACAMA (2000) y del S. 1. Roper Navis durante la campaña 82-104 (Pto (T) 1987).

Datos batimétricos de batimetría multibeam fueron obtenidos del Servicio de Datos del NSIC (NOAA) y SIMMER (IPNEMER).

Batimetría multibeam de alta resolución (resolución de 0.5 m) en S. 1. Surco (2002) durante la campaña SUBAME (1997).

Características batimétricas (resolución de 100 m) en el sistema continental e insular por el S. A. E. Ordo y la S. A. E. Roper del INOCAR.

Datos batimétricos de batimetría multibeam de Smith y Sandwell (1997).

Topografía de fondo oceánica de la NOAA (Global Relief Topography Mission).

Procesamiento y compilación de los datos batimétricos:

Con el software Caribbea (IPNEMER) y GMT (Petro, P. y Davis, W. F., 1991) por A. Luján, F. Michaud, J. J. Galán y S. Latorre.

Procesamiento y compilación de los datos de reflectividad acústica:

Con el software Caribbea (IPNEMER) por J. Latorre.

Interpretación geológica

Basado en análisis de la morfología batimétrica y en la interpretación de reflexión y refracción.

Por J. J. Galán, A. Castellanos, F. Saiz, F. Michaud, A. Castellanos, E. Chiriac y D. Sotomayor.



Tipos de datos batimétricos

Referencias utilizadas:

Castellanos, A., *Structura de la margen del Golfo de Guayaquil (Ecuador) y propiedades físicas del frontal de subducción a partir de dominios de batimetría multibeam y refracción*, Tesis de Doctoral, Universidad Pierre et Marie Curie, París, 2005.

Collé, J. Y., P. Charvis, M. A. Suterlin, and S. Operto. Exploring the Ecuador-Guinea active margin and intermediate tectonics using EGS Transforms. *American Geophysical Union*, 82 (PT. 1), 189-190, 2002.

Lorenzini, P., *Creation of the Cordaz and Neoca plates by Basin of the Pacific plate*, *Tectonophysics*, 404, 251-264, 2005.

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

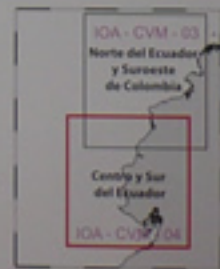
Trumbull, R., J. N. Kurlaga, J. T. Freymueller, and P. W. Moore, *Wide plate margin deformation: southern Central America and northwestern South America*, *CASA-GPS observations*, *Journal of South American Earth Sciences*, 15, 107-111, 2002.

Wessel, P., and W. D. Smith, *New, improved version of Generic Mapping Tools Released*, *EOS Transactions, American Geophysical Union*, 79 (PT. 5), 579, 1998.

Wol, G., J. Bourgeois, F. Michaud, M. Onofre, M. Jorquera, and M. Sotomayor, *Development of the Gulf of Guayaquil (Ecuador) during the Quaternary as an effect of the North Andean block rotation escape*, *Tectonics*, 25 (no. 10), 1039-1044, 2006.

Para referencia bibliográfica:

Galán, J. J., F. Michaud, F. Latorre, A. Castellanos, F. Saiz, A. Alvarado, y el personal científico y técnico del INOCAR, *Mapas del Margen Continental Centro y Sur del Ecuador - Batimetría, Relieve, Reflectividad Acústica e Interpretación Geológica*, Ediciones IOA - CVM - 19, P. 002, 2006.



Ubicación de los mapas

IRD
Instituto de Investigación y Desarrollo Oceanográfico

IG

REPUBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA
INOCAR

AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN Y SEGURO MARITIMO DEL ECUADOR

MENÚZA DE ALTO MAR, SUR, TELÉFONO 260200 - CASILLA 990 - FRANCISCO DE PAZ

www.inocar.mil.ec

NOTA: NO USAR PARA PROPOSITOS DE NAVEGACION
EN RAZON DE SU CONTENIDO Y AL CARGO DE LOS SERVICIOS DE NAVEGACION
NO INCLUYE LOS LIMITES, SUBSECCIONES Y ZONAS CON PUNTOS DE NAVEGACION

VI INTERNATIONAL
TSUNAMI MITIGATION WORKSHOP: NEW INSIGHTS IN TSUNAMI RESEARCH,
PREPAREDNESS, WARNING AND

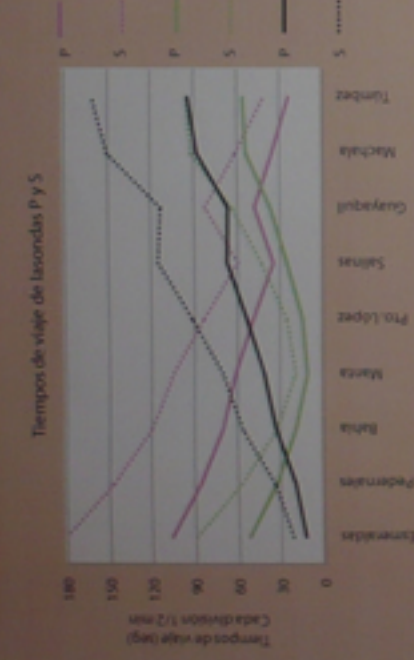


SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA PARA TSUNAMIS (SAT)

Mónica Segovia, Alexandra Alvarado & Hugo Yepes

Análisis del problema

Introducción: Por su contexto geodinámico, el país está expuesto a la ocurrencia de tsunamis generados por grandes terremotos de subducción locales y en cualquier punto de la cuenca del Pacífico. De un breve análisis de 3 eventos de subducción ocurridos frente a nuestras costas se desprende que los tiempos para una alerta y una reacción por parte de la población son muy cortos. Por tal razón, el SAT a establecerse debe considerar estos tiempos de reacción y ser altamente eficiente, en donde el proceso de educación a la población en riesgo y su participación es de fundamental importancia y ésta debe basarse en un reconocimiento del evento causante del tsunami que para este caso, es el terremoto.



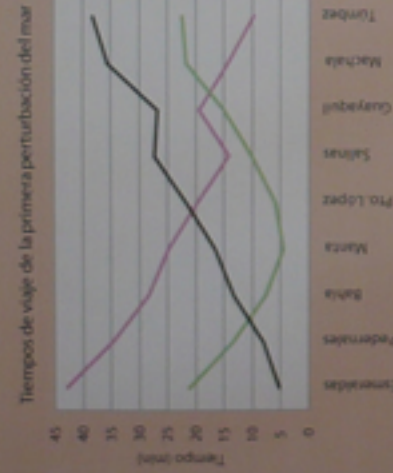
Casos de ejemplo

Se consideran 3 sismos locales de subducción, magnitud ~ 7.5 , ubicados cerca de la fosa (fuentes Esmeraldas, Jama y Tumbes) con ruptura del fondo marino. Se calcularon los tiempos de llegada de las ondas P, S y de la primera perturbación del mar (ola) a 9 ciudades costeras, regularmente distribuidas a lo largo de la costa. No se incluyó en el cálculo la propagación de la fractura, que en realidad acorta los tiempos de espera en cada una de las ciudades. Para el cálculo de propagación de las ondas sísmicas, se consideró un semiespacio y una velocidad promedio derivada del modelo local utilizado.



Conclusiones:

- Ante tiempos de viaje de ondas sísmicas del orden de 1 minuto, luego de ocurrido el terremoto el SAT debe ser muy eficiente.
- Para la población, el terremoto es el que dispara la alerta y deben estar bien señalizadas las rutas de movilización hacia zonas altas.



Elementos principales de la cadena de alerta temprana

0. Conocimiento de la amenaza, con la generación de escenarios.
1. Detección y pronóstico de eventos extremos para formulación de alertas basadas en el conocimiento científico y el monitoreo, considerando además factores que afecten la severidad del desastre.
2. Diseminación de la alerta + información de posibles impactos a la gente y a la infraestructura (evaluación de la vulnerabilidad) hacia las autoridades para mayor información hacia la población afectada, incluyendo recomendaciones apropiadas para acciones urgentes.
3. Respuesta a las alertas por parte de la población y las autoridades, basada en un apropiada comprensión de la información y una subsecuente implementación de medidas de protección.

Identificación del fenómeno: Quién lo hace?

Fuentes:

1. Terremoto de subducción frente a nuestras costas: IG
2. Terremotos de subducción a lo largo de Sudamérica: USGS, PTWC
3. Deslizamientos disparados por terremotos o deslizamientos ocurridos costa afuera, cerca o relativamente cerca: INOCAR
4. Un gran terremoto en el otro lado del Pacífico: USGS, PTWC
5. Un gran deslizamiento o erupción volcánica en las Islas Galápagos: IG-?



Estrategias técnicas de acuerdo a la fuente

1. Sistema local: magnitud y localización inmediatas.
2. Sistema tremors + red mareógrafos. Alerta del Pacific Tsunami Warning Center -PTWC.
3. Red mareógrafos + sensores de presión.
4. Alerta del PTWC + mareógrafos.
5. Sistema local: detección de sismicidad y/o erupción + red mareógrafos + sensores de presión