

# APLICACION DEL MODELO DE SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS PRIVADO EN LA MICROZONIFICACION DE COSTA RICA

---

*Carlos Montero<sup>1</sup>*  
*Henry Rodríguez<sup>1</sup>*  
*Julio Moraga<sup>1</sup>*

---

## RESUMEN

El "Modelo de Predicción de Intensidades Sísmicas y otros Parámetros Sísmicos y de Daño", desarrollado por J. Evernden del Servicio Geológico de los Estados Unidos, permite a partir de la utilización de entradas de datos sobre: a) la geología de un área de estudio dada, b) la longitud de ruptura, magnitud, y c) profundidad de un evento sísmico determinado, obtener una salida de las intensidades sísmicas calculadas, en función de las condiciones del suelo. El modelo utiliza, además, otras variables para el cálculo como un valor de atenuación regional de las intensidades y los niveles de saturación del aluvión.

Montero y González (1990), aplicaron la metodología para una pequeña área del Valle Central de Costa Rica, modelando un sismo similar al ocurrido en mayo de 1910 y que destruyó la ciudad de Cartago, Costa Rica. Gracias al financiamiento de la Comisión Nacional de Emergencia y de la Agencia Sueca para el Desarrollo (SAREC),

---

1. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

por medio del Proyecto "Regionalización Sismotectónica de América Central", se pudo implementar un proyecto para la aplicación del Modelo de Simulación de Intensidades Sísmicas a toda Costa Rica, así como en Panamá y Costa Rica.

Se diseñó una matriz con una resolución de 1 km<sup>2</sup> para obtener las intensidades teóricas para los principales eventos ocurridos en tiempos recientes: el terremoto de Cóbano, 25/03/90, Ml. 6.8, el terremoto de Puriscal, 22/12/90, Ms. 5.7 y el terremoto del Valle de la Estrella, Limón, 22/04/91, Ms. 7.4. Además de modelar otros eventos históricos importantes, tales como el terremoto de Cartago de 1910, el terremoto de Golfito de 1983, el terremoto de Pérez Zeledón de 1983, el terremoto de Nicoya, 5 de octubre de 1950. Los resultados presentados en este artículo han sido obtenidos modelando estos eventos.

El método permite la generación de escenarios, útiles para la atención y planificación de emergencias sísmicas y la aproximación de pérdidas esperadas y la zonificación sísmica, a partir, de las intensidades sísmicas esperadas para eventos similares.

## **SUMMARY**

The Model of Prediction of Seismic Intensities and other Seismic Parameters and Damage, developed by J. Evernden (1988), of the United States Geological Survey allows, starting from the use of entrances of data on: a) the geology of a given study area, b) the rupture longitude, magnitude and c) depth of a certain seismic event, to obtain an output of the calculated seismic intensities, as a function of the ground conditions. The model also uses other variables for the calculation as a regional attenuation value of the intensities and saturation levels of the alluvium.

Montero and González (1990) applied the methodology for a small area of the Central Valley of Costa Rica, modeling a similar earthquake that occurred in May 1910 that destroyed the Cartago city, Costa Rica. Thanks to the support of the National Commission of Emergencies of Costa Rica and to the Swedish Agency for the Development (SAREC), by of the Project: "Sismotectonic regionalization of Central America", it was posible to implement a project for the application from the Model of Simulation of Seismic Intensities to all Costa Rica, as well as in Panamá.

A matrix with a resolution of 1 square Km. was designed to obtain the theoretical intensities for the main events occurred in recent times: the Cóbano earthquake, March 25, 1990, Ml. 6.8, Puriscal earthquake, December 22, 1990, Ms. 5.7 and the Limón earthquake, April 22, 1991, Ms. 7.4. Besides modeling other important historical events such as the Cartago earthquake 1910, the Golfito earthquake of 1983, Pérez Zeledón earthquake 1983, the Nicoya earthquake, October 5, 1950. The results presented in this article have been obtained modeling these events.

The method allows the generation of scenarios, useful for the attention and planning of seismic emergencies and the approach to expected levels of loss and the seismic zonification based on the expected seismic intensities for similar events.

## **INTRODUCCION**

Las intensidades sísmicas se tornan en una importante variable, con el fin de determinar distintos niveles de riesgo para la zonificación y microzonificación del país. Esto debido a que por medio de esta variable es posible establecer no sólo la dimensión geofísica de un evento sísmico dado, sino los efectos que este evento ha provocado al sistema humano de uso.

El presente artículo trata sobre la aplicación de un modelo de simulación de intensidades sísmicas que utiliza como parámetros de entrada la geología, la magnitud, la profundidad de un evento sísmico en un área específica. El modelo fue desarrollado por J. Evernden y J. Thomson, del Servicio Geológico de los Estados Unidos y adaptado para su aplicación en nuestro país. Por tanto, se explica aquí el procedimiento utilizado por los autores.

Son comparados mapas de intensidades para los principales eventos sísmicos ocurridos en la presente década, en Costa Rica, vale decir: el terremoto de Cóbano, 25 de marzo de 1990, el terremoto de Puriscal, 22 de diciembre de 1990 y el terremoto de Limón, 22 de abril de 1991. Para estos tres eventos se elaboraron los respectivos mapas de intensidades sísmicas, utilizando como procedimiento la aplicación de cuestionarios a personas en distintos lugares del país, para así obtener los valores de intensidad para cada sitio. El otro procedimiento fue la aplicación del modelo de simulación de intensidades, lo que permitió la calibración del modelo. En el apartado 3 se exponen y discuten los gráficos comparativos.

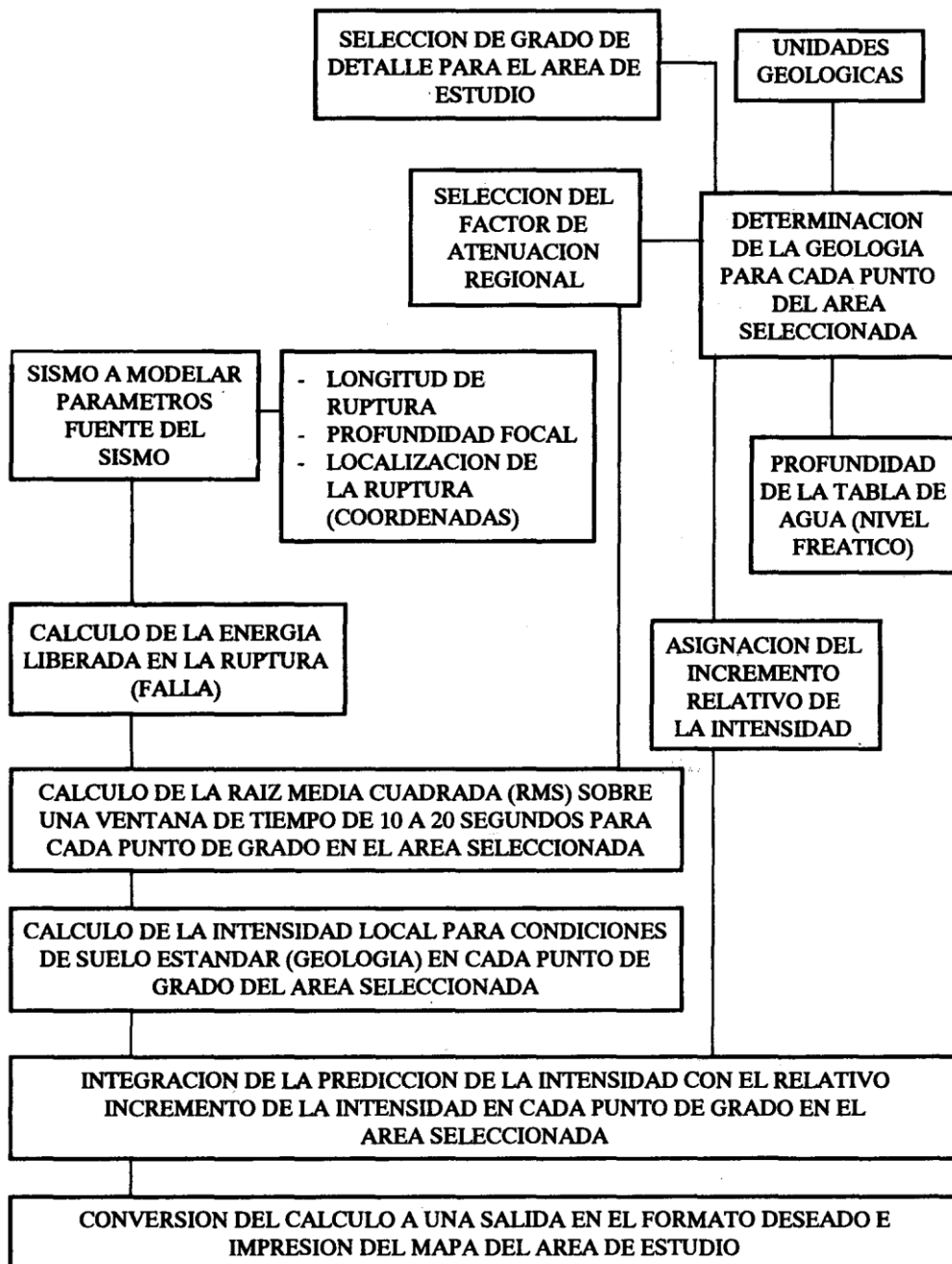
Posteriormente, son presentados los mapas para siete de los más importantes terremotos ocurridos en Costa Rica, en el presente siglo (XX), como resultado de la utilización del modelo con los parámetros que consideramos más cercanos a las condiciones geológicas y sismotectónicas del territorio. Finalmente, se presenta una discusión sobre las aplicaciones del modelo en la zonificación sísmica.

## **1. METODOLOGIA**

El diagrama de flujo de la Figura N° 1 muestra las variables y el procedimiento usado en este programa. Se utilizó la clasificación del mapa geológico de California, que podría correlacionarse cronológica y litológicamente con las unidades geológicas de nuestro país.

El Cuadro N° 1, traducido de la fuente citada, presenta las intensidades esperadas de acuerdo con las unidades de condición del suelo comparadas con el aluvión saturado.

**FIGURA Nº 1**  
**DIAGRAMA DE FLUJO CON LAS VARIABLES UTILIZADAS**  
**EN EL MODELO DE PREDICCIÓN DE INTENSIDADES**



Fuente: Evernden y Thomson, 1985. Traducido por Montero, C. y González, V., 1990.

**CUADRO N° 1**  
**INTENSIDADES RELATIVAS ESPERADAS PARA LAS**  
**UNIDADES DE CONDICION DEL SUELO**

<i>Unidades de condición del suelo</i>	<i>Intensidades relativas comparadas con el aluvión saturado (J)</i>
A	-3.00
B	-2.60
C	-2.20
D	-1.80
E	-1.70
F	-1.50
G	-1.00
H	-2.70
I	-2.70
J (aluvión saturado)	0.00
 <i>Unidades de aluvión basadas en la profundidad de la tabla de agua</i>	
J2*	0.00
L3	-1.00
M4	-1.50

\*2 Profundidad de 0 a menos de 30 pies  
3 Profundidad de 30 a menos de 100 pies  
4 Profundidad mayor de 100 pies

Fuente: Evernden y Thomson, 1985. Traducido por Montero, C. y González, V., 1990.

La información del Cuadro N° 1 correlaciona la geología del área de estudio con base en el mapa geológico 1:200.000 de Costa Rica.

Los siguientes son parámetros o variables a utilizar en el modelaje: el factor de atenuación de las intensidades (K), consiste en una función del decaimiento de la intensidad con la distancia y la seudoprofundidad o valor de (C), para el sismo a modelar. El factor de atenuación para el caso de Costa Rica no está claramente definido, por lo que se optó por ensayar con valores de 1.25, 1.50 y 1.75.

En lo referente a la seudoprofundidad (C), se utilizaron diferentes valores cercanos o iguales a los valores reales de los sismos a modelar.

Otra variable importante es la característica de las zonas aluvionales y su relación con el nivel freático, ya que estas zonas podrían generar el efecto de amplificación de las ondas sísmicas o producir efectos de licuefacción del suelo, dando como resultados altas intensidades. Tal como lo expresa el Cuadro N° 1, las intensidades relativas esperadas para los distintos tipos de roca están referidas a la saturación del aluvión, es decir, con la tabla de agua a profundidades entre 0 y 9.1 metros.

El programa produce varios mapas de salida, entre ellos:

1. Intensidades en la escala de Rossi Forel.
2. Intensidades en la escala de Mercalli Modificada.
3. Daños a casas de madera o construcciones de concreto:
  - a) Porcentaje de pérdidas en construcciones de madera.
  - b) Porcentaje de pérdidas en residencias de concreto no reforzadas.

### 1.1. Matrices de información

La matriz con la geología para Costa Rica, se construyó empleando el mapa geológico de Costa Rica 1:200.000, con un tamaño de rejilla de medio por medio minuto de grado, aproximadamente 1 km por 1 km, digitalizando el mapa geológico con las unidades agrupadas de acuerdo con las especificaciones del modelo.

## 2. MAPAS DE INTENSIDADES EMPIRICAS

En este apartado son discutidos los mapas de intensidades documentados empíricamente, para los últimos tres terremotos ocurridos en Costa Rica, a saber: el terremoto de Cóbano, el terremoto de Puriscal y el terremoto del Valle de la Estrella, Limón. El interesado puede consultar en el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA), los mapas elaborados (Montero y otros, 1994).

### 2.1. Terremoto de Cóbano, 25 de marzo de 1990

<i>Fecha</i>	<i>T. Origen</i>	<i>Lat. N</i>	<i>Long. W</i>	<i>Prof.</i>	<i>Mag.</i>
25-03-90	13:22:55.01	09:37	84:56.06	27	6.8

Para esta fecha ocurrieron dos sismos reportados por el NEIS, el primero a las 7 horas 16 minutos, el cual alcanzó una magnitud  $m_b = 5.8$ , el segundo ocurre a las 7 horas 22 minutos, con una magnitud  $M_s = 7.0$  (Protti y otros, 1990). Este último evento ha sido denominado el terremoto de Cóbano. Ambos eventos fueron ampliamente sentidos en todo el país, causando el segundo evento daños cerca de la zona epicentral y en el Valle Central. La magnitud local de este sismo fue calculada posteriormente utilizando un acelerograma de la estación Heredia (OVSICORI-UNA), obteniéndose una magnitud Richter de  $M_l = 6.8$ .

El mapa de intensidades para este evento, presenta intensidades máximas de VIII en la zona epicentral, en lugares como Cóbano y Puntarenas e intensidades de VI-VII en el Valle Central. También se documentaron efectos de licuefacción en las zonas litorales próximas al epicentro.

## 2.2. Terremoto de Puriscal, 22 de diciembre de 1990

<i>Fecha</i>	<i>T. Origen</i>	<i>Lat. N</i>	<i>Long. W</i>	<i>Prof.</i>	<i>Mag.</i>
22-12-90	17:27:53.78	09:52.48	84:20.11	19	5.7

El epicentro del terremoto de Puriscal fue ubicado a 3.5 km al NW de Santiago de Puriscal, con una profundidad de 19 km. Este se produjo en una nueva falla denominada "Corpija" (OVSICORI-UNA, 1991). La magnitud del sismo calculada fue de 5.7 grados en la escala de Richter, causando daños importantes en la infraestructura del Valle Central. La intensidad máxima observada fue de VIII en la escala Mercalli Modificada para Alajuela, Atenas y Santiago de Puriscal, de VII en la ciudad de Heredia y de VI en la ciudad de San José.

## 2.3. Terremoto del Valle de la Estrella, Limón, 22 de abril de 1991

<i>Fecha</i>	<i>T. Origen</i>	<i>Lat. N</i>	<i>Long. W</i>	<i>Prof.</i>	<i>Mag.</i>
22-04-91	21:56:53.6	09:37.54	83:07.24	17	7.4

El evento principal alcanzó una magnitud  $M_s = 7.4$ , con epicentro a 39.5 km al sur de Puerto Limón, Costa Rica, a una profundidad de 17 km. Este sismo de magnitud elevada para eventos tipo intraplaca, produjo daños de gran envergadura en Puerto Limón y la región del Caribe de Costa Rica (OVSICORI-UNA, 1991). También ocurrieron daños importantes hacia el Valle Central de nuestro país.

Las intensidades máximas documentadas por el OVSICORI-UNA, con información de campo y cerca de 250 entrevistas en todo el país establecen IX MM para la costa del Caribe de Costa Rica, presentando efectos de licuefacción en suelos arenosos. Donde el nivel freático es muy superficial, se asocian algunos efectos, tales como grietas y emanaciones de chorros de agua con arena. La mayoría de los daños debido a este fenómeno se observó en estructuras (edificios) desplazadas de su fundación, carreteras fracturadas, puentes caídos o rampas de acceso seriamente dañados, etc.

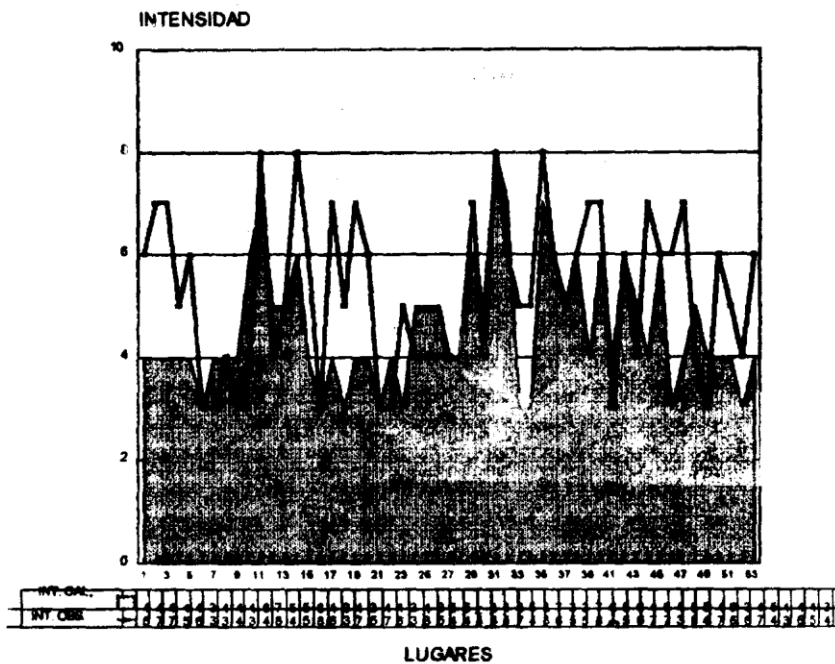
La máxima intensidad observada fue de IX en el Valle de la Estrella, Fila Matama, Matina, Batán, Estrada, Zent, Corina y Valle de Baja Talamanca. Las intensidades correspondientes al grado de VIII, se registraron en Limón, La Suiza de Turrialba, Moravia de Chirripó y Sixaola.

### 3. CORRELACION DE INTENSIDADES OBSERVADAS E INTENSIDADES CALCULADAS

Con el objeto de determinar el grado de ajuste existente entre los mapas de intensidades empíricamente documentados y las simulaciones realizadas para tres eventos recientes, de los cuales se tiene información en lo que se refiere a las intensidades, por medio de un muestreo y la aplicación de un cuestionario. Se realizaron gráficas comparativas para los terremotos de Cóbano, Puriscal y Valle de la Estrella, utilizando los 53 lugares graficados en todos los mapas aquí presentados.

El Gráfico N° 1 compara las intensidades observadas para el terremoto de Cóbano y las intensidades calculadas por el modelo de predicción de intensidades, éstas muestran, en términos generales, un relativo mayor ajuste con la simulación, utilizando un factor de atenuación regional de las intensidades de 1.75 y una condición de no saturación del aluvión, sin embargo, el ajuste no es del todo satisfactorio, la razón podría ser la magnitud utilizada en el modelaje (6.8 Ml.), ya que puede observarse en los gráficos que en ninguno de los casos la intensidad calculada o teórica es mayor que la intensidad observada.

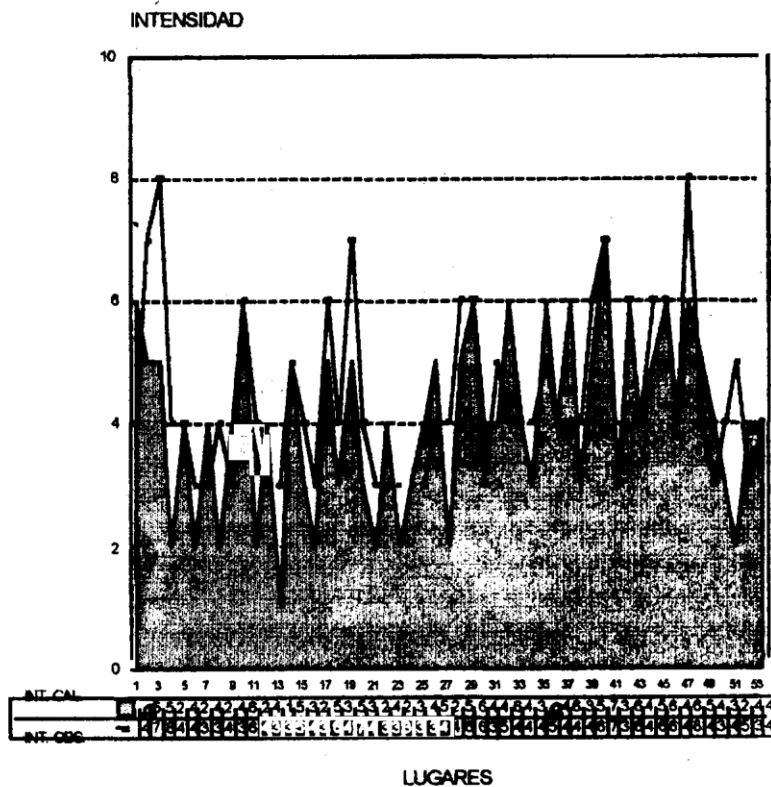
**GRAFICO N° 1**  
**COMPARACION INTENSIDADES OBSERVADAS VRS. INTENSIDADES**  
**CALCULADAS.**  
**TERREMOTO DE COBANO, 25 DE MARZO DE 1990, MI. 6.8**  
**ATTE. 1.75, ALUVION SATURADO, OVSICORI/SIMUL**





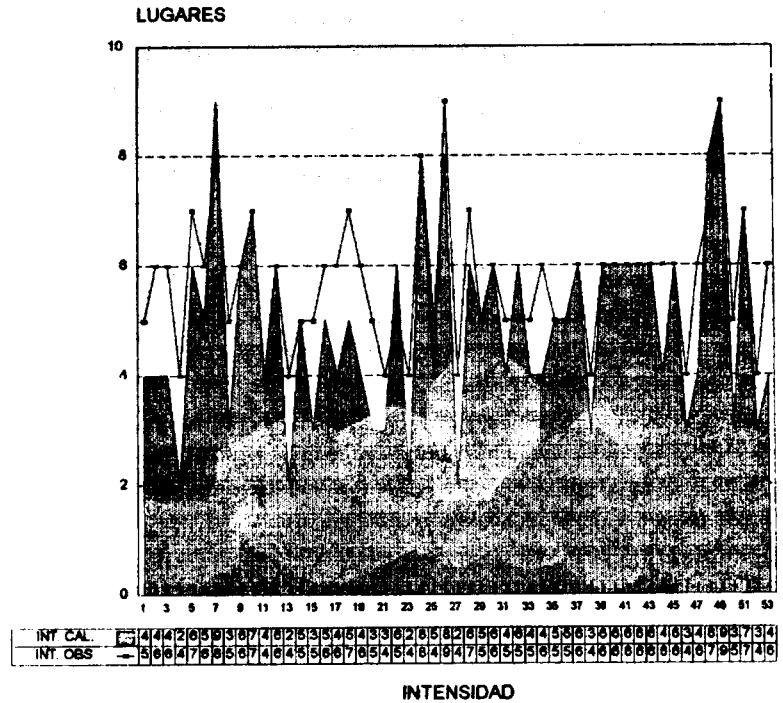
El Gráfico N° 2 compara las intensidades observadas con las intensidades calculadas para el terremoto de Puriscal, en términos generales, puede observarse un buen ajuste para los modelajes realizados. Estadísticamente, el mejor ajuste se obtiene usando una constante de atenuación de 1.75 y una condición de no saturación del aluvión, esto es importante ya que es un modelaje para el Valle Central de Costa Rica, mostrando una situación similar a la simulación obtenida por Montero y González (1990), para un evento en Cartago, los parámetros de atenuación y de respuesta del suelo esperados son confiables para realizar simulaciones de otros eventos en el Valle Central.

**GRAFICO N° 2**  
**COMPARACION INTENSIDADES OBSERVADAS VRS. INTENSIDADES**  
**CALCULADAS.**  
**TERREMOTO DE PUSISCAL, 22 DE DICIEMBRE DE 1990, Ms. 5.7**  
**ATTE. 1.75, ALUVION SATURADO, OVSICORI/SIMUL**



El Gráfico N° 3 muestra las intensidades observadas y las intensidades calculadas para el terremoto del Valle de la Estrella, también para este evento en las gráficas se puede apreciar un buen ajuste con las simulaciones realizadas y particularmente para

**GRAFICO Nº 3**  
**COMPARACION INTENSIDADES OBSERVADAS VRS. INTENSIDADES**  
**CALCULADAS.**  
**TERREMOTO DEL VALLE DE LA ESTRELLA, 22 DE ABRIL DE 1991,**  
**Ms. 7.4**  
**ATTE. 1.75, ALUVION SATURADO, OVSICORI/SIMUL**



un factor de atenuación de 1.75 y una condición de saturación del aluvión, encontrando consistencias para un buen porcentaje de lugares respecto de las intensidades obtenidas vía modelaje, con las intensidades documentadas.

Como observación general podría concluirse que para nuestro país (Costa Rica), la utilización de un factor regional de las intensidades de 1.75 es un valor apropiado y su implicación es un rápido decaimiento de las intensidades con la distancia.

#### 4. EVENTOS MODELADOS

Los eventos utilizados para calibrar el modelo en relación con las intensidades documentadas para los mismos fueron: el terremoto de Cóbano, el terremoto de Puriscal y el terremoto del Valle de la Estrella, los restantes eventos fueron incluidos, ya que corresponden al presente período de alta liberación de energía sísmica. Dichos eventos han sido seleccionados debido a su importancia en términos de riesgo y por su nivel de documentación, en lo que se refiere a las intensidades sísmicas:

Terremoto de Cartago, 4 de mayo de 1910, M. 5.6

Terremoto de Nicoya, 5 de octubre de 1950, MI. 7.7

Terremoto de Golfito, 3 de abril de 1983, Ms. 7.2

Terremoto de Pérez Zeledón, 3 de julio de 1983, Ms. 6.3

Terremoto de Cóbano, 25 de marzo de 1990, MI. 6.8

Terremoto de Puriscal, 22 de diciembre de 1990, Ms. 5.7

Terremoto del Valle de la Estrella, 22 de abril de 1991, Ms. 7.4

Los resultados presentados al final de este artículo contemplan las simulaciones obtenidas para los eventos del presente ciclo de alta liberación de energía sísmica (Güendel y otros, 1990) y los parámetros sísmicos utilizados en los modelajes.

Los Cuadros Nº 2 y Nº 3 muestran en detalle, la longitud de ruptura y la magnitud calculada en relación con la ruptura, el valor de profundidad utilizada en el modelaje de cada evento, así como el valor de atenuación, según la metodología de Evernden, J. (1988).

**CUADRO Nº 2**  
**SEGMENTOS DE FALLA, LONGITUD DE RUPTURA Y**  
**MAGNITUD CALCULADA UTILIZADOS EN EL MODELAJE**

<i>Nombre de la falla</i>	<i>Longitud de ruptura en kilómetros</i>	<i>Magnitud calculada</i>
Cartago	5	5.6
Golfito	75	7.2
San Isidro	17	6.3
Cóbano	37	6.8
Puriscal	6	5.7
Limón	98	7.4
Turrialba	2	5.0
Nicoya	162	7.7

Fuente: Montero y otros, OVSICORI, Universidad Nacional.

**CUADRO N° 3**  
**SEGMENTOS DE FALLA Y VALORES DE PROFUNDIDAD Y**  
**ATENUACION UTILIZADOS EN EL MODELAJE**

<i>Nombre de la falla</i>	<i>Longitud de ruptura en kilómetros</i>	<i>Magnitud calculada</i>
Cartago	20	1.75
Golfito	30	1.75
San Isidro	20	1.75
Cóbano	27	1.75
Puriscal	19	1.75
Limón	17	1.75
Turrialba	5	1.75
Nicoya	31	1.75

Fuente: Montero y otros, OVSICORI, Universidad Nacional.

#### **4.1 La simulación de intensidades en ambiente del SIE**

A raíz de la experiencia con el modelaje de un evento sísmico hipotético en Pejiballe de Turrialba con magnitud 5.0, pudo comprobarse la importancia de generar este tipo de simulaciones en el ambiente del Sistema de Información para Emergencias (SIE) de la Comisión Nacional de Emergencia de Costa Rica (CNE), al superponer dichas simulaciones con capas de información referentes a infraestructura, localización de hospitales, etc., para establecer escenarios posibles que permitan la prevención, preparación y atención de emergencias sísmicas.

### **5. CONCLUSIONES**

Existe un importante amarre en lo que se refiere a la comparación de la metodología respecto de las intensidades observadas y las intensidades teóricas, para los principales eventos sísmicos ocurridos en los últimos tres años y, por tanto, la precisión de poder realizar simulaciones que utilicen como constante de atenuación el valor de 1.75.

En lo referente a las fallas es posible apreciar diferencias respecto de las simulaciones obtenidas para los eventos de subducción, tales como los terremotos de Golfito, Cóbano y Nicoya, respecto de los eventos de intraplaca: Cartago, Puriscal y Valle de la Estrella.

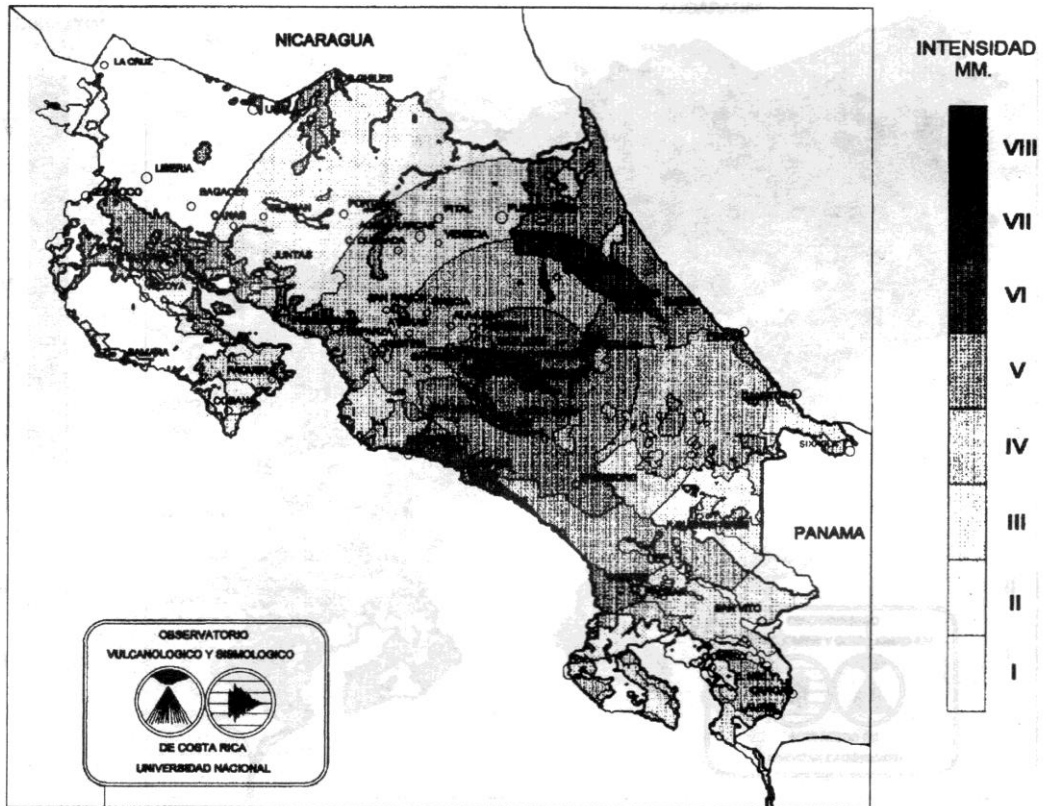
Los resultados presentados aquí, muestran que las simulaciones pueden ser una herramienta útil para las instituciones encargadas de la planificación y atención de emergencias, con el propósito de estimar posibles escenarios que permitan el desarrollo de planes de mitigación y operativos.

## BIBLIOGRAFIA

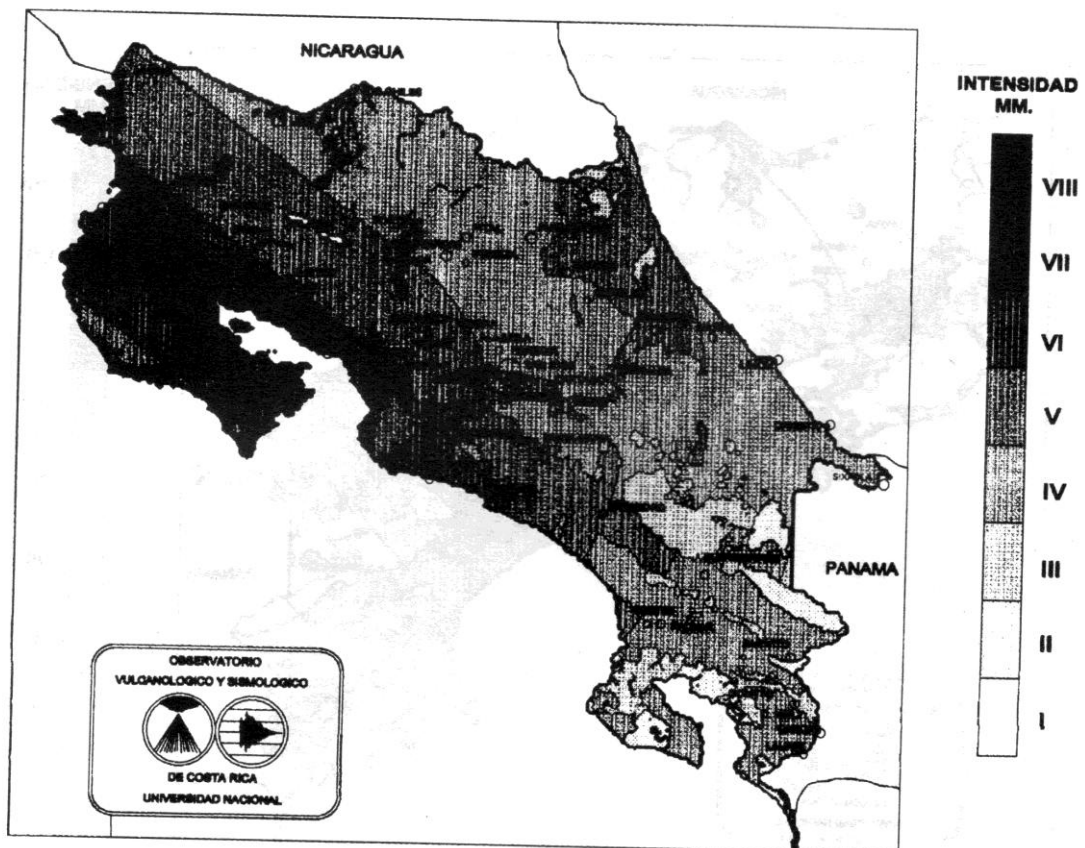
- DE OBALDIA, F. y OTROS. 1991. Levantamiento co-sísmico asociado al terremoto del 22 de abril de 1991, Ms= 7.4, Valle de la Estrella, Limón, Costa Rica. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA).
- EVERNDEN, J.F. and THOMSON, J.M. 1985. "Predictive Model for Important Ground Motion Parameters Associated with Large and Great Earthquakes". Geological Survey Bulletin 1838, USA, 27 pp.
- \_\_\_\_\_, KOHLER, W.M. and CLOW, G.D. 1981. Seismic Intensities of the Earthquake of Conterminuos, Their Prediction and Interpretation. Geological Survey Profesional Paper 1223, USA, 59 pp.
- FERNANDEZ ARCE, M. 1991. Sismos sentidos y actividad volcánica en Costa Rica, Diciembre 1990-Enero 1991. Red Sismológica Nacional. RSN (ICE-UCR). Departamento de Geología (ICE), Escuela Centroamericana de Geología (UCR). San José.
- GÜENDEL U., F. 1990. "El Terremoto de Cóbano,  $M_l=6.8$  y sus implicaciones para el «Gap» de Nicoya". En Resúmenes de ponencias y afiches presentados al VII Congreso Geológico de América Central. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA).
- \_\_\_\_\_. y OTROS. 1990. Informe preliminar sobre la secuencia sísmica de Puriscal 26 de marzo-11 de julio 1990. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA).
- MONTERO C., C. y GONZALEZ S., V. 1990. Riesgo sísmico en Cartago: un análisis histórico-espacial. Heredia, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_, RODRIGUEZ M., H. y MORAGA P., J. 1993. Primer Avance: Aplicación del Modelo de Simulación de Intensidades Sísmicas para Costa Rica. OVSICORI-UNA, Heredia.
- \_\_\_\_\_. 1994. Aplicación del Modelo de Simulación de Intensidades Sísmicas para Costa Rica. OVSICORI-UNA, Heredia.
- OBSERVATORIO VULCANOLOGICO Y SISMOLOGICO DE COSTA RICA, UNIVERSIDAD NACIONAL (OVSICORI-UNA). 1991. Informe de Investigación, Proyecto de Sistematización de Reportes de Intensidad Sísmica en todo el País. Proyecto 194-86. CONICIT. Heredia.
- \_\_\_\_\_. 1991. Informe Preliminar Terremoto 22 de Abril 1991, Ms. 7.4 Valle de la Estrella, Limón, Costa Rica. Heredia, mayo.
- PROTTI Q., M. y OTROS. 1990. "El terremoto del 25 de marzo de 1990 ( $M_l=6.8$ ) a la entrada del Golfo de Nicoya, Costa Rica y su secuencia de réplicas". En Resúmenes de ponencias y afiches presentados al VII Congreso Geológico de América Central. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA).
- ROJAS Q., W. y BARQUERO, P.R. 1991. Informe de los sismos sentidos en el mes de abril de 1991. Red Sismológica Nacional. RSN (ICE-UCR). Departamento de Geología (ICE), Escuela Centroamericana de Geología (UCR). San José.
- \_\_\_\_\_. 1990. Informe reciente de la actividad sísmica marzo 1990. Red Sismológica Nacional. RSN (ICE-UCR). Departamento de Geología (ICE). San José.

VELASCO, A. y OTROS. 1990. "Comparación entre el mapa de isosismas y el patrón de radiación de las ondas «s» para el terremoto del 25 de marzo de 1990, en la entrada del Golfo de Nicoya". En Resúmenes de ponencias y afiches presentados al VII Congreso Geológico de América Central. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSI-CORI-UNA).

**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE  
CARTAGO. 4 DE MAYO DE 1910, MG. 5.6, PROF. 20 KM,  
ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**

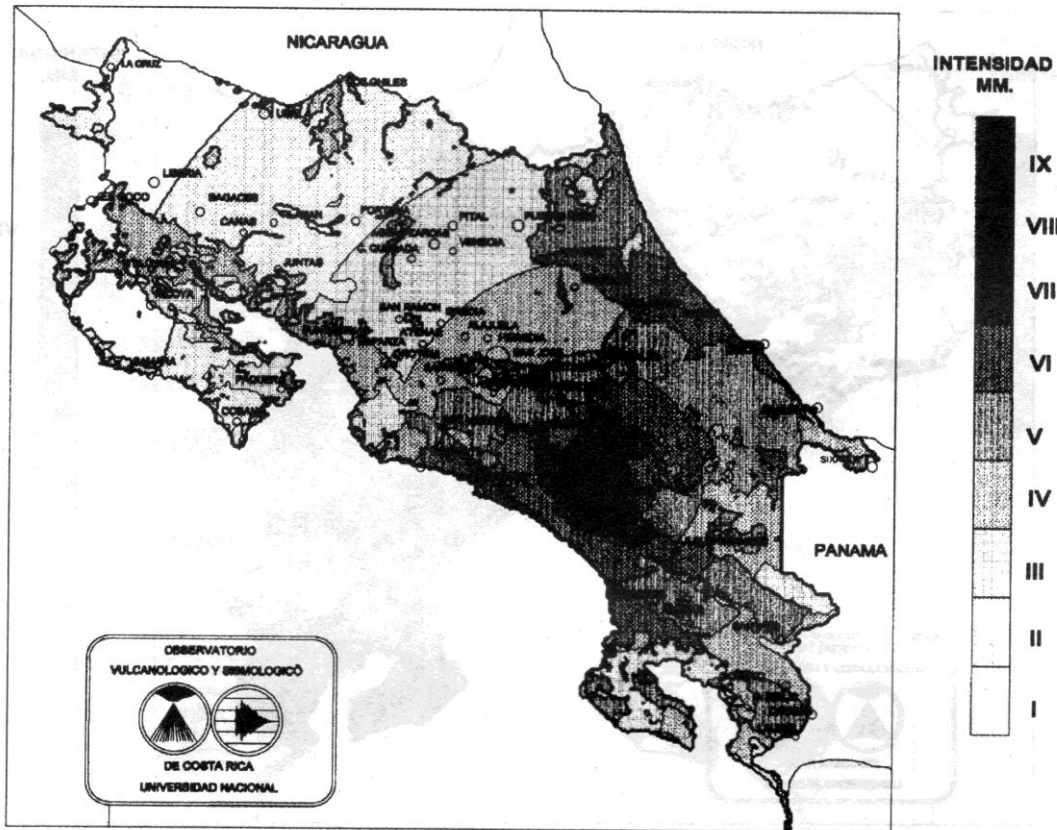


**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE NICOYA. 5 DE OCTUBRE DE 1950, MI. 7.7, PROF. 17 KM, ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**

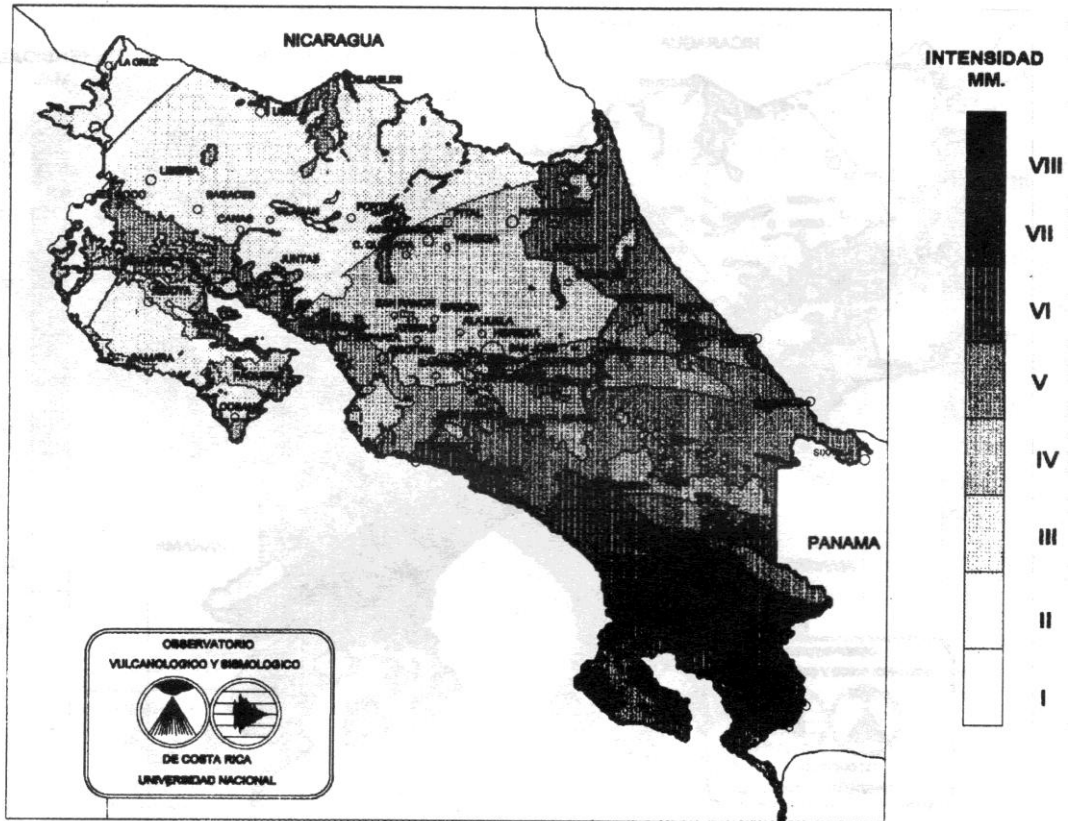




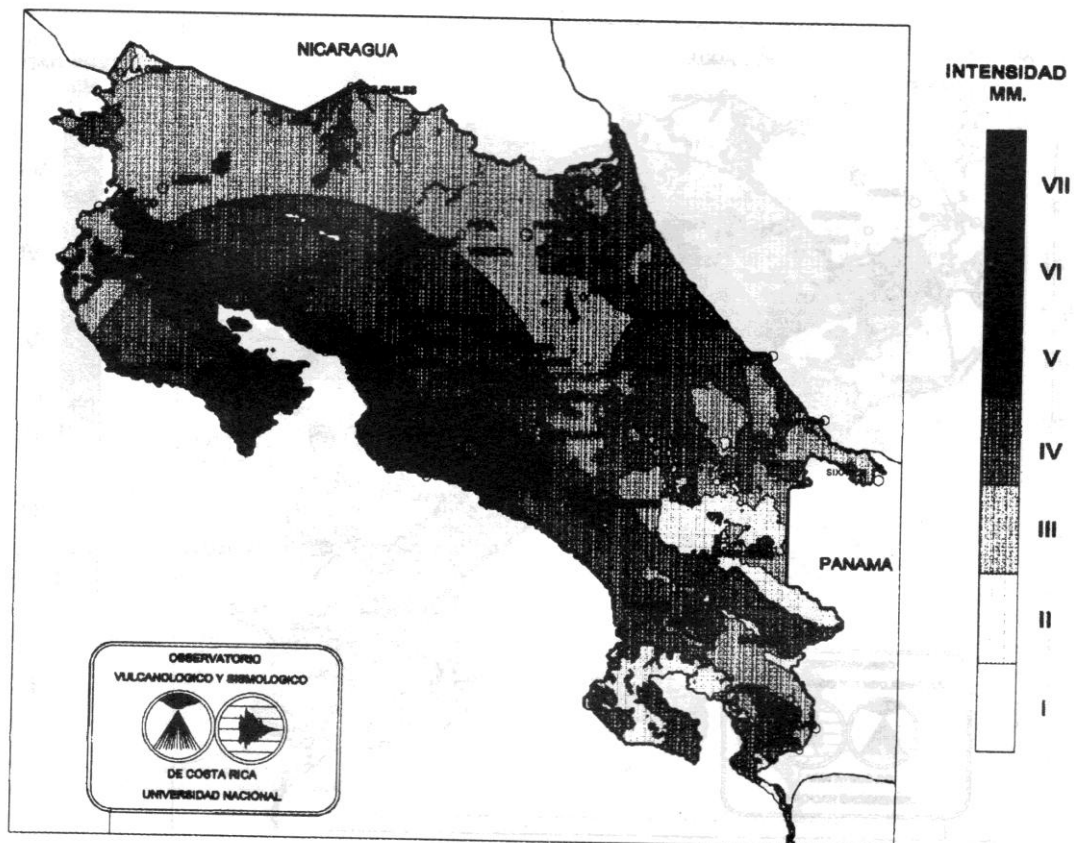
**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE  
PEREZ ZELEDON. 3 DE JULIO DE 1983, MS. 6.3, PROF. 10 KM,  
ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**



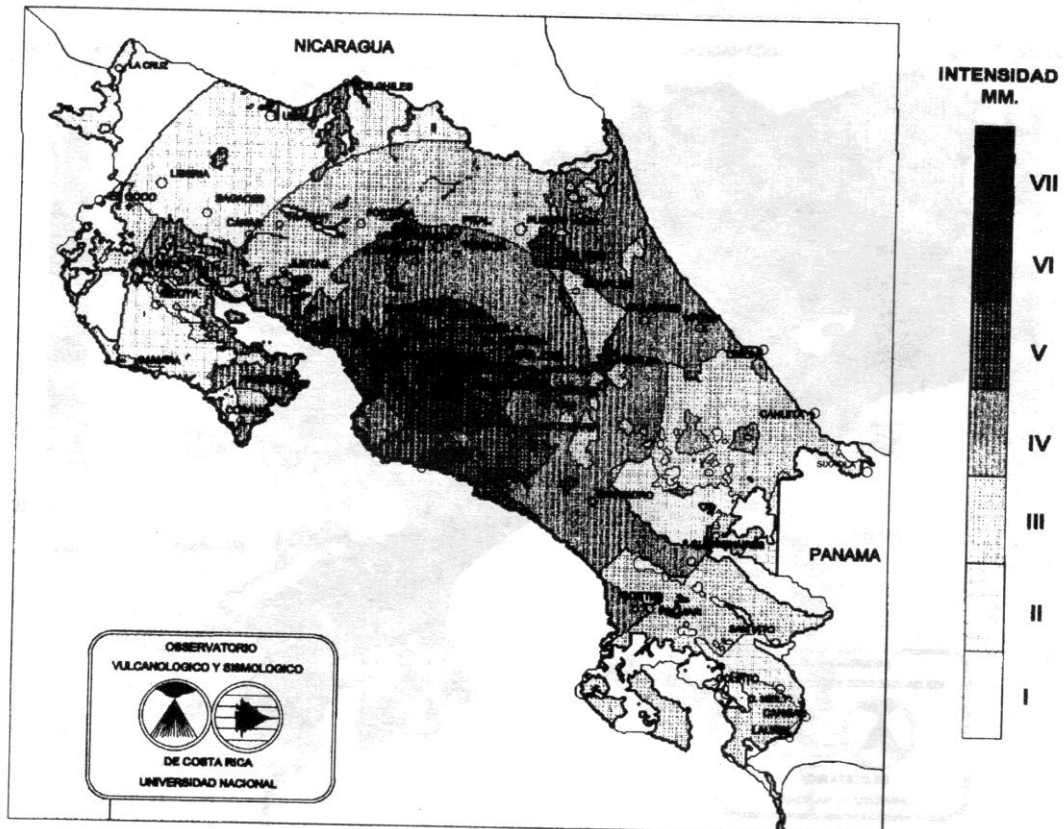
**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE GOLFITO. 3 DE ABRIL DE 1983, MS. 7.2, PROF. 30 KM, ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**



**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE  
COBANO. 25 DE MARZO DE 1990, MI. 6.8, PROF. 27 KM,  
ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**



**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE  
PURISCAL. 22 DE DICIEMBRE DE 1990, MS. 5.7, PROF. 19 KM,  
ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**



**SIMULACION DE INTENSIDADES SISMICAS. TERREMOTO DE LIMON. 22 DE ABRIL DE 1991, MS. 7.4, PROF. 17 KM, ALUVION SATURADO, ATE. 1.75.**

