

CARACTERISTICAS SISMOLOGICAS DEL TERREMOTO
DEL 25 DE MARZO DE 1990 (ML=6.8) (Ms=7.0)
A LA ENTRADA AL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA:
APORTE AL V SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL

M. Protti⁽¹⁾⁽²⁾, K. McNally⁽²⁾, V. Gonzalez⁽¹⁾,
C. Montero⁽¹⁾, J. Segura⁽¹⁾, J. Pacheco⁽³⁾, G. Simila⁽⁴⁾,
J. Brenes⁽¹⁾, V. Barboza⁽¹⁾, E. Malavassi⁽¹⁾⁽²⁾,
F. Guendel⁽¹⁾, D. Rojas⁽¹⁾, A. Velasco⁽²⁾ y A. Mata⁽¹⁾

(1) Observatorio Vulcanologico y Sismologico de Costa Rica,
Universidad Nacional, apdo. 86-3000, Heredia, Costa Rica.

(2) Charles F. Richter Seismological Laboratory, University
of California, Santa Cruz, CA 95064, U.S.A.

(3) Department of Geological Sciences, Columbia University,
Lamont-Doherty Geological Observatory, Palisades, N.Y. 10964

(4) Department of Geological Sciences, California State
University, Northridge, CA 91330, U.S.A.

RESUMEN

El 25 de marzo de 1990, a las 07:22:55, hora local, ocurrió un sismo fuerte (ML=6.8, Ms=7.0) a la entrada del Golfo de Nicoya, Costa Rica, que produjo danos considerables en el extremo sureste de la Península de Nicoya y en la parte central de Costa Rica. Este sismo fue sentido desde el sur de Nicaragua hasta el oeste de Panama.

El evento principal, su actividad premonitora y la secuencia de replicas fueron ampliamente documentadas por la red sismografica instalada y operada conjuntamente por el Observatorio Vulcanologico y Sismologico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA) y por el Laboratorio Sismologico Charles F. Richter de la Universidad de California en Santa Cruz.

Este articulo es una contribucion al 5º Seminario de Ingenieria Estructural, como un aporte al proceso de interaccion e intercambio de informacion con la comunidad ingenieril del pais, ratificando el hecho de que en el presente ninguna rama cientifica tiene soluciones universales a problematicas como la sismologica y que solo a traves de la interaccion interdisciplinaria se pueden aproximar esas soluciones.

INTRODUCCION

La documentacion de periodos de alta liberacion de energia sismica, como el iniciado a partir de 1983 en Costa Rica, es basica para la valoracion a largo plazo de peligros sismicos. Esto incluye la caracterizacion de fuentes sismicas, el descubrimiento de fuentes desconocidas previamente y el conocimiento de las respuestas del subsuelo especificas a cada fuente. Este tipo de trabajo forma parte fundamental en la planificacion para enfrentar sismos y en la actualizacion de codigos de construccion sismoresistente.

El terremoto del 25 de marzo de 1990, a la entrada al Golfo de Nicoya, represento una excelente oportunidad para la interaccion de profesionales en campos muy diversos. El presente trabajo representa los resultados preliminares de un grupo interdisciplinario e interinstitucional que trabaja coordinadamente para el entendimiento de los procesos tectonicos en Costa Rica.

El evento principal ($M_l=6.8$; $m_b=6.3$; $M_s=7.0$; $M_w=7.0$) de esta secuencia sismica a la entrada del Golfo de Nicoya, ocurrio el 25 de marzo de 1990 a las 13:22:55.0 UTC (07:22:55.0 hora local), a $9^\circ 37.57'$ latitud norte, $84^\circ 56.06'$ longitud oeste (20 km SW de Cobano) y 27.16 km de profundidad. Se trata de un sismo de fallamiento inverso producto de la subduccion de la placa del Coco bajo la placa Caribe.

ACTIVIDAD PREMONITORA

Al evento principal lo precedio un episodio de actividad premonitora que comenzo 16 horas antes del mismo. Un total de por lo menos 12 sismos ocurrieron en ese periodo.

El primer premonitor ocurrio el 24 de marzo a las 15:42 (hora local), con una magnitud (coda) de 3.4, 32.8 km de profundidad focal y ubicado a 9.5 km al este del evento principal. Seis premonitores mas ocurrieron antes del 25 de marzo a las 7:16 (hora local), cuando ocurrio el premonitor mas fuerte ($m_b=5.8$, NEIS), 6.9 minutos antes del evento principal. Por lo menos tres premonitores mas, con magnitudes (coda) mayores que 3.5, ocurrieron durante esos 6.9 minutos. El ultimo premonitor ocurrio 12 segundos antes del evento principal y tuvo una magnitud (coda) de alrededor de 2.5. El evento premonitor mas fuerte presento un mecanismo focal muy similar al del evento principal.

Los siguientes son los parametros sismicos obtenidos por el OVSICORI-UNA para los unicos cinco premonitores localizables:

Tiempo origen (UTC) DD-MM-AA HH:MM:SS.S	Latitud(N) GG:MM.MM	Longitud(W) GG:MM.MM	Prof. (KM)	Mag. (coda)
24-03-90 21:42:09.8	09:37.38	84:52.37	32.8	3.4
24-03-90 22:34:12.2	09:38.35	84:55.53	24.0	2.4
25-03-90 01:59:27.1	09:40.18	84:56.15	21.6	2.3
25-03-90 13:16:05.3	09:35.38	84:57.56	27.9	5.2(*)

(*) mb=5.8; Ms=5.4 (PDE, USGS, NEIC)

ANALISIS TELESISMICO

El analisis telesismico preliminar del evento principal, utilizando 5 estaciones en Norteamerica y el Pacifico indica un momento sismico de 3.1×10^{19} Nm, para una magnitud Mw de 7.0 y una profundidad del centroide de 18.7 km.

El analisis del mecanismo del centriode da los siguientes resultados: azimuth=294°, buzamiento=26° y rake=88°, con una incertidumbre estadistica de menos de 5°. Estos resultados concuerdan muy bien con el mecanismo focal compuesto del evento premonitor y del evento principal, obtenido, en el campo cercano, por la red sismografica del (OVSICORI-UNA) (300°, 22° y 90° respectivamente).

La funcion de tiempo (18 segundos de duracion), consiste de dos pulsos fuertes separados alrededor de 10 segundos, con un tiempo caracteristico (para el cual la mitad del momento sismico es liberado) de 7.4 segundos. Asumiendo una velocidad de ruptura de 0.75 la velocidad de las ondas 's', este tiempo caracteristico se traduce en una zona de ruptura de 20 km de radio, para una caida de esfuerzos estatica de 17 bars (1.7 MPa). La energia calculada a partir de la funcion de tiempo utilizando una tecnica similar a la de Marios Vassilion (1983) da una caida aparente de esfuerzos de 15 bars (1.5 MPa).

Los analisis preliminares del evento premonitor indican un mecanismo y profundidad de centroide similar al del evento principal. Esta similitud permite usar el evento premonitor como una funcion empirica de green y determinar con mayor precision la extension y directividad de la ruptura.

Un analisis mas completo de los parametros sismicos del evento principal y del premonitor mas fuerte, utilizando los datos de la red mundial de sismodeteccion digital, -mayor numero de estaciones y mejor cobertura azimutal-, se encuentra en proceso.

SECUENCIA DE REPLICAS

Con el fin de documentar aun mejor la secuencia de replicas, el OVSICORI-UNA comenzo a instalar, el mismo dia del sismo, una red sismografica portatil en los alrededores de la zona epicentral.

El numero de eventos posteriores al sismo principal presento la siguiente distribucion temporal: 215 eventos de 0 a 0.1 dia (durante los primeros 144 minutos); 1102 eventos de 0.1 a 1 dia; y 3265 eventos de 1 a 10 dias.

La distribucion espacial de los eventos que fue posible localizar, para esos mismos periodos, muestra una expansion de la zona de ruptura de 5 km de radio, para el primer periodo, a 30 km para el ultimo; expandiendose hacia el SE del epicentro del evento principal.

MAGNITUD LOCAL (ML)

La obtension de la magnitud local (ML) y de lecturas del tiempo de arribo de las ondas 's' para sismos fuertes ha sido uno de los problemas mas serios enfrentados por redes locales, por varias decadas, en todo el mundo. Este problema ocurre debido a la saturacion de los sismometros WOOD-ANDERSON y de otros instrumentos de alta ganancia.

En el caso de Costa Rica, sismos moderados (ML~5.5) han sido suficientemente fuertes como para saturar la red, incluyendo una estacion de respuesta WOOD-ANDERSON electronica. Debido a la experiencia con el sismo de Loma Prieta, en las Montanas de Santa Cruz, California (17 de octubre de 1989), el CFRL envio a Costa Rica, en febrero de 1990, un sismometro digital de baja ganancia del tipo A-700. Para el sismo del 25 de marzo de 1990, este instrumento se encontraba en operacion en el centro de registro del OVSICORI, en Heredia, a 100 km de distancia epicentral. La magnitud local del evento principal (ML=6.8) fue obtenida de sismogramas WOOD-ANDERSON sintetizados a partir de los registros de aceleracion de ese instrumento.

PATRON DE RADIACION

El terremoto del 25 de marzo de 1990, causo danos en la parte central de Costa Rica. Los danos fueron cartografiados en un mapa de isosistas (OVSICORI-UNA) el cual muestra un patron elongado, perpendicular a la Trinchera Mesoamericana. La elongacion de las isosistas sugiere un efecto de propagacion que tratamos de explicar.

Dados los parametros sismicos estimados por el (OVSICORI-UNA) (azimuth=300°, buzamiento=22°, y rake=90°), calculamos la amplitud del vector de las ondas 's', usando el modelo de corteza utilizado en Costa Rica y una profundidad de foco de 27 km. Esta amplitud fue calculada para cada punto de una rejilla de 15 minutos, como la raiz cuadrada de la suma de los cuadrados de las ondas SH y SV. Luego aplicamos, para cada uno de esos puntos, una formula empirica (Joyner y Boore, 1988), con el fin de obtener aceleraciones horizontales maximas como una funcion de la distancia epicentral (atenuacion). Multiplicando el valor de la atenuacion por la amplitud de la ondas 's' y normalizando ese valor al maximo absoluto, obtuvimos la distribucion espacial del porcentaje de las amplitudes pico.

El mapa de iso-amplitudes pico muestra un patron de elongacion similar al de las isosistas, sugiriendo que el patron de danos en general, responde a las caracteristicas del mecanismo focal.

Este metodo permite la construccion de escenarios de danos en zonas en donde los mecanismos focales de sismos esperados son conocidos; y por lo tanto tiene una aplicacion potencial en la planificacion para enfrentar sismos fuertes, y en la evaluacion futura del codigo de construccion sismoresistente.

CONCLUSIONES

El terremoto del 25 de marzo de 1990 a la entrada al Golfo de Nicoya, fue un sismo de fallamiento inverso producto de la subduccion de la placa del Coco por debajo de la placa Caribe. Este ha sido el sismo mejor documentado en la historia de Costa Rica. Muchos de los datos se encuentran aun en etapa de procesamiento; sin embargo se anticipan multiples contribuciones cientificas.

Los analisis preliminares de la informacion registrada en el campo cercano (OVSICORI-UNA) y de aquella registrada en el campo lejano (analisis telesismicos) muestran una marcada consistencia, particularmente en la solucion del mecanismo focal, y en los valores de magnitud obtenidos (ML=6.8 y Ms=7.0, respectivamente).

La distribucion espacial de las isosistas (OVSICORI-UNA) puede ser explicado por el patron de radiacion de las ondas transversales ('s') producto de los parametros geometricos del plano de falla (mecanismo focal).