

RESUMENES DE TESIS**ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS GEOQUIMICOS DE SEDIMENTOS
FLUVIALES DE TRES DEPOSITOS EPITERMALES DE ORO,
CORDILLERA DE TILARAN-MONTES DEL AGUACATE, COSTA RICA**

Rodrigo Vásquez Rojas

Tesis Licenciatura, 1989; 111 págs., 18 figs., 10 cuadros.

Se realizó un levantamiento geoquímico de sedimentos fluviales en los alrededores de tres depósitos epitermales de oro, para conocer la respuesta de estos depósitos dentro del Proyecto COS/83/TO2 de Naciones Unidas.

El estudio abarca 3 distritos mineros de Costa Rica. Se destaca la importancia del análisis de los datos geoquímicos en la exploración geoquímica. Se combinaron los métodos de análisis exploratorio (EDA) y de factores (factor analysis) en la interpretación de datos.

Mediante el análisis de los datos geoquímicos se identifican los elementos indicadores de los depósitos estudiados: As, Ag, Pb, Au, Sb y Hg. Se discuten los aspectos conceptuales más importantes del diseño de interpretación de programas de exploración geoquímica: límite de detección, varianza natural, contraste y los recursos disponibles para su optimización, variación

local, regional y litológica. También se discute el uso de la media aritmética y de la mediana como estimadores de fondo. La importancia de la definición de anomalías multielementales sobre las anomalías de elementos individuales también es discutida.

Los diferentes aspectos que influyen en la distribución de los elementos analizados son explicados mediante el análisis de factores. Estos son: los minerales formadores de rocas, los elementos propios de los depósitos epitermales, arcillas, diferentes hidróxidos, metales básicos y elementos de los minerales accesorios (zircón, ilmenita); todos estos constituyentes importantes de los sedimentos fluviales.

Entre las recomendaciones se señala la importancia de las observaciones del material muestreado y de su ambiente, para mejorar la interpretación de los datos.

**GEOQUIMICA AMBIENTAL Y GEOPEDOLOGIA DE LOS SUELOS
DE UNA PARTE DEL VALLE CENTRAL OCCIDENTAL,
PROVINCIA DE ALAJUELA, COSTA RICA**

Isaac Rodolfo Herrea Ibañez

Tesis Licenciatura, 1990; 303 págs., 55 cuadros, 12 tablas, 120 figs.

El presente trabajo condensa información sobre la geología, geomorfología, geopedología y geoquímica de un área de 99 km² del Valle Central Occidental de Costa Rica, con el objeto de caracterizar y clasificar los suelos de acuerdo a la litología presente, así como realizar la geoquímica ambiental de los mismos. Aporta algunas consideraciones sobre la geomorfología del área, interrelacionando aspectos geológicos y edafológicos.

Se cartografiaron unidades geológicas, de suelos y geomorfológicas a una escala de 1:25.000. Las unidades geológicas presentes son: Formaciones Pacacua y Turrúcares, Grupo Aguacate, Formación Depósitos de Avalancha Ardiente, Formación Andesitas de Poás y las Unidades de Lahar y Coluvio-Aluvial.

Para determinar la mineralogía de los suelos, se efectuaron análisis petrográficos para la fracción arena y análisis de difracción de rayos X para la fracción fina, lográndose identificar a la metahalosita como el mineral de arcilla más abundante en los suelos de esta región. Con el estudio de 12 perfiles modales de las unidades de suelos, se encontraron 4 órdenes de suelos: Entisoles (17,97%), Inceptisoles (60,36%), Vertisoles (2,71%) y Alfisoles (19,5%), dentro de los cuales se clasificaron 8 sub-grupos y 6 familias de suelos. Además, mediante el análisis químico de estos perfiles y el uso actual de la tierra, se trató de explicar la fertilidad de la zona.

Para realizar la Geoquímica Ambiental de los suelos, los datos geoquímicos fueron agrupados de acuerdo con el origen litológico de éstos, con una densidad promedio de 1 muestra cada 1,75 km². Las muestras fueron tomadas del horizonte "B" del suelo y fueron analizadas para Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, Ti y Zn utilizando una extracción fuerte. También se les aplicó una extracción débil, para determinar pH, Ca, Mg, K, P, Mn, Zn, Cu y Fe. Los datos fueron procesados por medio del paquete del programa "Surfer" con lo que se obtuvieron mapas objetivos e interpretativos de isoconcentración, tanto para elementos totales como para los parciales.

Para la distribución de los elementos totales en superficie, se determinó que el Al, Ca y K presentan altas concentraciones al sur del área y éstas se relacionan con los suelos desarrollados sobre las formaciones sedimentarias. Por otro lado, el Cu, Mn, Fe, Mg y Ti muestran un patrón heterogéneo con altos (concentraciones) al W y S de la zona, relacionados éstos con los suelos derivados del Grupo Aguacate y las bajas concentraciones de los mismos elementos al E se relacionan con los suelos derivados de rocas piroclásticas. Para los elementos parciales estudiados, el Ca y Mg mostraron una alta concentración, Zn y K presentaron altos al N relacionados con suelos derivados de lavas cuaternarias y cenizas volcánicas. Se concluyen que en los suelos del área no existen deficiencias en Ca, Cu y Fe, pero sí en K, Mg, Mn, P y Zn.

La distribución en profundidad analizada para los elementos disponibles de los 12 perfiles de suelo, mostraron que el Zn y el Cu tienden a aumentar y esto se interpreta por ser estos últimos suelos calcáreos.

Se obtuvieron los parámetros estadísticos básicos para todas las variables y se determinó

que la mayoría de las poblaciones de elementos totales y parciales tienden una asimetría positiva a excepción del Fe y Ti totales que mostraron una asimetría negativa. Las mejores correlaciones geoquímicas encontradas fueron: M.O.-P, Ca-K, Ca-Mg, Fe-Cu y Cu-Ti.

**LA ACTIVIDAD DEL VOLCAN POAS, COSTA RICA:
ANALISIS SISMICO DURANTE EL PERIODO 80-89.**

Mario Fernández Arce.

Tesis Licenciatura, 1990; 185 págs., 57 figs., 7 cuadros.

El Volcán Póas, ubicado a 35 km de San José, es un estratovolcán que a su vez constituye un sistema hidrotermal con características especiales. Un acuífero en la parte superior es calentado continuamente por una fuente de calor ubicada a menos de un km de profundidad (Rymer y Brown, 1987). Como consecuencia de este proceso, se dan otros como conversión de agua en vapor, formación de burbujas de gas, calentamiento y expulsión de agua en grietas y procesos convectivos que junto con el ascenso de los gases, transportan agua y otros materiales hacia la superficie. El resultado final de la convección es la formación de las erupciones freáticas geysérficas tan conocidas en el país.

La sismicidad es la característica más constante en este volcán. Un total de 299.596 eventos en un período de 10 años revelan la riqueza de señales sísmicas-volcánicas en el Poás. Los sismos típicos son los de baja frecuencia (1-3 Hz). Estos sismos se ubican alrededor del cráter principal, entre 0 y 600 m de profundidad. Las causas de este tipo de sismos son hidrotermodinámicas: formación y colapsamiento de burbujas de gas originadas por la conversión de agua en vapor y la desgasificación de un cuerpo magmático sometido a enfriamiento. Eventualmente ocurren sismos volcano-tectónicos o tipo A y trémores. Los

primeros ocurren por pequeños flujos de magma o sobrepresiones en pequeñas fallas, los últimos por la intensa desgasificación a través del domo emplazado en el cráter activo.

Hay una estrecha relación entre los cambios en la sismicidad y los cambios en otras manifestaciones volcánicas. Así, en 1980 hay un enjambre de sismos volcano-tectónico (Casertano et al., 1985) y posteriormente aparece el domo fracturado. En 1981 hay intensa desgasificación en el domo el cual alcanza una temperatura de 960°C. En ese año comienzan los vigorosos trémores del Póas. En 1986 el ascenso de un cuerpo magmático provocó un incremento anómalo en la sismicidad que marcó el inicio de un nuevo ciclo de actividad el cual se mantiene hasta el presente.

La sismicidad de baja frecuencia del volcán Póas varía de acuerdo al volumen de agua en el lago caliente del cráter activo. Los incrementos anómalos de la sismicidad responden a perturbaciones internas más que a fenómenos externos. La precipitación no parece jugar un papel primordial en la generación de las señales sísmicas de baja frecuencia excepto cuando recarga el acuífero e incrementa la capacidad de producción de vapor.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO DE LOS SUELOS DURANTE SISMOS EN EL AREA DE MANAGUA, NICARAGUA.

Franklin A. Moore Coleman.

Tesis Licenciatura, 1990; 102 págs., 39 figs., 13 tablas.

La ciudad de Managua se ubica en un área que históricamente ha sido afectada principalmente por sismos someros de origen local. A consecuencia de estos sismos ha sido dañada en varias ocasiones y destruida en dos oportunidades (1931 y 1972). Eventos sísmicos producidos en la zona de subducción constituyen también una continua amenaza para la ciudad.

En este estudio se analiza el comportamiento dinámico del subsuelo del área de Managua, con el propósito de evaluar la influencia de este importante parámetro en la amenaza sísmica. El análisis se lleva a cabo por el método de propagación de ondas de corte en un medio continuo, unidimensional. Alternamente, se aplica el método de discretización de masa para establecer mediante comparación la confiabilidad del procedimiento anterior.

Para la excitación sísmica de los depósitos de suelos, se emplean varios sismos: a- Componente N-S del terremoto de Managua de 1972, deconvolucionado a basamento rocoso. b- Dos sismos locales de magnitud 6,2 y 6,9, denominados Local-1 y Local-2 respectivamente. c- Sismo correspondiente a la zona de Wadatti-Benioff de magnitud 8,0 denominado sismo Distante. Estos sismos resultan de estudios de amenaza efectuados para el área. Las características de los sismos se con-

forman a las esperadas en roca en cuanto a aceleración máxima, frecuencia y duración.

La información geotécnica empleada proviene de 32 sondeos de penetración estándar distribuidos en el área de Managua. La profundidad promedio de estos sondeos es de 16 m. Se aplica un basamento elástico para dos modalidades (blando con $V_s = 500$ m/s y duro con $V_s = 750$ m/s) y un basamento rígido.

De los análisis efectuados se obtienen en superficie valores máximos de aceleración y velocidad, períodos fundamentales de los depósitos de suelos, espectros de respuestas de aceleración y velocidad (para 5% de amortiguamiento) y espectros de amplificación. El subsuelo presenta períodos fundamentales del orden de 0,11 segundos en la mayoría del área y de 0,3 segundos en algunos sitios. La amplificación media es de 1,5 para basamento blando y de 2,0 para un basamento duro. Estos resultados indican que el subsuelo está constituido por una material estable y relativamente compacto.

Se presentan espectros medios de aceleración y de velocidad para ambos tipos de basamento elástico. A partir de estos espectros medios más una desviación estándar se proponen espectros de aceleración suavizados para su aplicación en el diseño estructural.

SISMICIDAD Y TECTONICA DE LA REGION NOROESTE DE COSTA RICA CON ENFASIS EN LA ZONA DEL PROYECTO GEOTERMICO MIRAVALLS

Rafael Barquero P.

Tesis Licenciatura, 1990; 117 págs., 49 figs., 9 cuadros, 4 Anexos, 1 mapa.

Dada la gran importancia que tienen los estudios sismológicos como elemento fundamental para la investigación de la amenaza y el riesgo sísmico en proyectos de generación eléctrica, la Sección de Sismología e Ingeniería Sísmica del Dpto. de Geología del ICE ha llevado a cabo estudios de la actividad sísmica en la región NW del país durante varios años.

La sismicidad de la región NW de Costa Rica tiene 2 fuentes principales: a) la zona de subducción de la placa del Coco bajo la Caribe la cual genera la mayor parte de la sismicidad en la región y es capaz de producir sismos de magnitudes altas, b) fallas locales originadas por los esfuerzos regionales y locales; tienen orientaciones predominantes N-S, NE-SW y NW-SE, pueden generar temblores con magnitudes de hasta 6,5 y son más dañinos al presentarse cerca de zonas pobladas.

Del estudio de mecanismos focales de sismos originados en la zona de subducción se han definido 3 zonas que presentan diferente patrón de esfuerzos: I- zona de esfuerzos compresivos a profundidades entre 10 y 30 km, producto de la subducción misma, II- zona de esfuerzos tensionales asociados al doblamiento de la placa Coco y III- esfuerzos compresivos a profundidades entre 35 y 95 km de nuevo, resultado de la subducción. En la corteza continental predominan los

esfuerzos compresivos de rumbo NE que son reflejo del campo de esfuerzos regional.

La placa del Coco se segmenta en 2 partes debajo del extremo SE de la península de Nicoya. El segmento NW alcanza un buzamiento de unos 80° y el segmento SE unos 20°. Este desgarramiento puede ser resultado de variaciones laterales en el espesor de la corteza oceánica.

Los estudios sismológicos han permitido definir alineamientos en la zona del P.G. Miravalles con rumbos predominantes N-S, NE-SW y NW-SE algunos de los cuales pueden estar relacionados a fallas. Los esfuerzos tensionales predominan dentro de la caldera de Guayabo y dan origen al fallamiento normal característico de la zona. Fuera de la caldera predominan esfuerzos compresivos de rumbo NE, relacionados con los esfuerzos regionales.

De cálculos efectuados con diferentes fórmulas de atenuación se determinó una aceleración máxima probable de 37,41% de g para la zona del P.G. Miravalles.

La implementación de una red sísmica local en el P.G. Miravalles es de primordial importancia dado que la explotación y reinyección de fluidos puede incidir en la sismicidad de la zona, como ha ocurrido en otros campos geotérmicos del mundo.