

MEMORIA: PROGRAMA Y RESÚMENES



IX CONGRESO GEOLÓGICO DE AMÉRICA CENTRAL

02-04 julio, 2008, San José, Costa Rica

& VI CONGRESO GEOLÓGICO NACIONAL



DIRECCION DE GEOLOGIA Y MINAS



IX CONGRESO GEOLÓGICO DE AMÉRICA CENTRAL

&

VI CONGRESO GEOLÓGICO NACIONAL

“Geología, desarrollo humano en armonía con el Planeta”

Declarado de interés público por el Gobierno de Costa Rica
(Decreto ejecutivo No. 33871-MINAE)

Programa y Resúmenes

2008, Año Internacional del Planeta Tierra

San José, Costa Rica
02-04 de julio de 2008

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidenta del Congreso Geológico de América Central

Enid Gamboa

egamboa@geologos.or.cr

Tesorero

Jorge Herrera

cgeologos@ice.co.cr

Teléfono: (506) 2283-8408

Excursiones

Sofía Huapaya

Dirección de Geología y Minas

Comité Científico

Guillermo E. Alvarado, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y Escuela Centroamericana de Geología, UCR (**Presidente del Comité Científico**)

Percy Denyer, Escuela Centroamericana de Geología, UCR

Oscar Lücke, Escuela Centroamericana de Geología, UCR

Raúl Mora, Red Sismológica Nacional, UCR

Kenneth Bolaños, Sector Privado

Sandra Arredondo, Sector Privado

Diseño y diagramación

Benjamín Acevedo, Escuela Centroamericana de Geología, UCR

ÍNDICE

Presentación	4
---------------------	---

Programa	6
-----------------	---

Resumen Conferencia Inaugural

The role geology plays in the well-being of humanity

Linda C. Gundersen

Resúmenes charlas Magistrales	28
--------------------------------------	----

La Geología en América Central: ¿Quo Vadis?

G. E. Alvarado

Aguas subterráneas en América Central: ¿Está garantizado el recurso futuro?

Sandra Arredondo

Recent studies on geologic terranes of Central America

Peter O. Baumgartner, Kennet Flores, David Buchs, Alexander N. Bandini & Claudia Baumgartner-Mora

Progress and problems in volcanism and geochemistry in Central America: the roles of geologic history, the structure and stratigraphy of the upper and lower plates, and tectonics

Michael J. Carr

Educación e investigación geocientífica y geotecnológica como generadores de desarrollo para América Latina

Percy Denyer

Aspectos geológicos del proyecto de ampliación del canal de Panamá

Pastora Franceschi

Mineral Resources in Small Economies

Linda C. Gundersen

Participación del Servicio Geológico Checo en la investigación geológica de América Central

Petr Mixa & Petr Hradecký

La naturaleza de los desastres: Reflexiones acerca de sus causas y consecuencias en América Latina y el Caribe

Sergio Mora Castro

Resúmenes charlas y pósteres	42
-------------------------------------	----

PRESENTACIÓN

América Central, pese a su limitada extensión continental (50 millones de hectáreas), posee varios aspectos geológicos de sumo interés. Uno de ellos, y responsable de la gran biodiversidad, es el hecho de que constituye el puente entre las Américas (el llamado Istmo Centroamericano) y la barrera biogeográfica de los dos grandes océanos, El Pacífico y el Atlántico, permitiendo tímidos intercambios de fauna y flora continental desde hace unos 8 millones de años, y el gran intercambio masivo hace 3,7-3,1 millones de años. La geología de América Central posee igualmente porciones de los subcontinentes aledaños, Sur América y Norte América, y por ello, constituimos un ligamen en la historia geológica entre estas grandes masas continentales. Sus siete países se encuentran localizados en cuatro placas tectónicas, en donde viven unas 30 millones de personas, sujetas a los embates de la naturaleza, principalmente huracanes, inundaciones, deslizamientos, terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis.

Por su activa geodinámica y el creciente incremento en su población (72 habitantes/km²), se debe de tener dentro de las metas prioritarias, la de construir apropiadamente, teniendo en cuenta los tres elementos importantes: su fundación, los materiales adecuados para construir y su entorno, evaluando su vulnerabilidad ante las amenazas naturales e impacto ambiental. De igual modo, se debe de tener en consideración los lugares de deposición de los residuos, el aseguramiento del suministro adecuado de agua potable y los recursos energéticos. El acelerado crecimiento demográfico y la expansión de nuevos polos de desarrollo debido al creciente turismo y al desarrollo económico de ciertas poblaciones, no solo crean nuevos sectores vulnerables, sino que se requiere de nuevas fuentes de materiales no metálicos para la construcción. Debido a lo anterior, América Central también empieza a experimentar problemas de agua en su abastecimiento y calidad, debido a sobre-explotación y a la contaminación de los acuíferos y aguas superficiales. Obtener agua potable y tratar de no contaminarla o regularla (reciclarla) es ya un reto y una realidad. Y es justo allí donde el profesional en geología adquiere un papel preponderante en el futuro de nuestros países.

No obstante, solo Costa Rica posee una comunidad geológica apreciable y comparable con los países desarrollados (1/13 000 habitantes) y una posición adecuada a nivel latinoamericano en lo que a publicaciones se refiere. Esta sería una de las metas que debemos de afrontar con el fin de equilibrar el cuerpo de geólogos en el resto de los países centroamericanos. Tenemos que crecer y crear conciencia, e incluir a la Geología como una asignatura propia en la educación secundaria (bachillerato), y como parte de las ciencias en la educación primaria. Con ello educaríamos masivamente a la creciente población para una mejor comprensión de su entorno, historia y riquezas geológicas, entendimiento de los eventos naturales, evolución de la vida, geología planetaria, cambio climático, etc. Del mismo modo, la Geología es una de las materias básicas de diversas carreras técnicas como Ingeniería Civil (incluyendo Ingeniería Geotécnica, Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos), y de los crecientes estudios de Impacto Ambiental. Una ciudadanía educada estará en condiciones de comprender y ser más partícipe y responsable con el medio ambiente y el uso racional de los recursos.

Las cifras históricas alcanzadas por el barril del petróleo y la onza de oro hacen de ambos componentes, disparadores de nuevas exploraciones. Igualmente, las investigaciones de geología marina realizadas en los últimos 20 años, no solo nos han traído a la luz nueva información acerca de la geotectónica, vulcanismo y nuevas especies biológicas, sino el descubrimiento de grandes reservas de hidratos de metano. No obstante, todo ello implicará una mayor exploración de los recursos minerales y energéticos, por lo que se deberá de explotar con una visión global y planificada del entorno.

Las bellezas naturales que posee América Central, particularmente sus playas y acantilados, volcanes activos, cavernas, arrecifes fósiles y vivos, lagos, cascadas y cañones fluviales, son entre muchos otros, el resultado de procesos geológicos pasados y actuales, que ofrecen un enorme recurso geoturístico, pero hasta ahora el único país que lo explota masiva y “planificadamente” es Costa Rica. La variedad geológica en cortas distancias, hacen de los países de América Central una ruta atractiva para excursiones geocientíficas. Estos son aspectos que igualmente deben de explotar nuestros países hermanos.

Un ordenamiento territorial apropiado puede ayudar a disminuir significativamente los riesgos provenientes de las amenazas naturales (incluyendo el cambio climático) y el apropiado manejo de los recursos energéticos y protección del entorno. Pero para ello, se requiere de un decidido apoyo político y de geólogos y geólogas pro-activos, que ocupen puestos relevantes y formen parte de grupos de trabajo en diferentes Ministerios e Instituciones relacionadas con la investigación y uso del agua, energía, carreteras, turismo, geoamenazas, etc.

El presente Congreso geológico se realiza en un momento histórico, justamente en concordancia con el 2008, Año Internacional del Planeta Tierra, auspiciado por la UNESCO y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUSG), para el trienio 2007-2009, y por el hecho de haber sido declarado por el Gobierno de Costa Rica como un evento de interés público mediante el Decreto Ejecutivo No. 33871-MINAE, publicado en La Gaceta el 9 de agosto de 2007. En este momento, nuestro país vecino de Panamá, está construyendo una de las más grandes obras de ingeniería, el nuevo Canal de Panamá, requiriendo la remoción de grandes masas de suelo y rocas, estudios detallados de geotecnia, geología y paleo-sismicidad. Todo ello suplirá una fuente de conocimiento y experiencias hacia las geociencias centroamericanas.

Ya han pasado 16 años desde el último Congreso Geológico de América Central en Guatemala, 1992, y 4 años desde el Quinto Congreso Geológico de Costa Rica. La presente actividad los ha superado con creces, alcanzando la cifra de 205 trabajos y habiendo trascendido los límites geográficos de América Central, convirtiéndose espontáneamente en un congreso internacional. Países tales como EE.UU, Puerto Rico, México, Cuba, Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú, Brasil, Argentina, Austria, Suecia, Suiza, Noruega e Irán nos han enviado numerosos trabajos y los hemos acogido con entusiasmo. A todos ellos, una cordial bienvenida.

Claramente, los temas presentados en el congreso son igualmente amplios, abarcando los diversos tópicos de las geociencias, desde su polo científico y académico hasta fines aplicados y sociales, y en gran medida comprenden y avalan el eslogan del congreso: “Geología, desarrollo humano en armonía con el Planeta”.

Esperamos con este congreso cristalizar siete objetivos fundamentales como una obligación hacia nuestra sociedad y entorno terrestre:

- 1) Aprovechar aún más nuestros recursos minerales y energéticos en forma ambientalmente amigable.
- 2) Fomentar la utilización de energías ambientalmente limpias, tales como la hidroeléctrica, geotérmica, eólica, etc.
- 3) Realizar construcciones e infraestructura en general segura y con materiales de buena calidad.
- 4) Fomentar la educación de las geociencias en la enseñanza primaria y secundaria.
- 5) Promover el reciclaje y rehusos de diversos productos como el vidrio, incluyendo la producción de biogas, y reducir la contaminación ambiental.
- 6) Regular y proteger el suministro de agua potable (superficial y subterránea) y reciclarla en la medida de lo posible.
- 7) Fortalecer el gremio geológico Centroamericano y Latinoamericano, así como la interrelación de los Servicios Geológicos.



Enid Gamboa Robles, Presidenta
IX Congreso Geológico de América Central



Guillermo E. Alvarado Induni
Presidente Comité Científico

Organizadores



DIRECCION DE GEOLOGIA Y MINAS



Patrocinadores



Auspiciadores





PROGRAMA



DIRECCION DE GEOLOGIA Y MINAS



	Martes 01 julio	Miercoles 02 julio	Jueves 03 julio	Viernes 04 julio
7:00		Inscripción		
8:00		<i>Introducción a cargo del Comité Organizador y Enid Gamboa como presidenta del Congreso</i>		
8:15		<i>La Geología en América Central: ¿Quo Vadis? G. Alvarado</i>	<i>Los recursos minerales en las economías pequeñas L. Gundersen</i>	<i>Participación del Servicio Geológico Checo en la investigación geológica de América Central P. Mixa</i>
9:00 9:15		Café	Café	Café
9:15 12:00		Petrología, Mineralogía, Vulcanismo y Geotermia Salón Greco Estratigrafía, Paleontología y Paleogeografía Salón Agua Marina Geología Ambiental Salón Velásquez	Hidrogeología y Geol. Aplicada Salón Greco Tectónica y sismicidad Salón Agua Marina Rec. Minerales y energéticos Salón Velásquez	Hidrogeología y Geol. Aplicada y Amenazas Naturales Salón Greco Amenazas naturales Salón Agua Marina Geoturismo y geoarqueología Salón Velásquez
12:30		Almuerzo R. Ánfora	Almuerzo R. Ánfora	Almuerzo R. Ánfora
1:45		<i>La naturaleza de los desastres: Reflexiones acerca de sus causas y consecuencias en América Latina y el Caribe S. Mora</i>	<i>Aguas subterráneas en América Central: ¿Está garantizado el recurso en el futuro? S. Arredondo</i>	<i>Aspectos geológicos del proyecto de ampliación del Canal de Panamá P. Franceschi</i>
2:35 5:15		Petrología, Mineralogía, Vulcanismo y Geotermia Salón Greco Estratigrafía, Paleontología y Paleogeografía Salón Agua Marina Geología Ambiental Salón Velásquez	Hidrogeología y Geol. Aplicada Salón Greco Tectónica y sismicidad Salón Agua Marina Rec. Minerales, energéticos, Amenazas naturales y SIG Salón Velásquez Mujeres y geociencias Salón Coral	<i>Educación e investigación geocientífica y geotecnológica como generadores de desarrollo para América Central P. Denyer</i> MESA REDONDA Moderador: L.D. Morales
5:30 6:15		<i>Progresos y problemas del estudio del arco volcánico de América Central M. Carr</i>	<i>Terrenos geológicos de América Central P. Baumgartner</i>	Elección próximo congreso Premio Nacional
7:00 9:30	Inauguración T. M. Salazar E. Gamboa Gobierno CR El rol de la geología en el bienestar de la humanidad L. Gundersen Emisión Filatélica Artista F. Piedra	Coctel Mina Crucitas		Coctel CGCR

Charla inaugural Teatro Melico Salazar

Martes 01 de julio The role Geology plays in the well-being of humanity
L. Gundersen

Charlas Magistrales (03 - 04 de julio) Salón Greco

Jueves 03 Mineral Resources in Small Economies
8:15 a.m. **L. Gundersen**

Miercoles 02 La Geología en América Central: ¿Quo Vadis?
8:15 a.m. **G.E. Alvarado**

Miercoles 02 La naturaleza de los desastres: Reflexiones acerca de sus causas y consecuencias
1:45 p.m. en América Latina y el Caribe
S. Mora

Miercoles 02 Progress and problems in volcanism and geochemistry in Central America: the
5:30 p.m. roles of geologic history, the structure and stratigraphy of the upper and lower
plates, and tectonics
M.J. Carr

Jueves 03 Recent studies on geologic terrenos of Central America
5:30 p.m. **P.O. Baumgartner, K. Flores, D. Buchs, A.N. Bandini &C.
Baumgartner-Mora**

Jueves 03 Aguas subterráneas en América Central: ¿Está garantizado el recurso futuro?
1:45 p.m. **S.G. Arredondo**

Viernes 04 Participación del Servicio Geológico Checo en la investigación geológica de
8:15 a.m. América Central
P. Mixa & Petr Hradecký

Viernes 04 Aspectos geológicos del proyecto de ampliación del Canal de Panamá
1:45 p.m. **P. Franceschi**

Viernes 04 Educación e investigación geocientífica y geotecnológica como generadores de
2:35 p.m. desarrollo para América Central
P. Denyer

Mesa Redonda (04 de julio) Salón Greco 3:15 p.m.

Retos de la Geología en América Central: el rol futuro de los geocientíficos e instituciones

Moderador: L. D. Morales

CHARLAS**Miércoles 02 de julio****Salón Greco****Petrología, Mineralogía, Vulcanismo y Geotermia**

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Estratigrafía del Área Metropolitana de San Salvador, El Salvador
W. Hernández
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Southern Central American Jurassic to Miocene oceanic complexes and the evolution of the Galápagos hotspot
E. Gazel, P. Denyer, K. Hoernle, B. Lissinna, F. Hauff, P. van den Bogaard & G.E. Alvarado
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Resultados preliminares del levantamiento geológico de la hoja Miramar, escala 1: 50 000. Cooperación geológica Costa Rica – República Checa
V. Žáček, P. Kycl, S. Huapaya, Z. Pécskay, T. Vorel, P. Mixa, R. Grygar, V. Metelka, P. Hradecký & J. Sevcík
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Mineralogía de las rocas volcánicas (Cretácico al Presente) de Costa Rica: Un avance de investigación
C.E. Delgado, M. Monge, M.A. Mora, J.A. Salazar, I. Sanabria, D. Sánchez, A. Ulloa, M. Bonilla, J.P. Camacho, M. Rojas, G.E. Alvarado & L.C. Patino
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Magmatic components of Poás volcano, Costa Rica
P. Ruiz, E. Gazel & M.J. Carr
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. The Galápagos-OIB signature of the central Costa Rican volcanic front: Implications for arc-hotspot interaction
E. Gazel, M.J. Carr, K. Hoernle, M.D. Feigenson, F. Hauff, D. Szymanski & P. van den Bogaard
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. El volcán Nevado del Huila (Colombia) y sus erupciones en el 2007
B. Pulgarín, C. Cardona, C. Santocoloma & A. Agudelo
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Nacimiento y crecimiento del volcán Arenal, Costa Rica
G.J. Soto & G.E. Alvarado
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Paisajes volcánicos de la Patagonia extracordillerana, Argentina
E. Masón
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. Coladas de lava formadoras de abanicos de bloques en el volcán Arenal (Costa Rica): mecanismos, facies e implicación para los estudios aplicados de terrenos volcánicos
G.J. Soto

- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. Incrustaciones de silicato de hierro amorfo en tuberías superficiales en el Campo Geotérmico Miravalles, Costa Rica: Caracterización y condiciones geoquímicas de su formación
A. Rodríguez
- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. Actividad sísmica y eruptiva del volcán San Cristóbal, Nicaragua, en abril del 2006
V. Tenorio, M. Navarro, W. Strauch & A. Saballos

Miércoles 02 de julio

Salón Agua Marina

Estratigrafía, Paleontología y Paleogeografía

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Primer registro de Pampatheridae en Costa Rica (Formación Curré, Hemphilliano Temprano): la evidencia más temprana del inicio del Intercambio Faunístico entre las Américas vía América Central
C. Laurito & A.L. Valerio
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Estratigrafía de pozos como un aporte al conocimiento de la geología del Cuaternario del Valle de El Guarco (Cartago), Costa Rica
E. Quintanilla, G.E. Alvarado, C. Marín & M. Durán
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Moluscos y corales del Pleistoceno Medio-Tardío de Venezuela, como evidencia de conexión marina somera con el Océano Pacífico
O. Macsotay & M. Gil
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Cronoestratigrafía del Terciario mediante nanofósiles calcáreos en el Campo Orucual, Área Norte de Monagas, Cuenca Oriental de Venezuela
L.M. Quintana
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Modelado sísmico bidimensional de las cuencas de Barquisimeto y Cabudare en el Estado Lara (Venezuela) a través del análisis de perfiles de sísmica de refracción
C. Morales, C. Reinoza, C. Sánchez, J. Ávila & M. Schmitz
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Interrelación entre carbonatos paleozoicos metamórficos y no metamórficos de los Andes, de la Formación Palmarito en los estados de Trujillo y Portuguesa, Venezuela
N. Belandria, L. Valero & F. Bongiorno
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Malacofauna Pacífica del Cretácico Tardío (Campano-Maastrichtiense) en la cobertura sedimentaria de la Napa de Villa de Cura, Venezuela
O. Macsotay
- 2:35 p.m. - 2:55 p.m. Camelidae, Lamini fósiles de la Formación Curré (Hemphilliano temprano cuspidal), cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas, Costa Rica
A.L. Valerio & C. Laurito

- 2:55 p.m. - 3:15 p.m. Palinología de los ambientes transicionales del Mioceno en Costa Rica
M.I. Sandoval & C.A. Jaramillo
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Cómo estudiar fósiles con las herramientas actuales de reconstrucción filogenética
A.P. Retana-Salazar
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. Evidencias geológicas de cambios climáticos, playa de Doña Ana, Pacífico, Costa Rica
T. Aguilar & R. Granados
- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. Primeras descripciones de palinomorfos no polínicos como importantes indicadores paleoambientales en el sur de Costa Rica
S. Medeanic, N. Zamora & I.C.S. Corrêa
- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. Análisis en perspectiva de los prospectos petroleros perforados en la cuenca sedimentaria Limón Sur
A. Astorga & L. Campos

Miércoles 02 julio

Salón Velázquez

Geología Ambiental y Cambio Climático

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Propuesta de valoración económica del daño ambiental en proyectos de explotación de materiales líticos en cauce de dominio público
A.S. Huapaya
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Historical coastal evolution of the Puntarenas sand bar, Costa Rica
P. Denyer, G. Cárdenes & S. Kruse
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Manejo adecuado de los desechos sólidos en Costa Rica
O. Guzmán & G. Sibaja
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Ubicación de sitios aptos para la disposición de desechos sólidos al oeste del Valle Central, Costa Rica
E. Badilla, W. Rojas & I. Vargas
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Geochemistry of Late Quaternary sediments from Lake Tecomulco, central Mexico: implication to chemical weathering, provenance and paleo-hydrology
P.D. Roy, M. Caballero, R. Lozano, T. Pi, W. Smykatz-Kloss & I. Israde
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Análisis de la situación ambiental y de aspectos del ordenamiento territorial para tres zonas propuestas para la construcción de una refinería en la costa del pacífico de Nicaragua
J. Mejía, L. Zúñiga, J. Martínez, G. Bonilla, A.L. Rivas, R. Alemán, E. Espinales, B. Norori, E. Pérez & N. Blanco

- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Sedimentation and environmental problems of Moa Bay, a lagoon in eastern Cuba: an introductory overview
H.-J. Gursky, G. Orozco, Y. Cervantes, A. Pierra & A. Schwarzer
- 2:35 p.m. - 2:55 p.m. Sedimentología del frente costero del Puerto de Altamira, en el sur de Tamaulipas, México
A.L. Ramírez, F.J. Carrillo & G. Sánchez
- 2:55 p.m. - 3:15 p.m. La memoria de los paleosuelos del Nevado de Toluca: Un registro de estabilidad geomórfica y cambio ambiental durante el Cuaternario Tardío
C. Jasso-Castañeda, J.E. Gama-Castro, E. Solleiro-Rebolledo & S. Sedov
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Estudios geoquímicos para la determinación de elementos contaminantes generados por la minería aluvional en la región de Icabarú, Santa Elena de Uairén, Estado de Bolívar, Venezuela
J. A. Newman, D.T. Newman, A.J. Rojas, A.L. Gandini & S.I.R. Torres
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. The São Francisco river system between Três Marias e Pirapora Minas Gerais, Brazil. Heavy element distribution controlled by human activities and natural factors in time and spatial distribution
A.H. Horn, H. Baggio, M.R. Oliveira, V.R. Elizêne, W.M. Trindade, N. Souza & J.T. Ferreira
- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. The use of geothermal techniques in the Pirapora region, Minas Gerais, Brazil. Geological environment and economic aspects
H. Baggio, J.A. Oliveira & A.H. Horn
- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. Heavy metal contamination of stream/bed sediments in the Formoso River Basin, Minas Gerais, Brazil
H. Baggio, H.A. Horn & J.S. Oliveira
- 4:35 p.m. - 4:55 p.m. Arsénico, antimonio y otros elementos tóxicos en aguas subterráneas que son consumidas en la ciudad de Zimapán (Estado de Hidalgo, México)
J. Núñez & X. Font
- 4:55 p.m. - 5:15 p.m. Estudio de contaminación por hidrocarburos tipo BTEX en el plantel de RECOPE, Moín, Limón (Costa Rica)
G. Guzmán

Jueves 03 de julio

Salón Greco

Hidrogeología y Geología Aplicada

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Estudio hidrogeológico de la subcuenca de los ríos Pansiguis y Cushapa en Jalapa, Guatemala
I. Herrera & E. Orozco
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. El recurso agua y su disponibilidad para el año 2020 en Azuero, Panamá
A.E. Ruiz
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Hidrogeología y evaluación de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero del Valle de Chimaltenango, en el altiplano central de Guatemala
E.O. Orozco & I. R. Herrera
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Impacto de la actividad antropogénica en los acuíferos de poros y grietas de Linares, Nuevo León, México
H. de León-Gómez, L.G. Lizárraga-Mendiola & F. Medina-Barrera
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Efecto del cambio climático global en la recarga del acuífero de Santa Cruz, Costa Rica
M.E. Arias & H. E. Zúñiga
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Zonificación hidrogeológica y manejo de recursos hídricos en el Pacífico Sur de Costa Rica, planes reguladores de Pérez Zeledón, Osa y Golfito
M. Losilla
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Recarga potencial de los acuíferos Colima y Barva, Valle Central, Costa Rica
R. Ramírez
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Determinación de la recarga hídrica natural (por precipitación) de la subcuenca del río Panajachel, Cuenca del Lago de Atitlán, Solota, Guatemala
T.A. Padilla
- 2:35 p.m. - 2:55 p.m. Cimentación de estructuras en laderas con alta pendiente
G. Laporte
- 2:55 p.m. - 3:15 p.m. Tratamiento en la fundación de una presa de gravedad de concreto compactado con rodillo, en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, Costa Rica
N. Ramírez, M. Jiménez & J. Piedra
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Deslizamiento de Mina Bellavista, primeras medidas de remediación
J. Masís & K. Bolaños
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. Spatial distribution, SiO₂ characteristics, behavior and triggering mechanisms of landslides in Nicaragua
G. Dévoli, W. Strauch, A. Morales & G. Chávez
- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. Compilación de característica de cortinas de impermeabilización en sitio de presa de proyectos hidroeléctricos del ICE en Costa Rica
L.F. Barrantes, A. Vargas, C. Chaves & J. Barrantes

- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. Determinación de la profundidad del basamento rocoso en obras ingenieriles
A.J. Hernández & J. Acosta
- 4:35 p.m. - 4:55 p.m. Resultados del proceso constructivo de la cortina de impermeabilización de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, Costa Rica
C. Chaves
- 4:55 p.m. - 5:15 p.m. Los suelos expansivos de la ciudad de Limón, Costa Rica: implicaciones constructivas y de mantenimiento
R. Mora
- 5:15 p.m. - 5:30 p.m. Proyecto CAPRA
S. Mora

Jueves 03 julio

Salón Agua Marina

Tectónica y Sismicidad

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Estudio de efecto de sitio en el área urbana de la ciudad de Masaya, Nicaragua
R. López
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Mesozoic evolution of Central American terranes – a new approach
K. Flores, P.O. Baumgartner, G.M. Stampfli, D. Buchs & A.N. Bandini
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Uplift of Cóbano surface in response to the subduction of the Fisher Ridge, Nicoya Peninsula, Costa Rica
W. Montero & P. Denyer
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Contemporary shearing on the Tucurrique fault: evidence for an active pull-apart basin at Pejibaye, Costa Rica
K.T. MacDannell, J.C. Lewis & W. Montero
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. An onshore/offshore seismic reflection/refraction study of the Costa Rican Volcanic Arc and subducting Cocos Plate
W.S. Holbrook, D. Lizarralde, H. van Avendonk, P. Denyer, C. Ramírez, C.A. Vargas & TICO-CAVA team
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Sismicidad en la Península de Nicoya y la Cordillera Volcánica de Guanacaste, Costa Rica
W. Taylor
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Constrained 3D density model of the upper crust from gravity data interpretation for the Central Volcanic Range of Costa Rica: fluid and volatile pathways and reservoirs for the southeastern end of the Quaternary Central American Volcanic Arc
O.H. Lücke, H.-J. Götze, G.E. Alvarado, S. Schmidt & D. Fairhead
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Co-seismic coastal uplifting of the Caribbean coast of Costa Rica
P. Denyer & J. Cortés

- 2:35 p.m. - 2:55 p.m. New local seismic networks and disaster prevention measures at volcanoes Cerro Negro and Telica, Nicaragua
E. Talavera, A. Morales, M. Herrera, W. Strauch & H. Castillo
- 2:55 p.m. - 3:15 p.m. Tectonic geomorphology and forearc deformation along the Nicoya Peninsula seismic gap, Costa Rica
J.S. Marshall, E.J. LaFromboise, J.D. Utick, F. Khaw, S.C. Morrish, P. Piestrzeniewicz, R.C. Gilbert, T.W. Gardner & M. Protti
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Red GPS “ZFESNET” para el estudio de la evolución del ciclo sísmico de deformaciones y esfuerzos asociados a la Zona de Falla de El Salvador.
A. Staller, J.J. Martínez-Díaz, B. Benito, D. Hernández, M. Díaz, C. Pullinger, C. DeMets, C. Canora, J.A. Álvarez-Gómez & M. Béjar
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. Characteristics of the seismicity of the calderas of Masaya and Apoyo, Nicaragua
F. Segura
- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. Deformación del batolito peninsular Baja California, México con evidencia paleomagnética
R. Contreras, J. Pineda & G. Villeda
- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. Neotectónica de la falla Nejapa, porción oeste del graben de Managua, Nicaragua
F. Espinoza, A. García-Palomo & D. Rodríguez
- 4:35 p.m. - 4:55 p.m. Terremoto de magnitud $M_L = 5,7$ al sur de la Isla Ometepe en el Lago de Nicaragua, 3 de agosto de 2005
V. Tenorio, W. Strauch, E. Talavera, A. Morales, E. Mayorga, F. Segura, A. Álvarez & A. Saballos
- 4:55 p.m. - 5:15 p.m. Integrated neo-paleostress and Coulomb failure stress modeling as a reliable and cheap tool in the designing of an underground powerhouse in the vicinity of the Costa Rica subduction zone
A. López

Jueves 03 julio

Salón Velásquez

Legislación Minera, Recursos Minerales y Energéticos

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Legislación Minera de Costa Rica
R.M. Ovares
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. La digitalización del padrón minero costarricense: De un sistema análogo basado en posición relativa a un sistema digital geo - referenciado
E. Gamboa & F.L. Céspedes

- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Producción de agregados: optimización de su uso en la construcción de Proyectos Hidroeléctricos
E. Garita
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Aplicaciones que agregan valor a la fragmentación en voladuras
O. Reyes & C. Guerrero
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Minerales industriales de Centro América
F. Alvarado
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. El sistema mineralizado Bejucosa - Panamá
A. E. Ruiz
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Correlación geoquímica de la Formación Descartes: aplicaciones para la producción de clinker. CEMEX de Costa Rica, Colorado de Abangares
P. Ruiz & J.H. Salazar
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Estabilidad del perfil longitudinal de la parte baja de la cuenca Grande de Tárcoles debido a las extracciones de materiales de construcción, Costa Rica
R. Ramírez
- 2:35 p.m. - 2:55 p.m. Estudio y modelización cuantitativa del impacto ambiental generado por la explotación minera en los depósitos de arenas volcánicas del suroeste de Cerro Motastepe, Managua, Nicaragua
T.E. Obando
- 2:55 p.m. - 3:15 p.m. The use of stable isotopes in the exploration for ore deposits: An example in the Oquirrh Mountains (Utah, USA)
S.M. Murillo
- 3:15 p.m. - 3:35 p.m. Estudio de hidrogas en Costa Rica
W. Rojas & G. Leandro
- 3:35 p.m. - 3:55 p.m. Caracterización tipológica de los diamantes de la región de Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar, Venezuela
J.A. Newman, D.T. Newman Carvalho, A.J. Rojas, A.L. Gandini, & S.I.R. Torres
- 3:55 p.m. - 4:15 p.m. Análisis geoquímico del contenido metálico de las aguas del río Ciruelas, en los alrededores de la mina Bellavista, Miramar, Puntarenas, Costa Rica
K. Bolaños & A. Arauz
- 4:15 p.m. - 4:35 p.m. La minería aurífera artesanal en Costa Rica: análisis del caso de Las Juntas de Abangares en Guanacaste
S. Ruíz
- 4:35 p.m. - 4:55 p.m. Políticas mineras en Costa Rica, una nueva alternativa de desarrollo en el país y su proyección en Centro América
M. Salazar

Jueves 03 de julio
Salón Coral

Conversatorio Mujeres & Geociencias
Los retos de nuestra práctica profesional
2:35 p.m. - 5:15 p.m.

Viernes 04 de julio
Salón Greco

Hidrogeología, Geología Aplicada y Amenazas Naturales

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Evaluación de riesgos geotécnicos ambientales generados por procesos geodinámicos externos en asentamientos urbanos populares en Venezuela
C.A. Padrón
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Determinación de las zonas de recarga potencial en la cuenca del río Andamojo, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.
D. Camacho
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Mapa geológico de la cadena volcánica nicaragüense
P. Hradecký, E. Stanik, V. Rapprich, P. Havlíček, B. van Wyk de Vries, A. Álvarez, S. Mrázová, V. Žáček, J. Sebesta
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Geodiversidad en Brasil: consolidación de soluciones en ordenamiento territorial
N.C. Diniz & C.R. da Silva
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Caracterización hidrogeológica de la finca Siete Manantiales y de la parte alta de la microcuenca del río María Aguilar, cantón La Unión, provincia de Cartago, Costa Rica
I. Vargas & G. Schosinsky
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Mapa hidrogeológico para el desarrollo del área de Trifinio, América Central.
W. Hernandez, G. Jirón & I. Guerrero
- 11:15 a.m. - 11:35 a.m. Tsunami disaster prevention measures for Masachapa, Nicaragua
M. Sánchez, E. Mejía, E. Talavera, M. Herrera & W. Strauch
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Seismic hazard of an area near San Rafael del Sur, Western Nicaragua
T. Obando & E. Rivera

Viernes 04 julio
Salón Agua Marina

Amenazas Naturales y Sistemas de Información Geográfico en Geociencias

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Efectos de las precipitaciones pluviales en la generación de riesgos por deslizamientos e inundaciones de los departamentos de Sonsonate, San Miguel y La Unión, El Salvador, Centro América
F.A. Aguirre
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Nuevos Resultados de Amenaza Sísmica para Centroamérica
Ma. B. Benito, W. Rojas, A. Climent, E. Molinat, G. Marroquín, E. Talavera, J. J. Escobar, E. Camacho & C. Lindholm
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Estudio de Amenazas naturales y antrópicas en la Cuenca del Río Pirrís, Costa Rica
Á. Climent, R. Barquero, R. Valdez, O. Arias, A. Estrada, J. Bonilla, S. Arce, R. Chavarría, R. Vásquez, M. Chinchilla, C.A. Rodríguez, P. Machado, I. Mora, M. Ureña, J. Méndez & L.F. Artavia
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Estudios de amenaza por fallamiento superficial en Managua, Nicaragua
A. Álvarez & M. Echaverry
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Descripción de los eventos dinámicos sobre el cauce en el río Parrita (Costa Rica) durante los últimos años
Y. Fallas
- 10:55 a.m. - 11:15 a.m. Reconocimiento de correntadas rápidas, inundación desastrosa y deslizamientos en Matagalpa, Nicaragua, ocurridos el 17 de octubre de 2007, a causa de intensas lluvias
W. Strauch, A. Álvarez & A. Muñoz
- 11:15 a.m. - 11:35a.m. Educación virtual en prevención de desastres utilizando un sitio Web: Modelo conceptual
L.G. Obando & C. Jiménez
- 11:35 a.m. - 11:55 a.m. Evaluación preliminar del peligro por caída de tefra asociada al volcán Concepción, Nicaragua
J.A. Saballos, M. Diez, A. Volentik & C.B. Connor

Viernes 04 julio **Salón Velásquez**

Geoturismo y Geoarqueología

- 9:15 a.m. - 9:35 a.m. Cavernas y karst de la Zona Sur de Costa Rica: una opción para el desarrollo geo-turístico
A. Ulloa, C. Goicoechea, G. Quesada & R. Guevara
- 9:35 a.m. - 9:55 a.m. Geoarqueología del Monumento Arqueológico Guayabo, Turrialba, Costa Rica
L.G. Obando & G. Peraldo
- 9:55 a.m. - 10:15 a.m. Arqueofísica del sitio Jesús María (A-321 JM), San Mateo de Alajuela, Costa Rica
G.O. Maloof & M.E. Arias
- 10:15 a.m. - 10:35 a.m. Guía virtual de la ruta geoturística del noroeste de Costa Rica
L. Campos & A. Astorga
- 10:35 a.m. - 10:55 a.m. Mapas de riesgos medioambientales
M.A. Bernabé & S. Falasca

PÓSTERES

Miércoles 02 de julio

Petrología, Mineralogía, Vulcanismo y Geotermia

Distribution of volcanoes in Central America
D.A. Dondero & M.J. Carr

Volcanic hazards of Telica, Cerro Negro and El Hoyo volcanoes, Nicaragua
M. Navarro, T. Asahina & W. Strauch

Hazards map of Momotombo volcano (Nicaragua)
M. Navarro, I.A. Farraz & M.A. Alatorre-Ibargüengoitia

Cartografía geológica de la ladera oeste de la caldera volcánica de la Laguna de Apoyo, Nicaragua
M. Echaverry

Fuentes termales y minerales en Costa Rica: Una base digital para SIG
A. Vargas, G.E. Alvarado, G.J. Soto, A. Vargas, J.F. Fernández, J. Bundschuh, A. Yock & G. Leandro

¿Cuán extensa y voluminosa es la Formación Tiribí, Costa Rica? Nuevos hallazgos y reinterpretaciones
G.J. Soto, W. Pérez & S.G. Arredondo

Medición de la temperatura del suelo en agujeros de hasta 1,5 m de profundidad en el área de posible interés geotérmico del complejo volcánico Rincón de la Vieja
E.C. Hakanson

Experience with NOVAC Scanning MiniDOAS instruments at San Cristóbal and Masaya volcanoes, Nicaragua
M. Herrera, L. Gutiérrez, W. Strauch & A. Morales

Deformación inducida por el campo de coladas de lava del volcán Arenal (Costa Rica), entre los años 1986 y 2000
M. Mora, P. Lesage, G.J. Soto, G.E. Alvarado, D.O. Dorta & G. Wadge

Reconstruction of the geologic history of the north side of Poás volcano
P. Ruiz, M.J. Carr, G.E. Alvarado & B. Turrin

Las extraordinarias erupciones de azufre del 2005-2006, Volcán Poás, Costa Rica
R. Mora-Amador, C. Ramírez & G.E. Alvarado

GIS-technology in the study of volcanic gas emission: Poás volcano, Costa Rica
N. Morales-Simfors, Å. Sivertun & J. Harraldson

Lluvia ácida en el volcán Turrialba (Costa Rica): abril 2007 – abril 2008
G.J. Soto, J.F. Fernández, M. Rojas & C. Paniagua

Utilización de niveles piroclásticos como niveles de guía cronoestratigráficos en la industria del petróleo, Sierras Subandinas, noroeste Argentina
R. Pereyra, R. Becchio, R. Hernández, J.G. Viramonte & A. Schultz

Fuentes alternativas de magmas silíceos durante el ciclo famatiniano del borde occidental del Gondwana, Paleozoico Inferior, Noroeste de Argentina
R. Becchio, J.M. Viramonte, A. Castro, C. Fernandez, A. Sola & I. Moreno

Geochemical interpretation of the source of Turrialba volcano, Costa Rica, using aggregated fractional melting and fractional crystallization models
N. Sou, E. Gazel, M.J. Carr & M.D. Feigenson

Geología de la hoja Naranjo (1: 50 000), Costa Rica
P. Durán, V. Rojas & G.E. Alvarado

Las lavas del Cerro Minas (Mioceno Inferior): Un ejemplo de cuerpos subvolcánicos coetáneos con la sedimentación de la Formación Pacacua
G.E. Alvarado & D. Gamboa

The coarse-grained volcanoclastic units of the Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica: frequently neglected or misunderstood – but important and significant!

A. Schwarzer & H.-J. Gursky

Nicoya Complex: a Cretaceous plateau containing Middle Jurassic to Cretaceous radiolarite blocks

P. Denyer & P.O. Baumgartner

Volcanic hazards at Concepción volcano, Nicaragua, and recommendations for hazard mitigation

M. Diez, C. Connor, M. Navarro, W. Strauch, V. Tenorio, L. Tenorio & R. Aviles

Miércoles 02 julio

Geología Ambiental y Cambio Climático

El “Gran Cañón de Somoto, Nicaragua”-Fenómeno geológico de potencial turístico

V. Žáček, P. Kycl, P. Hradechý, J. Sevcík, V. Metelka, I. Baron & Z. Pécskay

Aspectos geoambientales relevantes del campo geotérmico Las Pailas (Guanacaste, Costa Rica)

M.A. Barrantes

La memoria del suelo como un registro adicional de los cambios ambientales ocurridos en México durante el Cuaternario Superior

B.H. Cabadas, R.E. Solleiro & S. Sedov

El glaciar 15 del Antisana, Ecuador: Trece años de investigaciones glaciológicas

B. Cáceres, F. Bernard, V. Favier, G. Bontron, P. Tachker, R. Bucher, J.D. Taupin, M. Vuille, L. Maisincho, B. Cáceres, F. Bernard, V. Favier, G. Bontron, P. Tachker, R. Bucher, J.D. Taupin, M. Vuille, L. Maisincho, F. Delachaux, J.P. Chazarin & E. Cadier

Dust particles (>50 μm ; PM₁₀, 5, 2,5) emitted from Ferroligas plants in Pirapora and Varzêa da Palma, Minas Gerais, Brazil. Chemical composition, granulometry, mineralogy and probable ambient impacts in this region

A.H. Horn, H. Baggio, W. Magalhães, L.S. Braga, B.S. Breno

Miércoles 02 de julio

Estratigrafía, Paleontología y Paleogeografía

Análisis de las biofacies del río Corredores, Formación Charco Azul, Mioceno-Plioceno, Costa Rica
T. Aguilar, B. Acevedo & A. Ulloa

Atlas virtual de la geología de la cuenca sedimentaria Limón Sur, Costa Rica
L. Campos

Tectonic evolution and paleogeography of the Mesozoic Pucará Basin, Central Peru
S. Rosas, A. Tankard & L. Fontboté

Tipos petrográficos y aspectos sedimentológicos de la Quebrada Concha, flanco sur del Cerro Dragón, Costa Rica
L. Campos

Geología de la parte este de la hoja Dota 1: 50 000, aparición del Paleoceno en la estratigrafía
L.G. Obando

Los primeros mapas geológicos en América Central (1858-1937)
G.J. Soto

Anomalías de distribución paleogeográfica de rudistas (moluscos: bivalvia) en el Eocretácico de Venezuela
O. Macsotay

La destrucción de la Provincia Gatúnica Neógena en Venezuela y Trinidad. Bivalvos
O. Macsotay & T. Peraza

Frasnian-Famennian extinction and its influence on rugosa corals in North-West Esfaraïen (Eastern Alborz-Iran)
B.M. Kordghadimi, K. Khaksar & A.R. Ashouri

Alborziphyllinae, a new Late Devonian rugosa corals subfamily
K. Khaksar, M.A. Abbasi & A.R. Ashouri

Oribatid mite analysis of the archaeological site at kvitevoll, Western Norway
A. De la Riva Caballero, T. Solhøy & A. Retana

Un nuevo género fósil del grupo de los Aelothripoideos
A.P. Retana-Salazar & S. Wedermann

Mesozoic radiolaria from the Bermeja Complex (Puerto Rico) – Implications in the origin of the Caribbean Plate
A.N. Bandini, P.O. Baumgartner, K. Flores & D. Buchs

Jueves 03 julio

Tectónica y Sismicidad

Earthquake hazard maps for Managua and surroundings, Nicaragua

C. Guzmán, O. Nishi, I. Katayama, W. Strauch & G. Chávez

Some characteristics of the Nicaraguan Subduction Zone

F. Segura

Instalación de una red sísmica en Honduras y primeras experiencias en su uso

W. Strauch, Á. Rodríguez & J.J. Reyes

Registration and processing of seismic network data at INETER, Nicaragua

W. Strauch

Nicaraguan seismic network – 2008

W. Strauch, E. Talavera, V. Tenorio, A. Morales, M. Herrera & A. Acosta

Estudio del fallamiento superficial en el antiguo Centro de Managua, Nicaragua, destruido por el terremoto de 1972

E. Mayorga & W. Strauch

Curvature analysis of the gravity field of Costa Rica

O.H. Lücke, H.-J. Götze, S. Schmidt, G.E. Alvarado, W. Montero & D. Fairhead

Características tectónicas y paleosismicidad de la falla Cote-Arenal, Costa Rica

M. Bonilla, M. Calderón, J.P. Camacho, M. Rojas, C.E. Delgado, M. Monge, M.A. Mora, J.A. Salazar, I. Sanabria, D. Sánchez, A. Ulloa, G.E. Alvarado, G.J. Soto

Stress field map of Costa Rica: The Sigma Project

A. López, J.S. Marshall, A.L. Chinchilla, P.B. Sak, S. Chiesa, G.E. Alvarado, E. Gazel, & M. Calderón

Escenarios del terremoto de Piedras Negras en 1990 y el de Cartago en 1910

A. Moya

Inversión de efecto de sitio y factor Q para Costa Rica

A. Moya

Estudio sismotectónico para el P.H. Toro 3, Costa Rica

R. Barquero, I. Boschini & G.E. Alvarado

Resultados de más de una década de monitoreo geodinámico en la Península de Nicoya, Costa Rica

M. Protti, V. González, S. Schwartz, T. Dixon, T. Kato & Y. Kaneda

Caracterización de las superficies de aplanamiento de la península de Nicoya, Costa Rica
C.A. Vargas, W. Montero, P. Denyer & E. Badilla

Tectonoestratigrafía geo-resistiva en un perfil de la fila Costeña, Costa Rica
A. López, M. Ávila, A. Cerdas, K. Pérez & J. Murillo

Jueves 03 julio

Legislación Minera, Recursos Minerales y Energéticos

Piedras semipreciosas, recurso para producción de artesanía en América Central
J. Sevcík & N. Jarove

Evolución de los fluidos mineralizantes del Campo Pegmatítico de Marilac, Minas Gerais, Brasil
D.T. Newman Carvalho, J.A. Newman, A.J. Rojas & S.I.R. Torres

Interpretación geofísica de los depósitos de topacio imperial presentes en el eje E-W del Anticlinal de Mariana, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
A.J. Rojas, M.S.C. Barbosa, A.L. Gandi, D.T. Newman Carvalho, J.A. Newman, R.D.A. Hernandez & S.I.R. Torres

Control estructural de la mineralización de topacio imperial en el Cuadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, República Federativa de Brasil
A.J. Rojas, I. Endo, A.L. Gandini, R.M.S. Bello, D.T. Newman, J.A. Newman, S.I.R. Torres & R.D.A. Hernandez

Caracterización química y mineralógica del topacio imperial del Distrito Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
A.J. Rojas, P.E. Hoffmann, J.A. Lobo, J.A. Newman, D.T. Newman, S.I.R. Torres & R.D.A. Hernandez

Interpretación estadística de las características morfológicas del diamante de la Región de Santa Elena de Uairén, Estado de Bolívar, Venezuela
J.A. Newman, D.T. Newman Carvalho, A.J. Rojas, A.L. Gandini, & S.I.R. Torres

Morfología de las inclusiones fluidas del Berilo de la Pegmatita Lavra da Generosa, Campo Pegmatítico de Sabinópolis, Minas Gerais, Brasil
D.T. Newman Carvalho, J.A. Newman, A.J. Rojas & S.I.R. Torres

Estudios petrográficos y microtermométricos de las inclusiones fluidas presentes en los Berilos de las pegmatitas del Distrito de Santa María de Itabira, Minas Gerais, Brasil
D.T. Newman Carvalho, J.A. Newman, A.J. Rojas & S.I.R. Torres

Estudio petrográfico de las inclusiones fluidas presentes en el topacio imperial del Distrito de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

A.J. Rojas, D.T. Newman Carvalho, J.A. Newman, S.I.R. Torres & R.D.A. Hernandez

Aplicaciones del espectrómetro Raman dispersivo en los minerales: el caso de Leoben, Austria

D. Villagra

Los minerales industriales en lo cotidiano

F. Alvarado

Jueves 03 de julio

Hidrogeología y Geología Aplicada

The application of electrical methods in exploration for underground water sources in the River Malacatoya sub-basin, Nicaragua 2005-2008

L. Sequeira & Ó. Escolero

Características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas del sistema acuífero de Tecozautla (Estado de Hidalgo, México)

J. Núñez, T. Camargo, X. Font & M. Viladevall

Análisis de la demanda del recurso hídrico en la microcuenca del río Ciruelas (Costa Rica) de acuerdo con las actividades socio-económicas

K. Masís & N. Gómez

Geología de la península Descartes (Costa Rica), una visión hidrogeológica

G.J. Soto, S.G. Arredondo & A. Vargas

Caracterización geo-eléctrica de la corteza laterítica utilizando SEV PI en el sector SY-1, Cuba

A.J. Hernández, A. Rodríguez & W. Lavaut

Relación entre la susceptibilidad magnética y la velocidad de sedimentación en el sector NC-1, Cuba

A.J. Hernández, A. Rodríguez & W. Lavaut

Viernes 04 julio

Amenazas Naturales y Sistemas de Información Geográfico en Geociencias

Mapeo con base en SIG para evaluar amenazas geológicas e hidro-meteorológicas para 90 proyectos de viviendas de bajo costo en Nicaragua

W. Strauch, A. Muñoz, M. Blanco, C. Collado, A. Castellón & N. Acosta

Establecimiento de un SIG Geo-Riesgos para la región centroamericana

V. Gutiérrez, W. Strauch, A. Castellón, N. Acosta, R. Schmidt, S. Schillinger & L. Feldhaus

Use of Web technology for comprehensive information to the population on natural hazards, disaster prevention and early warning in Nicaragua

W. Strauch

Tsunami hazard maps for the Pacific coast of Nicaragua based on numerical simulations

Y. Yamazaki, I. Katayama, W. Strauch, M. Traña & S. Cordonero

Recent geohazard studies and applications of a GIS on Geo-Risks in Nicaragua

V. Gutiérrez, A. Castellón, W. Strauch & G. Chávez

Casos frecuentes de amenaza y vulnerabilidad en Costa Rica: Medidas de prevención y mitigación

E. Bonilla, I. Chaves, L. Esquivel, J. Madrigal, J. Méndez & L. Sjöbohm

Cartografía geológica y análisis de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas en la Reserva Natural Laguna de Apoyo

C. Gutiérrez, D. Cerrato, D. Vázquez-Prado, F. Delgado, E. Espinoza & G. Pérez

Mapa geológico y amenazas naturales en los alrededores de la ciudad de Somoto, Nicaragua

P. Hradecky & A. Álvarez

Estudio de los deslizamientos y evaluación de propensión de laderas de la hoja Jabonal (1: 25 000), Costa Rica

P. Kycl, Ž. Vladimír, V. Metelka, S. Huapaya, T. Vorel & P. Mixa

Mapas de amenazas, de rutas de evacuación y zonas de concentración en caso de tsunami para varios poblados en la costa del Pacífico de Nicaragua

N. Acosta & W. Strauch

Análisis de amenazas geológicas e hidro-meteorológicas para tres zonas propuestas para la construcción de una refinería en la costa del Pacífico de Nicaragua

W. Strauch, A. Muñoz, E. Mayorga, A. Castellón, N. Acosta, I. Montoya & M. Rosales

Caracterización de la amenaza por movimientos de ladera generados por lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)

C. Fernández-Lavado, Á. Sánchez & K. Miranda

Earthquake hazard maps for Managua and surroundings, Nicaragua

C. Guzmán, O. Nishi, I. Katayama, W. Strauch & G. Chávez

Viernes 04 julio

Geoturismo y Geoarqueología

Aplicación del cartografiado geoelectrico en la exploración arqueológica de los sitios Hunter Robinson (Playa del Coco) y Nuevo Corintio (Guápiles), Costa Rica

M. E. Arias

The dawn of geoarchaeological research in Costa Rica: Heinrich Fischer's XIX century mineralogical understanding of aboriginal sculptures from Costa Rica

O.H. Lücke & G.E. Alvarado

La agricultura de terracedo azteca y sus efectos a largo plazo, en las propiedades del suelo: Cerro San Lucas, Valle de Teotihuacan, México

J.E. Gama, J. Pérez, C. Jasso, E.M.C. Clung, Y. Rivera, T. Pi, E. Solleiro & S. Sedov

The Canyon of the Río Coco, Somoto, NW Nicaragua: A future Geopark

P. Hradecký, P. Kycl, I. Baron & J. Sevcík

The Jatobá pillar a geomorphic sandstone site: Minas Gerais – Brazil

H. Baggio & H.A. Horn



RESÚMENES CHARLAS MAGISTRALES



DIRECCION DE GEOLOGIA Y MINAS



La Geología en América Central: ¿Quo Vadis?

Guillermo E. Alvarado

Instituto Costarricense de Electricidad & Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

América Central, constituida por 7 países localizados en 4 placas tectónicas y en donde viven unas 30 millones de personas, pese a su limitada extensión continental (50 millones de hectáreas) posee una vasta extensión marina aún poco explorada. El creciente incremento en su población (72 habitantes/km²) y expansión aerial hacia nuevas regiones, crean nuevos retos para paliar los impactos ambientales: construcción segura en lugares bajo amenaza de peligros naturales y antrópicos, deposición de los residuos, suministro de agua potable, recursos energético y en materiales para construcción, etc. Pese a ello, tan solo Costa Rica posee un comunidad geológica apreciable y comparable con los países desarrollados (1/13 000 habitantes), y una Dirección de Geología y Minas con capital humano y económico mínimo, así como un sétimo lugar en publicaciones científicas a nivel Latinoamericano, un tercer lugar en número de publicaciones por cada 1000 habitantes y primero a nivel de América Central. El resto de los países, su desarrollo en cuanto a mapas geológicos a diversas escalas, producción de artículos científicos y técnicos, y la existencia de Servicios Geológicos, está muy limitada. Por ello, se requiere no de solo fortalecerlos sino de crear nexos entre los diferentes servicios y objetivos en común.

En lo que respecta a recursos energético, Guatemala es el único país productor de petróleo, pero otros países como Nicaragua, poseen un elevado potencial en posibles reservas. Por primera vez en la historia, el barril de crudo alcanzó US\$ 125 el barril. Un enorme recurso a mediano y largo plazo son los hidratos de metano a lo largo de la fosa Mesoamericana. Un 69% de las aguas superficiales de Costa Rica se utilizan para la producción de energía hidroeléctrica, sin embargo, Costa Rica y el resto de América Central ya empieza a experimentar problemas de agua en su abastecimiento y calidad, debido a sobre-explotación o contaminación de los acuíferos y aguas superficiales. Obtener agua potable y tratar de no contaminarla o regularla (reciclarla) es ya un reto. Referente a los yacimientos metálicos, es bien conocido desde época precombina la existencia de apreciables yacimientos auríferos epitermales y de placer. Por primera vez en la historia el oro alcanzó más de US\$ 1000 la onza.

Un ordenamiento territorial apropiado puede ayudar a disminuir significativamente los riesgos provenientes de las amenazas naturales (incluyendo el cambio climático) y el apropiado manejo de los recursos energéticos y protección del entorno. Las carreras de Geología en América Central, aparte de una excelente formación académica-investigativa, deben de poner énfasis en Ing. Geológica y de Minas, Geol. Petrolera, Geotermia, Recursos Minerales, Hidrogeología, Geología Ambiental y Geofísica. América Central posee de igual modo un enorme recurso geoturístico, pero hasta ahora el único país que lo explota masiva y “planificadamente” es Costa Rica, aunque hasta el momento no se ha creado oficialmente ningún Geoparque en América Central.

Se requiere de un decidido apoyo político y de geólogos pro-activos, para que se ocupen puestos relevantes y grupos de trabajo en diferentes Ministerios e Instituciones relacionadas con la investigación y uso del agua, energía, carreteras, turismo, geoamenazas, etc. Tenemos que crecer y crear conciencia (educación a nivel primario y secundario) para proveer a la creciente población de viviendas seguras, vías de comunicación adecuadas, paisaje en armonía con la naturaleza, reducir los problemas de salud y limpieza, restringir zonas de alto peligro. No obstante, todo ello implicará una mayor explotación de los recursos minerales y energéticos, por lo que se deberá de explotar con una visión global y planificada del entorno. Más trabajo conjunto limítrofe y entre los Servicios Geológicos y carreras de Geología, sería deseable a corto plazo.

Aguas subterráneas en América Central: ¿Está garantizado el recurso futuro?

Sandra Arredondo

Tecnoambiente Centroamericano S.A.

sarredondo99@yahoo.com

Pese a que en América Central el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento de agua potable (p.ej., >50% en Honduras, ~50% en El Salvador, 95% en Nicaragua, 70 % en Costa Rica y posiblemente alrededor de un 60 % en Guatemala), así como una fuente importante para la agricultura y la industria, la investigación hidrogeológica y la gestión del recurso hídrico subterráneo han sido tímidas. El crecimiento rápido y desorganizado, la falta de políticas adecuadas de gestión de los recursos hídricos subterráneos, tienen como consecuencia que muchos de los acuíferos de la región se encuentren amenazados por la sobreexplotación y la contaminación. Existen a nivel de los países y regional, distintos esfuerzos, iniciativas y avances en lo referido a los marcos jurídicos, legales e institucionales, la capacitación de los recursos humanos, el fortalecimiento técnico-científico, el mapeo hidrogeológico, los socios y actores involucrados, los instrumentos y espacios de coordinación establecidos, así como los arreglos referentes a la propiedad, uso, aplicación, acceso, divulgación y sostenibilidad de la información. Referente al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos, es todavía un tema poco abordado, La incertidumbre acerca del futuro abastecimiento de agua mediante aguas subterráneas puede frustrar la toma de decisiones sobre inversiones estratégicas. A nivel regional se ha percibido un interés creciente en la temática debido a su relevancia para la gestión de cuencas compartidas y de los recursos hídricos trans-fronterizos. Este último es un tema de bastante sensibilidad al cual se prefiere darle un abordaje desde las cancillerías y no de instituciones de manejo de agua. No solo deberá considerar la parte superficial de la cuenca, sino considerar también la cuenca hidrogeológica. De cara a conseguir una integración supranacional en la gestión de cuencas compartidas, será esencial incluir en las agendas de iniciativas hídricas nacionales y regionales este tema de interés. En América Central aún no existen marcos legales modernos vinculados con las aguas subterráneas. Costa Rica dispone de un reglamento de perforación del subsuelo, el cual aborda meramente aspectos técnicos en cuanto a la perforación. Si bien se están desarrollando en todos los países iniciativas de ordenamiento del sector agua potable y saneamiento, ningún país aborda el tema de las aguas subterráneas, el enfoque se orienta a la descentralización y privatización de los servicios de agua potable y saneamiento. En los países centroamericanos existe ya una gran gama de datos e información (mapas, estudios, etc.) relacionada con las aguas subterráneas, los cuales podrían agruparse y utilizarse de diversas formas para ser aprovechados como base para la planificación y toma de decisiones. No obstante, se encuentran dispersos entre las diferentes instituciones y actores que los manejan, sin que fluyan hacia las instancias que puedan tomar decisiones en materia de aguas subterráneas. Aún no se disponen de sistemas de información uniformizados relacionados con las aguas subterráneas. ni en el levantamiento, clasificación, almacenamiento y uso de los datos hidrogeológicos. Se debería apoyar el mejoramiento de las condiciones de los marcos normativos en los países de América Central. Por ejemplo, la de Honduras data de 1927 y la de Costa Rica es de 1942; Guatemala, El Salvador y Nicaragua aún no disponen de una ley general de aguas. El riesgo desde el nivel político para garantizar la sostenibilidad en los programas y proyectos vinculados con el tema del agua subterránea, se manifiesta con el hecho de que los cambios de gobierno en los países vienen acompañados también por cambios en los enfoques estratégicos y

programáticos. Además, se cambian los tomadores de decisiones clave, técnicos y personal capacitado en áreas específicas. Una limitante adicional asociada con el abordaje de las aguas subterráneas es de seguir fomentando una “cultura emergencista” y la falta de preparación para afrontar los retos futuros en lo que respecta la explotación racional, generación y manejo de la información, protección y conservación de los recursos subterráneos. Si nos decidimos en apostar en una “cultura del agua subterránea” esto requerirá también fomentar una “cultura de prevención” la cual permita de cara al futuro el manejo sostenible de los recursos hídricos subterráneos.

Recent studies on geologic terranes of Central America

Peter O. Baumgartner, Kennet Flores, David Buchs, Alexander N. Bandini & Claudia Baumgartner-Mora
Institute of Geology and Paleontology, University of Lausanne, Switzerland
Peter.Baumgartner@unil.ch

Our effort in understanding the Mesozoic and early Cenozoic history of geologic terranes in Southern Central America has been multidisciplinary: 1. Field work including mapping at 1:5000 to 1:25:000 scale, structural analyses, measuring of sedimentary sections, and detailed sampling for micropaleontology, sedimentology and igneous geochemistry. 2. Laboratory analyses including biochronology of radiolaria, larger and planktonic foraminifera, igneous and sedimentary petrology, complete igneous geochemistry and isotopic analysis. Many recent publications have tried to characterize the basaltic basement complexes of the area by geochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -dating alone. However, it is the interdisciplinary approach that allows us to put the complex data sets into a coherent picture.

Here, we propose a new terrane subdivision of Nicaragua, Costa Rica and Panama, based on Late Triassic to Tertiary radiolarian and foraminiferan biochronology of ribbon radiolarites and limestones and detailed field work in selected areas such as: Siuna (NE Nicaragua), Santa Elena, the Gulf of Nicoya, Herradura, Quepos, Osa, Golfito, Burica (Costa Rica), Coiba, Sona, and Azuero (Panama).

The new Mesquito Composite Oceanic Terrane (MCOT) comprises the southern half of the Chortis Block, classically assumed to be a continental fragment of N-America. The MCOT is defined by 4 corner localities characterized by ultramafic and mafic oceanic rocks and radiolarites of Late Triassic, Jurassic and Early Cretaceous age:

1. The Siuna Serpentinite Mélange (NE-Nicaragua) contains, high pressure metamorphic mafics and Middle Jurassic (Bajocian-Bathonian) radiolarites in original, sedimentary contact with arc-metandesites. The Siuna Mélange also contains Late Jurassic black detrital chert formed in a marginal (fore-arc?) basin shortly before subduction. A phengite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -cooling age dates the exhumation of the high pressure rocks as 139 Ma (earliest Cretaceous).

2. The El Castillo Mélange (S-Nicaragua/N- Costa Rica) comprises a radiolarite block tectonically embedded in serpentinite that yielded a diverse Rhaetian (latest Triassic) radiolarian assemblage, the oldest fossils recovered so far from S-Central America.

3. The Santa Elena Ultramafics (N-Costa Rica) together with the serpentinite outcrops near El Castillo (2), are the southernmost outcrops of the MCOT. The Santa Elena Unit (3) itself is still undated, but it is thrust onto the middle Cretaceous Santa Rosa Accretionary Complex (SRAC), that contains Early to Late Jurassic, highly deformed radiolarite blocks, probably reworked from the MCOT, which was the upper plate with respect to the SRAC.

4. Serpentinites, metagabbros and basalts have long been known from DSDP Leg 67/84 (3), drilled off Guatemala in the Nicaragua-Guatemala forearc basement. They have been restudied and reveal $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -dated Late Triassic to middle Cretaceous enriched Ocean Island Basalts and Jurassic to Early Cretaceous depleted Island arc rocks of Pacific origin.

The MCOT covers most of Nicaragua and could extend to Guatemala to the W and form the Lower (southern) Nicaragua Rise to the NE. Some basement complexes of Jamaica, Hispaniola and Puerto Rico may also belong to the MCOT.

The Nicoya Complex s. str. has been regarded as an example of Caribbean crust and the Caribbean Large Igneous Province (CLIP). However, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -dates on basalts indicate ages as old as Early Cretaceous. Highly deformed Jurassic and Early Cretaceous radiolarites occur as blocks within younger (mostly Late Cretaceous) intrusives and basalts. Our interpretation is that radiolarites became first accreted to the MCOT, then became reworked into the Nicoya Plateau in Late Cretaceous times. This implies that the Nicoya Plateau formed along the Pacific edge of the MCOT, independent from the CLIP and most probably unrelated with the Galapagos hotspot.

Outcrops around the Gulf of Nicoya represent the Manzanillo Terrane characterized by 1. the Tortugual picrites and alkaline basalts (~90 Ma) that intruded into an unstudied basement. 2. the Berrugate Formation, a Coniacian/Santonian to Early Campanian (~89-80 Ma) forearc sedimentary succession, that was previously confused with the Loma Chumico Formation (Albian, Nicoya Terrane). The Manzanillo Terrane reflects evolved arc activity that is synchronous with the major CLIP event. It must, therefore, be exotic with respect to the CLIP and the Nicoya Terrane.

No Jurassic radiolarite, no sediment age older than Turonian-Santonian, and no $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ basement age older than 90 Ma is known from S-Central America between SE of Nicoya and Colombia. For us, this area only represents the trailing edge of the CLIP s. str. The pre-Late Tertiary basaltic basement outcrops of this area reveal three geodynamic entities: 1. Turonian-Santonian (~90-85 Ma) oceanic plateaus resting on an unknown basement could represent actual outcrops of the CLIP: SE corner of the Herradura Promontory (Costa Rica) and the Azuero Plateau cropping out in Coiba, Sona and Azuero (Panama). 2. Campanian to Paleocene arcs rest on the oceanic plateaus, and are in their early stages geochemically influenced by their basement: The Golfito Complex (Costa Rica) and the Azuero Arc (Panama), possibly also the San Blas Complex (Panama) and the Serrania de Baudo (W-Colombia). 3. Igneous rocks with plateau and/or seamount affinities that are of late Cretaceous to Eocene age occur outboard of the fore mentioned units and are exotic with respect to the CLIP. They became accreted during the Early Tertiary: The Tulin Group (Herradura), Quepos, The Osa Igneous Complex, Burica (Costa Rica/Panama), the Azuero Accretionary Complex (Panama).

The CLIP formation (~90-85 Ma) on an unknown Pacific oceanic crust triggered a new, E-dipping subduction zone and Campanian-Maastrichtian (~80-70 Ma) initiation of proto-arcs on its trailing edge.

Progress and problems in volcanism and geochemistry in Central America: the roles of geologic history, the structure and stratigraphy of the upper and lower plates, and tectonics

Michael J. Carr

Department of Earth and Planetary Sciences, Rutgers University, 610 Taylor Road, Piscotaway, NJ 08854-8066, USA

Large variations in elemental and isotopic ratios (e.g. Ba/La, $^{10}\text{B}/^9\text{Be}$, U/Th, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) that trace the cycling of elements from the subducted plate are especially well developed in Central America. Tracers of subducted material reach maxima in Nicaragua and decrease toward Costa Rica, toward Guatemala and across the margin. Estimates of the flux of elements, like Ba and U, indicate a constant volcanic output along the margin. The regional variation occurs in La, Th etc, the denominators of the ratios, all of which change with degree of melting. There is a margin-wide correlation between element and isotope ratios that trace subduction and degree of melting. The tectonic factor that most closely mimics this pattern is dip of the subducted slab. The most reasonable explanation then is for areas of steeper dip to focus the constant slab flux into smaller volumes of mantle wedge leading to higher degrees of melting and higher ratios for Ba/La, U/Th etc.

The volcanic front is segmented into discrete right-stepping lines. A major geochemical characteristic of arcs, the extent of Nb depletion, directly follows this segmented pattern. Assuming a smooth subducted slab, the Nb depletion varies with depth to the slab with volcanoes at the NW end of a volcanic segment at shallower depths and volcanoes at the SE end at greater depths. The volcanoes make a diagonal line across a mantle wedge partial melt zone and tap different parts of the zone. Large offsets in Nb depletion occur at the steps in the volcanic front. This requires that the volcanic lines are upper plate structures. In fact, the most pronounced right steps occur just trenchward of terrain boundaries and major strike slip faults cutting the Caribbean plate. The size of volcanoes follows the segmented pattern because the largest volcanoes are within a segment, centered over the partial melt zone and collecting a maximum amount of melt. The segmentation is likely generated after last jump in the volcanic front between 6 and 4 Ma ago. A small amount of oblique convergence, coupled with preexisting upper plate structures and a weak zone caused by magma intrusion, generated the offset lines as an initial structure (en echelon, a right-lateral, strike-slip fault zone) that has subsequently persisted.

Educación e investigación geocientífica y geotecnológica como generadores de desarrollo para América Central

Percy Denyer

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica, Apdo. 214-2060 San José
pdenyer@geologia.ucr.ac.cr

Entendiendo educación como la capacidad que tiene el individuo de acceder al conocimiento, se deduce que es requisito indispensable para el desarrollo de una comunidad. La investigación es una forma de profundizar los conocimientos que posibilitan el desarrollo tecnológico. Podemos visualizarlo como una

cadena en la cual se parte de la educación del individuo que, amplía su conocimiento a través de la investigación científica para utilizarlo posteriormente. Llegar al desarrollo implica haber encontrado esta utilidad por medio del trabajo creativo realizado durante la investigación.

Así, el desarrollo de un país es consecuencia de la trilogía antes citada. Dentro de este marco general, las geociencias conforman uno de los bastiones más importantes y fundamentales, pues generan una información básica para la toma de decisiones en la planificación del uso del territorio, la ejecución de obras civiles y de cómo enfrentar los fenómenos naturales de la forma más adecuada ¿Cuál es la situación en nuestros países? Ningún eslabón de esta cadena es debidamente cumplido, ni está debidamente estructurado.

La educación de la geología en América Central ha avanzado mucho desde los años 70's hasta el día de hoy, sin embargo hay mucho que mejorar. Se ha formado una cantidad de profesionales que han venido ocupando un lugar cada vez más importante en la toma de decisiones de situaciones que antes eran tomadas empíricamente y, constantemente requerían de la ayuda de extranjeros. Hoy día, existe un grupo de profesionales centroamericanos llenando estos vacíos. A pesar de esto, estamos en un momento histórico en que existe una gran demanda de geólogos, que sobrepasa la oferta, lo cual debe impulsarnos a satisfacer estas demandas sin desmejora de la calidad de la educación universitaria. Por otro lado, tenemos también un gran reto en la mejora de la enseñanza de las geociencias en la educación secundaria, pues cuanto mejor sea la educación básica, los ciudadanos centroamericanos tendrán la capacidad de entender mejor su entorno y poderlo utilizar de una forma más ordenada y consciente, para llegar al uso racional de sus recursos, restaurando un equilibrio sostenible que nos permita una buena calidad de vida.

Tanto la investigación geocientífica como geotecnológica son fundamentales para el desarrollo de las naciones. Conocer nuestro entorno es fundamental para una explotación racional y adecuada de nuestros recursos. Dentro de este tema se debe enfatizar la necesidad de los estudios básicos ¿Cuál es el estudio más básico en las geociencias, sino es el mapa geológico? Nuestros países carecen de mapas geológicos y temáticos a una escala conveniente para la adecuada toma de decisiones. Por lo tanto, debemos empezar con un plan estratégico donde participen las diversas instituciones gubernamentales, para-gubernamentales y la empresa privada para lograr obtener, a un mediano plazo, que cada país tenga mapas geológicos y temáticos adecuados. Este sería el primer paso para iniciar adecuadamente el desarrollo tecnológico, para enfrentarnos con entereza a los nuevos retos que nos deparará el siglo XXI.

Aspectos geológicos del proyecto de ampliación del Canal de Panamá

Pastora Franceschi

IPIG-Autoridad del Canal de Panamá, Corozal Oeste, Bidg 721, república de Panamá

pfranceschi@pancanal.com

El proyecto de ampliación del Canal de Panamá comprende la construcción de dos nuevas esclusas, una en la entrada del Pacífico, adyacente a las esclusas existentes de Miraflores y otra en la entrada del Atlántico, adyacente a las esclusas existentes de Gatún; además, requiere el ensanche y enderezamiento del Corte Culebra o Corte Gaillard (nombre oficial), la construcción de cuatro represas en el área del Pacífico para construir el canal de aproximación a las nuevas esclusas de Miraflores y la profundización del lago Gatún y de las entradas del Atlántico y del Pacífico.

Las esclusas del Atlántico estarán cimentadas en su totalidad en la Formación Gatún, la cual es sedimentaria,

del Mioceno Superior-Plioceno, con gran contenido de fósiles de conchas marinas muy bien preservados. Aproximadamente 70% del canal de aproximación a la esclusa de Gatún se excavará en la Lama del Atlántico, compuesta de sedimentos no consolidados del Holoceno. Erupciones volcánicas muy ácidas se evidencian en la gran cantidad de pómez que se han mezclado con las areniscas, en gran parte del sitio de las nuevas esclusas. Aproximadamente 70% de las esclusas de Miraflores estarán cimentadas en basalto y los restantes 30% de la parte sur de estas esclusas se cimentarán en unidades sedimentarias de la Formación La Boca (Mioceno-Inferior).

Tres de las cuatro represas del Pacífico, 1W, 2W y 2E, serán excavadas en Basalto y la cuarta, 1E, en unidades de la Formación La Boca. En el Corte Gaillard afloran siete formaciones, de las cuales cuatro son volcánicas: Bas Obispo, Las Cascadas, Cucaracha y Pedro Miguel, y tres son sedimentarias: La Boca, Culebra y Gatuncillo. Todas las formaciones son del Mioceno Inferior, excepto la de Bas Obispo que es del Oligoceno.

Mineral Resources in Small Economies

Linda C. Gundersen
United States Geological Survey
lgundersen@usgs.gov

Many scientific, social, and economic studies support taking a sustainable approach to development and use of minerals and other natural resources in order to protect the environment, ensure resource availability, and provide a strong economy for the future. The growing global population and rapid economic development of many countries has greatly increased the demand and competition for mineral resources, resulting in rising commodity prices and diminishing availability of the basic metals and mineral materials needed for infrastructure, food, and technology.

It is clear that ensuring sustainability of the Earth's natural resources will be an important global issue in this century. It will be especially difficult for small economies competing with larger economies, and for those countries just entering into resource development. Central American countries produce an array of important metals including aluminum, antimony, copper, gold, hematite, iron ore, lead, silver, and zinc. Industrial and other mineral production includes barite, cement, clays, diatomite, dolomite, feldspar, fertilizer materials, gypsum, jadeite, limestone, marble, magnesite, pozzolan, pumice, salt, talc, stone, sand, and gravel. Central American countries have experienced economic and population growth over the past 10 years and are now facing the challenge of how to develop and sustain their own mineral and other natural resources while facing strong competition for the resources they need.

Meeting this challenge will require a better understanding and accounting of the full life-cycle of mineral resources. A full life-cycle assessment includes understanding the geologic formation and occurrence of the resource; the economic, political, and social factors that influence its supply, demand, and availability; the societal and environmental costs and benefits associated with its development and utilization; its flow through society; and issues associated with its disposal. Sustainability of a resource will require a much better understanding of the complex linkages among natural resources. For example, the success of proposed mineral resource development project in a given region may hinge on availability of adequate water and energy resources and on the protection of the ecosystem. Economic and social scientists have determined that successful development of mineral resources for small economies is dependant on an array of factors that include: 1) a favorable geologic setting, 2) use of modern technology, 3) a diverse economy, 4) clear resource policy, and 5) that the country benefit both economically and socially from the development.

The Role Geology Plays in the well-being of Humanity

Linda C. Gundersen
U.S. Geological Survey
lgundersen@usgs.gov

Globalization, the integration the Earth's economic and social systems, has brought unprecedented access to knowledge and resources across the planet. At the same time, many parts of the world are experiencing rapid growth in population and an increasing need for the infrastructure and resources to support it, placing unprecedented stress on the environment. The question is: Can we sustain this growth while providing the energy, materials, water, healthy environment, food, security, and safety that the world requires? Additionally, the ease of accessibility to people and resources across the planet has created new pathways for disease, invasive species, and toxins. In the coming decades, the world will be facing an increase in climate change causing extremes in weather and a general rise in global temperature and sea level. As the population grows, especially along the coasts and mountain ranges of the world, the exposure and susceptibility to risks from volcanoes, earthquakes, landslides, tsunami, wildland fire, and flood will also grow. Finally, the competition for natural resources and the loss or scarcity of those resources has the potential to impact our ability to sustain the world's economy, security, quality of life, and the natural environment.

The Earth's crust, that forms our continents and underlies our oceans, hosts most of the life on this planet as well as the water, energy and mineral resources that sustain life. The crust contains the answers to questions about the location and origin of these resources, the evolution of life, climate change, natural hazards, and the movements of nutrients and toxicants. The availability and abundance of geological materials has been a primary influence on the rise and fall of civilization. Soils that are derived from weathering and erosion of the crust are the foundation of agriculture. Damaging earthquakes and volcanic eruptions occur within continental and oceanic crust. Certain kinds of continental crust are the principal targets for CO₂ sequestration. Thus, a geological understanding of how the Earth works is vital to a more specific understanding of the sustainability of energy, mineral, soil, and water resources, how climate will evolve, where geologic hazards will occur, and our future quality of life.

In the last five years, a number of international efforts have started to raise awareness of the importance of geology and to bring the geologic sciences together to the benefit of all of humanity. These efforts include the Group on Earth Observations, OneGeology, the Geosciences Information Network, and the International Year of Planet Earth. Many geological surveys across the globe have recognized the need to provide geological information to help resolve our current and future problems and to inform effective policy and law. A number of common themes have emerged as priorities including: Ecosystem and Human Health; Natural Resource Sustainability; Hazard Mitigation and Community Resilience; Understanding Climate Change and its Effects; and Food and Environmental Security. Geologic research must become more inter-disciplinary in order to produce the earth systems science needed to answer the many challenges we are faced with. The following is a new science agenda for the geological sciences to consider in order to sustain our planet for the future. This agenda is based on numerous documents and forms the core of the new science strategy for the geological programs of the U.S. Geological Survey.

- Characterize and interpret the geologic framework of the earth through time
- Understand earth surface and climatic processes and anticipate their effects on ecosystem health and change

- Quantify the availability of earth resources in a global context
- Increase the resilience of communities to geologic and environmental hazards
- Deliver the knowledge, data, and technology needed to support research, assessments, monitoring, modeling, decision making, and communication.
- Develop a flexible and diverse scientific workforce for the future.

Participación del Servicio Geológico Checo en la investigación geológica de América Central

Petr Mixa & Petr Hradecký

Ceská geologická služba CGS, Klárov 3, 118 21 Praha 1, República Checa

El Servicio Geológico Checo (CGS) es una institución acreditada para la ejecución de labores geológicas y pertenece al Ministerio del Ambiente de la República Checa, país que tiene una superficie de 78 000 km² y 10,3 millones de habitantes. Así mismo es el representante ante otras instituciones geológicas en el mundo. El CGS existe desde el año 1919 y en la actualidad cuenta con 320 empleados.

Las competencias de esta institución son las siguientes:

- Mapeo geológico y temático. Actualmente se tiene cubierto todo el territorio checo con mapas geológicos a escala 1:50 000, digitalizados e introducidos en un SIG. Estos comprenden 12 capas de interrelación y se encuentran en internet disponibles al público y de forma gratuita. Desde el año 1996 se retomó el mapeo a escala de 1:25 000 y la alimentación de la base de datos.
- Estudios geológicos regionales y locales: evolución geológica, formas tectónicas y volcánicas, composición de unidades geológicas, estudio petrológico, geoquímico, geocronológico y mineralógico, origen y paleogeografía de cuencas sedimentarias, investigación paleontológica, micropaleontológica y bioestratigráfica.
- Geoquímica y geología ambiental: estudios del medio ambiente y su entorno, de la acidificación y degradación de suelos forestales y de los contaminantes inorgánicos y orgánicos.
- Evaluación del recurso mineral. Asesorías para su explotación y para la identificación y mitigación de los impactos ambientales que esta origina. Participación en las políticas regionales de planificación del recurso minero.
- Geología aplicada y riesgos naturales: mapeo e investigación de riesgos geológicos (deslizamientos, derrumbes, inundaciones, etc.), investigación y mapeo hidrogeológico, ingeniería geológica, energía geotérmica, depósito de desechos altamente radioactivos
- Servicios para la administración gubernamental: cuenta con un sistema de especialistas regionales que dan asesorías a las autoridades gubernamentales y locales referentes a la planificación territorial, eliminación de daños ambientales y saneamiento de lugares antiguamente contaminados
- Gestión y adjudicación de la base de geodatos: recolección, registro y entrega de geodatos (base de datos central, sistema de información Geográfico (SIG) en internet), apoyo a proyectos de investigación, producción de mapas digitales

Investigación y sus productos del CGS dentro del marco de “Cooperación Internacional” con América Central.

El Servicio Geológico Checo desarrolla proyectos de cooperación con varios países del mundo. En los últimos años en Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Perú, Mongolia, Iran, Zambia, Namibia, Burkina

Faso, Afganistan y Vietnam. Los proyectos se desarrollan dentro de las diferentes disciplinas de la geología, principalmente mapeo geológico, estudio e identificación de riesgo, de recursos minerales y de contaminación ambiental. Como parte de estos proyectos se incluye la capacitación a estudiantes y a las instituciones que participan en la cooperación técnica.

En América Central las instituciones cooperantes con el Servicio Geológico Checo son Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER Managua, Dirección de Geología y Minas DGM San José y Oficina de Planificación de Área Metropolitana de San Salvador OPAMSS.

En Nicaragua la cooperación con INETER empezó en el año 1997, dentro del Programa de Cooperación Extranjera financiada por Ministerio del Ambiente Checo. Los primeros cinco años el proyecto se desarrolló en la cadena volcánica del Pacífico y a partir del 2002 se amplió el área de trabajo hacia el Norte y Centro de este país. Hasta el día de hoy las ciudades estudiadas fueron: Managua, Masaya, Granada, Nandaime, León, Chinandega, Somoto, Potosí, Jinotega, Matagalpa, Sébaco, San Isidro, Boaco, Santa Lucía, Estelí .

Por la alta vulnerabilidad de la región con relación a riesgos naturales los trabajos geológicos estuvieron orientados a este tema. Con base al trabajo de campo, se obtuvieron mapas de geología, geomorfología, tectónica y peligros geológicos, junto con los textos explicatorios y resultados de laboratorio. Estos resultados se entregaron de forma ejecutiva a las instituciones competentes, para su aplicación en el ordenamiento territorial de las regiones estudiadas, así como para el monitoreo y predicción de desastres en coordinación con las instituciones de Defensa Civil. De la misma forma se realizó un inventario de análisis de calidad de las aguas y el índices del recurso minero no-metálico.

En síntesis los productos obtenidos son:

- En el año 2002, geólogos asesores e informáticos Checos cooperaron con el proyecto CEPREDENAC „Fallas Managua“.
- En el año 2004, fue descubierta por el CGS la formación geológica y geomorfológica del cañon Somoto que posteriormente fue declarado como Monumento Natural, de interés científico y turístico. En los últimos años se espera la declaración de este como Monumento de UNESCO – Geoparque.
- En el 2007, la cooperación CGS y INETER, publicó el mapa geológico y geomorfológico de la cadena volcánica del Pacífico, escala 1:200 000 y que también proporcionó nuevos datos a la geología tanto estratigráfica como regional y estructural.

En Costa Rica, la Cooperación Técnica con la Dirección de Geología y Minas del MINAE se lleva a cabo a partir del año 2006. Desde hace dos años, los estudios geológicos se concentraron en las hojas topográficas Miramar, Chapernal y Juntas.

Los resultados que se pretenden de este proyecto son los mapas geológicos 1:50 000, de peligros geológicos, de índices de recursos minerales y el mapa estructural. Estos serán editados y digitalizados utilizando sistemas de información geográfica SIG.

El proyecto comprende:

- La evaluación y relación de las formaciones sedimentarias y volcánicas, respaldada por nuevos datos geoquímicos, geocronológicos y estratigráficos.
- El estudio de estructuras tectónicas y sus relaciones con las áreas de peligros, además el estudio de las condiciones de vulnerabilidad de diferentes áreas de interés.
- El estudio básico de los yacimientos de minerales metálicos, principalmente de oro - incluso la evaluación de los campos prognosis, así como también la evaluación del potencial de los recursos no-metálicos.

En los años 2003-2005, el Servicio Geológico Checo junto con el Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador realizaron estudios en La Unión, región central del Salvador y en Metapán.

Los resultados fueron:

- Nuevos mapas 1:50 000: geológico, geomorfológico, de peligros geológicos y de tectónica.
- Proporcionó nuevos datos tanto de campo como de laboratorios, incluyendo dataciones radiométricas en sistema SIG y se redactaron informes técnicos que algunos ya han sido publicados.
- Cooperación con la organización OPAMSS (2007-2008) para realizar los mapas de geología, geomorfología y riesgos, del área de la capital.

El proyecto de asistencia internacional de la República Checa y el Ministerio del Ambiente Checo continuará hasta el año 2009. Hasta el día de hoy se tiene una gran cantidad de datos nuevos, los cuales fueron procesados y editados en un SIG para que sean accesibles a los usuarios de los países interesados.

En Costa Rica se continúa con los estudios de vulnerabilidad en el área de la Cordillera Tilarán, es decir mapeo geológico detallado.

La prospección geológica del oro y otros minerales metálicos en estos tiempos continúan siendo de mucha importancia para la economía de cada país. El conocimiento detallado de los recursos tanto metálicos como no-metálicos es asunto esencial e indispensable para el desarrollo económico así como el ordenamiento territorial, para toma de decisiones de aparato de cada Estado. Por eso la parte integral de los estudios en Costa Rica se dedica a la revalorización de los índices de alteraciones hidrotermales y evaluación de campos prognosis de minerales metálicos, sobre todo de oro.

En Nicaragua se compilará el mapa geológico y de riesgos naturales de escala 1:200 000 de la parte central y norteña del país. Este mapa proporcionará una serie de datos complejos obtenidos de ocho años de trabajo de campo.

En El Salvador se concluirá el estudio geomorfológico y geológico de la aglomeración de la capital.

La naturaleza de los desastres: Reflexiones acerca de sus causas y consecuencias en América Latina y el Caribe

Sergio Mora
smora@geologos.or.cr

Aunque existen avances en el conocimiento de la Sismología, Geotecnia e Hidro-Meteorología, la información disponible sobre amenazas naturales y vulnerabilidad sigue siendo insuficiente y escasamente concuerda con la necesidad de evaluar el riesgo. Los daños causados por los sucesos naturales se ven, además, agravados por factores antropogénicos: deforestación, sobre-pastoreo, alteración de lechos fluviales, agricultura no tecnificada en laderas, expansión urbana e infraestructural caóticas y la utilización inadecuada del espacio. Estamos lejos de conocer todo acerca de las leyes naturales, pero puede afirmarse que el conocimiento ha avanzado considerablemente y que la comunidad científica posee suficientes argumentos para influenciar el proceso de toma de decisiones. ¿Porqué entonces la vulnerabilidad aumenta y con ello las pérdidas de vidas humanas, economía, calidad de vida, ambiente y recursos naturales? Porque la pobreza que cierra y exaspera el círculo vicioso de los desastres. Los daños y pérdidas en la infraestructura y actividades productivas de bienes y servicios siguen siendo causados por la desordenada expansión urbana y productiva, a veces mal llamada “planificada” y por del desorden crónico de su ubicación, diseño y construcción. La toma de conciencia acerca del peligro de la vulnerabilidad e insostenibilidad del modelo de “desarrollo” actual sigue siendo muy lenta. A partir de lo anterior puede deducirse que la sociedad se enfrenta a una paradoja: por un lado su visión errónea crea situaciones que

agravan el efecto de los sucesos naturales (i.e. vulnerabilidad), mientras que por otro lado intenta mitigar las consecuencias usando su tecnología, a costos muy elevados, a veces muy tarde. Bajo este contexto es claro que el aumento de la vulnerabilidad es un problema de la capacidad de seguir refugiándose en la indulgencia de que la Naturaleza es la culpable de los desastres. Ante este desempeño tan pobre cabe preguntar: ¿Por qué la memoria histórica es tan escasa y deficiente en nuestros países, constantemente afectados por los desastres? Quizás una parte de la respuesta se encuentra en el hecho de que conviene reconocer que la comunidad científica se ha anotado un fracaso, al menos parcial, por no poder convencer a la sociedad y a sus políticos de modificar la forma de hacer la gestión del riesgo. En América Latina y el Caribe existe una indudable tendencia al aumento de la frecuencia con que suceden los desastres. Esto no quiere decir que ha aumentado la intensidad y recurrencia de los procesos naturales, sino que se ha incrementado la vulnerabilidad, cada vez se requiere de menor intensidad en los sucesos naturales para alcanzar el umbral de daños, pérdidas y muertes

Debe admitirse que, al menos en parte, este resultado tan poco halagador proviene de la incapacidad de incorporar la información científico-técnica a la gestión del riesgo, debido a:

- Carencia de estrategias congruentes y utilización inconvincente de los argumentos; no se propicia un ambiente adecuado para aprovechar experiencias ni aprender lecciones; el proceso educativo formal e informal para la gestión del riesgo está estancado
- Deficiencia en la propuesta de políticas públicas y legislaciones basadas en criterios persuasivo-incentivos, en lugar del tradicional “comando y control”, el cual claramente no funciona.
- Sigue creyéndose que “prevención” es solamente mitigación, preparativos y respuesta ante los desastres.

No obstante, aunque se sabe que aún queda mucho por aprender acerca de los sucesos naturales, también se puede afirmar que el estado actual del conocimiento ya permite orientar e influenciar el proceso de toma de decisiones y con ello, generar la capacidad de evitar el continuo incremento de la vulnerabilidad. En el caso de los huracanes Mitch, Wilma, Stan, Irma, Alpha, Beta y otros, la intervención antrópica (e.g. degradación del ambiente y de los recursos naturales, urbanismo aleatorio) contribuyó a amplificar la exposición y fragilidad (vulnerabilidad) de la población. El huracán Georges en República Dominicana confirmó que el mayor impacto (cerca del 75% del daño económico) fue producido por la utilización incorrecta del espacio. El diseño incorrecto, calidad deficiente de las construcciones y su mantenimiento insuficiente fueron la segunda fuente importante de debilidad. Se puede resumir que la carencia de vínculos entre la planificación del desarrollo, el uso del territorio y la ausencia de gestión del riesgo conforma un panorama poco halagador que refuerza el círculo vicioso de los desastres:

- La prevención no forma parte esencial del discurso ni de la acción de los líderes políticos, más allá de esfuerzos aislados, retóricos o de figuración ante los medios de comunicación durante las acciones post-desastre; la prevención está lejos de ocupar un lugar dentro de las políticas de Estado
- La centralización, escasa participación del sector privado, sociedad civil y gobiernos locales, hace ineficiente la gestión del riesgo y la atención de los desastres
- No se ha logrado que la comunidad científica transmita convincentemente su labor como argumento persuasivo en favor de la prevención, por lo que no captura ni cautiva la atención o el compromiso de los tomadores de decisiones ni de la población
- El crecimiento demográfico acelerado que propicia la ocupación de áreas peligrosas; la degradación ambiental y la pobreza son factores determinantes de la vulnerabilidad
- La ausencia de opciones para los segmentos más pobres de la población los hace cada vez más vulnerables; estos pierden sus haberes y activos durante los desastres, ven reducido el acceso a los servicios

básicos e internalizan la mayor proporción de las pérdidas cuando la reconstrucción se retrasa

- Hasta ahora no se ha comprendido adecuadamente el verdadero impacto socioeconómico, financiero y ambiental de los desastres. Se sigue considerando a la prevención como un costo, no como una inversión y se espera que los gobiernos amigos, donantes y organismos financieros internacionales contribuyan para reponer las pérdidas en caso de desastre

- Al transferir la prestación de servicios básicos al sector privado o gobiernos locales, no se toma en cuenta la transferencia simultánea del riesgo ni se definen las responsabilidades ante los pasivos pendientes

Una de las acciones más urgentes para mejorar la gestión del riesgo consiste en colocarse en el mismo bando que los tomadores de decisiones, tanto dentro de la arena política como de la inversión privada y su cultura gerencial. Las metas fundamentales de esta nueva estrategia se pueden resumir en:

- Orientar el proceso de toma de decisiones, incorporar la gestión del riesgo dentro de la planificación del Estado (gobierno, población, territorio) y los proyectos de inversión para el desarrollo. No puede haber desarrollo bajo las condiciones actuales de vulnerabilidad, independientemente de la retórica y los discursos demagógicos. Debe quedar claro que desarrollo y reducción de la vulnerabilidad son inseparables.

- Mejorar el nivel de conciencia y apropiación por parte de los líderes nacionales, interesarlos, cautivarlos y comprometerlos hacia las acciones y procesos para la gestión del riesgo. Los medios para acceder a su idiosincrasia deben fundamentarse en la capacidad renovada de la comunidad científica para adecuar el contenido técnico de su información y propuestas de acción: presentar el mensaje con un lenguaje accesible y sobre todo atractivo y rentable desde el punto de vista político

- Resaltar las ventajas de la visión preventiva y subrayar, de paso, la responsabilidad asumida al mantener la inacción, el desinterés y los niveles de riesgo aceptado actuales. Es de suma importancia hacer ver que de ahora en adelante no puede aducirse ignorancia, pues se cuenta con un conocimiento suficiente acerca de las amenazas y de la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad ante las amenazas naturales podrá reducirse dramáticamente en América Latina y el Caribe como consecuencia de la recuperación ambiental, la expansión urbana ordenada, el combate a la pobreza y marginalidad y la expansión racionalizada de la infraestructura y producción de bienes y servicios mediante el diseño, ubicación, control de calidad de la construcción, mantenimiento y uso del espacio adecuados. Para ello se requiere de:

- Formulación de políticas e instrumentos, normas, marcos normativos y protocolos institucionales para reducir la vulnerabilidad y la estrategia para la sostenibilidad financiera de la gestión del riesgo
- Impulso al conocimiento y análisis de las amenazas
- Identificación de la infraestructura económica y social vulnerable y de la implantación de criterios adecuados para su planificación, diseño, ubicación, refuerzo y construcción adecuados
- Implantación de sistemas de observación, vigilancia, alerta-alarma; preparativos para la respuesta, rehabilitación y reconstrucción
- Fomento de la participación de los actores relevantes en las decisiones sobre el riesgo aceptable y su manejo, por la población, así como las políticas para definir los umbrales para la retención, transferencia y protección financiera respectivas.



RESÚMENES



DIRECCION DE GEOLOGIA Y MINAS



Mapas de amenaza, de rutas de evacuación y zonas de concentración en caso de tsunami para varios poblados en la Costa del Pacífico de Nicaragua

Norwin Acosta¹ & Wilfried Strauch²

¹Proyecto Mitigación de Georriesgos en Centroamérica (BGR)

²Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

norwin.acosta@gf.ineter.gob.ni

Este mapeo es un esfuerzo de INETER, juntos con autoridades locales y otros organismos nacionales e internacionales en Nicaragua. Los mapas tienen como objetivo generar información que ayude a las instituciones correspondientes y comunidad del lugar a tomar medidas ante este tipo de fenómenos. Como resultado se obtienen mapas de zonificación de amenaza en base de la topografía del terreno; se presentan zonas críticas, objetos bajo riesgo, rutas de evacuación y zonas de concentración ante este tipo de fenómeno. Para la elaboración de los mapas se usa la base de datos del SIG de Georriesgos desarrollado por INETER en cooperación con BGR y otras instituciones, que contiene, por ejemplo, la base topográfica reciente (INETER 2006), modelos de terreno de la zona costera con 1 m de resolución horizontal y 0,5 m vertical, fotos aéreas de alta resolución, resultados de la simulación de tsunamis. Vías de evacuación son establecidas junto con la población local en visitas al campo.

Análisis de las biofacies del río Corredores, Formación Charco Azul, Mioceno-Plioceno, Costa Rica

Teresita Aguilar, Benjamín Acevedo & Andrés Ulloa

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

En el río Corredores (579.711/289.086, hoja topográfica Canoas, escala 1:50 000) aflora una secuencia de areniscas finas a medias, bien estratificadas en estratos decimétricos, color gris verdoso, que contiene una gran cantidad de moluscos, crustáceos y echinodermos de muy buena preservación. Esta secuencia se correlaciona con la Formación Charco Azul, Mioceno-Plioceno.

Los moluscos son el grupo con mayor biodiversidad, presentando alrededor de 17 especies de bivalvos y 24 de gasterópodos.

Los bivalvos en su mayoría se encuentran con las valvas conjugadas y algunas especies (*Nuculana*, *Tivela*, *Ostrea*, *Noetia*) en posición vital y alineadas posiblemente a favor de las corrientes. Hay que destacar un nivel con *Ostrea (Lopha) haitiensis*, valvas alineadas, que constituye un buen indicador paleobatimétrico.

Los gastrópodos son principalmente especies carnívoras, que se alimentaron de la abundante fauna de bivalvos existente (algunos presentan icnofósiles tipo Praedicnia: *Oichnus* sp.).

Los crustáceos están representados por caparzones de cangrejos, que constituyen mudas bastante completas y tenazas aisladas. Los echinodermos se encuentran como placas de Echinoidea aisladas y espículas.

El depósito puede interpretarse como una biofacies vital lipostrate, constituida por una biocenosis de fondo, con organismos que vivieron en la zona sublitoral profundo y por tafocenosis de organismos de aguas más profundas (*Typhis*).

Evidencias geológicas de cambios climáticos, playa de Doña Ana, Pacífico, Costa Rica

Teresita Aguilar & Raquel Granados
Escuela Centroamericana de Geología

Los depósitos de eventitas asociados a tormentas (tempestitas) que se encuentran sobrepuestos a los depósitos de condiciones normales (con moluscos endobentónicos en posición vital) en la localidad Playa de Doña Ana, permiten evaluar la intensidad, ciclicidad y los diferentes niveles de inundación de tormentas, en el registro sedimentario.

Estos depósitos de tormentas, están conformados por capas gruesas sin estructuras internas; capas con un retrabajo físico episódico, ocasionado por subsecuentes eventos de transporte de sedimentos y niveles bien definidos de acumulación de esqueletos de organismos, generalmente monoespecíficos y de tamaño muy similar, como consecuencia del transporte post mortem.

Estas capas presentan diferentes trazas fósiles, producidas por organismos oportunistas, entre ellas:

- *Thalassinoides*
- *Ophiomorpha*
- Trazas de Reptación

Este retrabajo biológico (bioturbación), a diferencia del retrabajo físico que es episódico, persiste, aunque su intensidad puede variar (p.e. estacionalmente), destruyendo toda evidencia de estratificación en un tiempo corto (años).

El reconocimiento de estos eventos es importante debido a que las posibilidades de que se preserve un depósito de tormenta son bajas, dependiendo de la interacción entre la sedimentación neta y el retrabajo físico y biológico del material depositado.

Además, son evidencias en el registro geológico de modificaciones en el clima, posiblemente producto de la aceleración en algunos períodos de tiempo, de fenómenos normales, generando eventitas.

Efectos de las precipitaciones pluviales en la generación de riesgos por deslizamientos e inundaciones en los departamentos de Sonsonate, San Miguel y La Unión, El Salvador, Centro América

Francisco A. Aguirre
INGEMA Consultores
ingema63@yahoo.com

Las precipitaciones pluviales en la república de El Salvador, son frecuentes en los periodos de lluvia afectando por su intensidad los componentes de la cobertura superficial tan deteriorada por la erosión hídrica y eólica, lo cual aumenta los procesos de intemperismo y meteorización, generando procesos de inestabilidad de suelos con topografías de alta pendiente, que desencadena procesos conocidos como deslizamientos, avalanchas y derrumbes, que en regiones como Sonsonate y San Miguel son frecuentes hoy, afectando poblados, infraestructura vial, cultivos, que económicamente representan pérdidas para las instituciones de gobierno y privadas. La conformación geológica de los lugares mencionados se remite a

secuencias volcánicas de edad reciente del Cuaternario, periodos Pleistoceno- Holoceno, las cuales son en su mayoría secuencias piroclásticas, cenizas y pequeños flujos volcánicos de naturaleza andesítica, aunado a esto la región se encuentra afectada por un continuo proceso de generación de sismos de mediana intensidad, lo concluye que la zonas estudiadas son vulnerables a fenómenos de inestabilidad de laderas. En lo que respecta a las inundaciones se generan por causas diversas, tales como aumento de los niveles de los ríos, lagunas y acumulación en depresiones, como indicador uno de los fenómenos más desastroso fue el huracán MICHT, que puso en evidencia la vulnerabilidad ante este fenómeno. El presente trabajo resume la descripción de varios sectores afectados y su manejo a la fecha, pues se ha trabajado en algunos sectores las medidas de mitigación respectivas, aun siendo insuficientes para afrontar eventos extraordinarios, quedando solo concientizar a las poblaciones afectadas y aumentar sus niveles organizativos para responder ante un desastre probable. Esta geodinámica se ha puesto en marcha por instituciones gubernamentales, no gubernamentales, instituciones municipales y educativas, pues El Salvador es un país con características vulnerables a estos eventos donde la precipitación pluvial constante es el principal actor.

Variaciones del color de la laguna cratérica del volcán Irazú y su relación con la sismicidad y precipitación desde 1960- abril 2008

María J. Alpízar, Diana Gamboa & Guillermo E. Alvarado
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
mariajosealru@gmail.com

Los lagos cratéricos son prolongaciones de los sistemas hidrotermales de los volcanes activos.

Los cambios de color en los lagos cratéricos siempre han sido un tema fascinante para vulcanólogos y limnólogos. Sin embargo las causas de estos distintos tonos y las variaciones de este a través del tiempo, todavía no han sido determinadas. El volcán Irazú presenta una laguna cratérica que ha estado sujeta a cambios de color constantes, por lo que se analizaron los datos disponibles desde el año 1960 a abril del 2008 y se relacionaron con los datos de aumento o disminución de la precipitación en la zona, actividad sísmica cercana y volumen de la laguna. Los colores de la laguna cratérica establecidos para el análisis son: marrón (M), verde lechoso (VL), café verdoso claro (CVC), verde oliva claro (VOC), verde oliva (VO), verde azulado claro (VAC), verde azulado (VA), verde-turquesa (VT), turquesa (T). Estos colores fueron determinados a partir de las fotografías de la laguna que se tenían sin embargo el efecto óptico que provoca la luz solar puede hacer que el color se aprecie distinto dependiendo de la hora en que se tomó la fotografía y la intensidad de la luz en ese instante. Tomando en cuenta los datos recolectados y comparándolos entre ellos se llega a la conclusión de que el color predominante de 1973 al 2008 es el color VL y VO, el cual tiene relación con el promedio de precipitación anual más baja; sin embargo, el volumen de la laguna entre los años 1991-1995, no tiene relación con los valores de precipitación de este período. Por otra parte, aparentemente la variación en la coloración de la laguna cratérica tiene un comportamiento cíclico de CVC, VO y VL. Y con respecto a la sismicidad no se observó ningún cambio en la coloración en el agua de la laguna con la ocurrencia de eventos sísmicos. El color M se ha observado únicamente en 1960 y la laguna desaparece totalmente de 1977 a 1984. El último cambio abrupto de color en el lago fue el 9 de febrero del 2003 cuando cambio de VT a CVC de la noche a la mañana. Actualmente el lago presenta un color VAC y ha bajado de nivel al menos 20 m.

Las lavas del Cerro Minas (Mioceno Inferior): Un ejemplo de cuerpos subvolcánicos coetáneos con la sedimentación de la Formación Pacacua

Guillermo E. Alvarado¹ & Diana Gamboa²

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Departamento de Geología, Holcim S.A., Costa Rica

Los afloramientos de lavas del Tajo Minas (antiguo Tajo Prendas) son conocidos desde hace varias décadas, pero sus descripciones siempre han sido someras pese a corresponder con exposiciones excelentes (unos 200 m) y tener un rol importante en el uso de los agregados para el Valle Central. Se presenta por primera vez una descripción detallada desde el punto de vista vulcanológico. La estructura tectónica del cerro Minas es relativamente tranquila, sin fallas importantes, subhorizontal en los buzamientos de los sedimentos volcánoclasticos, los cuales se encuentran en la base e interestratificado (20 m de espesor) entre cuerpos subvolcánicos. Sin embargo, los buzamientos primarios (no tectónicos) del cuerpo superior pueden ser fuertes (60° y 85°), correspondiendo con pliegues sinvolcánicos en las lavas, en correspondencia con las rampas de avance. El cuerpo inferior (40 m de espesor) corresponde con una andesita (15% plag, 3% opacos), intercalado entre epiclastitas (vulcanoruditas y vulcarenitas, originadas por debris flows y flujos hiperconcentrados, y tobitas ácidas) con brechas hidroclásticas en sus contactos, posibles lavas en almohadilla y peperitas en su contacto superior, sugiriendo un emplazamiento subvolcánico dentro de los sedimentos. La traquiandesita superior (18-22% plag, 3-4% cpx, 0-2,5% opacos; 0-3% hb, 4% sanidina?) posee un espesor de unos 130 m cerca de su supuesta fuente y se adelgaza a unos 10-20 m en su parte distal. Posee textura fluidal-bandeada (laminación planar, cruzada y plegada), locamente perlítica desvitrificada, con rampas de progresión “intruidas” por chimeneas de brechas de almohadillas y brechas hialoclasticas, posiblemente producto de fracturación hidráulica. También se observan autobrechas, disyunción columnar y losas de enfriamiento. Se presume que se trató de un criptodomo. Estos cuerpos poseen localmente sectores con mineralizaciones menores de calcita, amatista y zeolitas (normalmente presentes en las litofíceas), limonita en las fracturas, y en menor grado malaquita y esfalerita, que no son tomados dentro de los agregados. Las lavas presentan localmente alteración del tipo deutérica, silicificante y carbonática (calcita, zeolita, nontronita, hematita, limonita, sericita, y raramente titanita?), y los sedimentos pirometamorfismo, en ciertos casos con completa transformación a jaspe rojo. La edad estimada de estas lavas y su asociación litoestratigráfica ha variado con los autores: Vulcanismo de transición entre la Fm. Aguacate y el Grupo Volcánico Cuaternario (Dóndoli y Chaves, 1968), Grupo Aguacate contemporáneo con Pacuacua (Rivier, 1979), vulcanismo de Pacacua (Alvarado, 1984), y con Fm. Grifo Alto (Barrantes, 1991; Denyer y Arias, 1991) del Plio-Pleistoceno. Las evidencias anteriormente descritas nos hacen pensar en cuerpos subvolcánicos que intruyeron a sedimentos inconsolidados y todavía húmedos de la Fm. Pacacua (Mioceno Inf.), por lo tanto coetáneos. Estaríamos así en presencia de uno de los focos que dio origen a las espesas secuencias volcano-sedimentarias (ignimbritas, tobitas y vulcanoruditas) de las Formaciones Pacacua (incluyendo la Brecha verde de Coyolar) y Mata de Limón.

Minerales industriales de Centro América

Fernando Alvarado
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

En relación a los minerales metálicos, los minerales no metálicos siempre han tenido un lugar secundario en términos de interés científico, prestigio en la exploración, inversión y prioridad estratégica. En particular en los países subdesarrollados esta situación es más grave aún, por varios factores: los minerales no metálicos se considera tienen un potencial de exportación más limitado, un menor valor en términos monetarios, involucran grandes volúmenes para su transporte y poseen rígidas especificaciones físico-químicas para su incorporación en la industria. No obstante, la disponibilidad nacional y/o regional de minerales industriales es un factor clave para la industrialización, el progreso económico y el desarrollo, aspecto no siempre claramente entendido por los gobiernos y los consumidores en general.

Se ha señalado que la madurez industrial de un país se alcanza cuando el valor de los minerales no metálicos excede el valor de los metálicos. En la Gran Bretaña esto sucedió en el Siglo 19, en los Estados Unidos a principios del Siglo 20, en España a principios de 1970 y recientemente en Australia. Actualmente, el valor de los minerales no metálicos excede a los metálicos por un factor de tres en los Estados Unidos y sobre treinta en la Gran Bretaña, en particular gracias al significativo aporte de los materiales de construcción.

En la región Centroamericana existe una gran diversidad de minerales industriales. Destaca la producción de materias primas para el creciente sector de la construcción (turismo): cemento, agregados, concretos, asfaltos, ladrillos, loza sanitaria, cerámica, etc. En contraste, existe un escaso desarrollo en el sector de los minerales industriales no relacionados con la construcción (productos refractarios, abrasivos, lodos de perforación, fertilizantes, industria química, medicamentos, pigmentos, cerámica, fundición, absorbentes, pigmentos, productos para el mantenimiento casero, pinturas, vidrio, y otras) con una severa dependencia en la importación por parte de la industria local de costosos minerales importados refinados y procesados (caolin, bentonita, diatomita, azufre, barita, feldespato, yeso, ceolitas, micas, dolomita, bauxita, sal, arena sílica, etc).

Con muy pocas excepciones, la industria local prefiere importar sus materias primas lo que supone un incremento de las importaciones, incluso en materias primas existentes a nivel local (arcillas, diatomita y otros). Se requiere suplir la demanda industrial por minerales de mayor valor agregado, permitiendo la sustitución de costosas importaciones y el desarrollo del potencial mercado externo, aún no suficientemente explorado y explotado. Existe un valioso potencial en minerales industriales y productos tales como diatomita, azufre, sal, calizas (alta ley), rocas ornamentales, agregados para construcción, cemento, cerámica y otros.

Entre los obstáculos más significativos para el desarrollo del sector de los minerales industriales en los países centroamericanos destacan: falta de educación a nivel gubernamental y de los consumidores en general, escasa información sistemática y estadística que requiere ser actualizada, investigación limitada con grandes regiones inexploradas, crecientes presiones ambientalistas, problemas mineros administrativos y financieros, inestabilidad política y conflictos regionales, escasas políticas de integración regional, mercados de tamaño muy limitado, ausencia de profesionales con experiencia relevante, escaso conocimiento técnico y facilidades de laboratorio, falta de inversión y tecnología por alto riesgo, baja calidad de las materias primas locales en relación con especificaciones industriales, fuertes mercados de materia prima tradicionales dificultan el desarrollo de productos locales, ausencia de infraestructura

rural (electricidad, agua, infraestructura vial), altos costos de la energía eléctrica y combustibles para el procesamiento y transporte de materias primas, escasa interconexión y complicada logística en los sistemas de transporte (aduanas, impuestos, regulaciones).

Los minerales industriales en lo cotidiano

Fernando Alvarado

Minerales Industriales & Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Los minerales industriales se definen como cualquier roca, mineral (o sustancia sintética proveniente de fuentes naturales), extraída y procesada por su valor económico, excluyendo los metales y los hidrocarburos. La lista de rocas y minerales que cumplen con estas características es enorme: arena y grava, arena silíceas, caliza, dolomita, magnesita, mármol, granito, pizarras, bauxita, asbesto, cromita, diatomita, perlita, pómez, arcillas comunes, caolín, bentonita, atapulgita, sepiolita, barita, celestita, nefelina-sienita, hematita, feldespato, talco, yeso, halita, anhidrita, boratos, fosfatos, ceolitas, grafito, fluorita, magnetita, ilmenita, mica, talco, wolastonita, vermiculita, azufre, olivino, cuarzo, trípoli, garnierita, zircón, granate, corindón, diamante, tierras raras; muchos otros más. Su frecuente denominación como “no-metálicos”, justamente pretende incluir todo aquello que no sea un mineral metálico o combustible.

El valor de los minerales industriales (no-metálicos), está basado en sus propiedades funcionales: características físicas y químicas o una combinación de ambas, las cuales les proveen de una amplia utilidad en la industria. En algunos minerales o rocas tales como arena y grava, agregados, rocas ornamentales, asbestos, diatomita, grafito, mica, barita, arcilla bola (ball clay), caolín y otros, las características físicas (granulometría, peso específico, plasticidad, blancura y muchas otras) persisten esencialmente sin cambios desde la explotación hasta su utilización final. En otros minerales industriales (azufre, sal, caliza, feldespato, fluorita, potasio) el valor está relacionado con los elementos químicos que contienen, las impurezas presentes y la reactividad asociada resultante del procesamiento.

Los minerales industriales representan el “caballo de batalla” de la industria moderna al ser procesados (quebrado, clasificación, secado, separación magnética/aire, calcinación, mezclado, recubrimiento superficial, tratamiento con ácidos, etc) para su incorporación en una enorme diversidad de procesos y productos con numerosas especificaciones: industria química, alimentos humanos y animales, fertilizantes, medicamentos, vidrios, colorantes, pinturas, plásticos, caucho, papel, filtrantes, fundentes, aislantes, abrasivos, rellenos, pegamentos, abrasivos, detergentes, jabones, cosméticos, microchips, metalurgia, perforación, descontaminantes, explosivos, cerámica, cemento, loza sanitaria, entre muchos otros. Los materiales de construcción, incluyendo arena y grava, los agregados de piedra quebrada tiende a dominar no solo el volumen sino también el valor de la producción mineral.

Habitamos un mundo cada vez más mineralizado donde es imposible sobre estimar la importancia de los minerales industriales. Ningún rango de conservación, sustitución o reciclado, ha podido limitar nuestra continua y creciente dependencia de estos recursos. Incluso, los avances técnicos han permitido utilizar de manera creciente los minerales industriales como materias primas, en sustitución de muchos minerales metálicos de costosa extracción y procesado, y con ventajas significativas en la calidad del producto final.

En la actualidad los minerales industriales significan alrededor del 72% del tonelaje y el 40% del valor de la producción mineral mundial (excluyendo los hidrocarburos). Sin embargo, aún dentro del contexto

de la industria minera, los minerales industriales comúnmente son relegados, dado que representan el sector menos glamoroso del negocio.

Se estima que cada ser humano en promedio requiere de 11 toneladas de minerales industriales anualmente. Esta cifra parece estar un poco abultada, sin embargo, en un día promedio, entramos en contacto con al menos 100 productos o elementos diferentes, donde los minerales industriales participan como materia prima o contribuyen como un componente esencial en el proceso de manufactura.

Este trabajo procura de resaltar el papel fundamental que los minerales industriales desempeñan en infinidad de procesos y productos industriales con una función trascendental en nuestra vida cotidiana.

Estudios de amenaza por fallamiento superficial en Managua, Nicaragua

Antonio Álvarez & Marisol Echaverry
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
antonio.alvarez@gf.ineter.gob.ni

Luego del terremoto de Managua, en 1972, se comenzó de hacer estudios del fallamiento geológico local como fuente de actividad sísmica devastadora. Aparte de investigaciones geológicas y sísmicas de gran escala, algunas con participación internacional, geólogos locales realizaron también muchos pequeños estudios geológicos en la ciudad. Esto, aplicando la legislación adoptada después del desastres que prohíbe construir sobre fallas superficiales activas y exige para cada nueva construcción la ejecución de un estudio para verificar la presencia o ausencia de fallas sísmicas en el terreno previsto para el edificio. La metodología basada en criterios de campo y dataciones radiométricas de las unidades guías de la ciudad de Managua, de edades recientes al nivel de la escala de registro de la vida humana, fue adoptada para garantizar dentro de esos márgenes de conocimiento científico-técnico la seguridad de las construcciones ingenieriles que se erigieron posterior a Diciembre de 1972. Desde entonces, hace ya 33 años, esta metodología ha sido adoptada y se aplica para cada uno de los sitios donde se pretende el desarrollo de conjuntos habitacionales, centros hospitalarios, de diversión y de concentración humana, restaurantes, iglesias, centros de diversión, estaciones de combustible. Esta actividad es supervisada por el INETER para garantizar la calidad y objetividad de la información. Existen entonces centenares de estudios puntuales lo que ha permitido conocer bien las condiciones del subsuelo de la ciudad de Managua. Con ello la premisa fundamental, no construir sobre terrenos donde se conozca de la existencia de una falla sísmica activa. INETER es también responsable de archivar, manejar y publicar la información acumulada. Los datos fueron introducidos en un banco de datos manejado por el SIG de Geo-Riesgos desarrollado por el INETER; se usaron para desarrollar mapas de fallas geológicas de Managua. Esta información es consultada frecuentemente por geólogos, ingenieros, planificadores o estudiantes universitarios. Pero, también por la población en general - muchos consultan los mapas publicados en el sitio Web del INETER antes de comprar un terreno o de construir una nueva casa.

Aplicación del cartografiado geoelectrico en la exploración arqueológica de los sitios Hunter Robinson (Playas del Coco) y Nuevo Corintio (Guápiles), Costa Rica

Mario E. Arias
Universidad de Costa Rica
marioa@geologia.ucr.ac.cr

El cartografiado geoelectrico o mapa de resistividad aparente, es dibujado a partir de la correlación de varios perfiles con las mismas características (separación de los electrodos, paso de muestreo constante, profundidad de investigación, orientación de las líneas de perfil) y permite evidenciar las anomalías relativas que están en función de las propiedades geoelectricas del suelo. Su aplicación en la arqueología nacional se está promoviendo porque puede representar las propiedades físicas de los depósitos culturales enterrados cerca de la superficie, además al utilizar esta metodología, se puede investigar el área de un sitio de forma mucho más rápida (entre 0,5 y 1,5 hectáreas por día dependiendo del terreno, la cobertura de la vegetación y el tipo de equipo utilizado). Se presenta la metodología utilizada a partir del dispositivo geoelectrico Polo-Polo y los resultados obtenidos en dos sitios arqueológicos nacionales: a) Hunter Robinson: con un área de prospección de 450 m², en la cual se identifican posibles tumbas y diversas estructuras circulares producto de huaquerismo b) Nuevo Corintio: con un área prospectada de 4000 m² que muestra varias estructuras como muros de un anfiteatro, caminos y tumbas.

Efecto del cambio climático global en la recarga del acuífero de Santa Cruz, Costa Rica

Mario E. Arias & Héctor E. Zúñiga
Universidad de Costa Rica
marioa@geologia.ucr.ac.cr

Se presenta el modelado de la afectación en la recarga del acuífero de Santa Cruz (proyectado hasta el año 2075), ante dos escenarios posibles producto del cambio climático global. El escenario pesimista (disminución del 15% en la precipitación y aumento de 2 °C) traería consigo una reducción en la recarga potencial del 61,86%, equivalente a un déficit de 32,16 l/s. Por su parte, el escenario optimista (aumento del 15% en la precipitación y aumento de 2 °C) abastecería a la población proyectada con tan solo un 26,13% de la recarga, correspondiendo a un superávit de 1259,13 l/s. La evaluación de los recursos hídricos subterráneos y proyección de los mismos ante diversos escenarios climáticos, debe ser una herramienta fundamental en la planificación y establecimiento de estrategias de adaptación y mitigación ante los efectos del cambio global. Así; el volumen de agua del acuífero Santa Cruz para ser utilizado en el abastecimiento público es de 27 261 752 m³/año; con él se suplió una demanda (en el año 2005) de 1 845 837 m³/año, lo que implica que se extrajo tan solo el 6,77% de la recarga.

Análisis en perspectiva de los prospectos petroleros perforados en la cuenca sedimentaria Limón Sur

Allan Astorga & Lolita Campos
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
locampos@geologia.ucr.ac.cr

Los factores geopolíticos actuales, la situación energética particular de nuestro país, así como la interdicción de las normativas ambientales creadas desde 1995, han motivado en nuestro país una renovada atención en la exploración petrolera, tanto con argumentos a favor como en contra. Por sus antecedentes geológico-petroleros ha sido la cuenca sedimentaria Limón Sur, la más explorada del país. En esta charla se realiza un recorrido por tales objetivos de perforación

Ubicación de sitios aptos para la disposición de desechos sólidos al oeste del Valle Central, Costa Rica

Elena Badilla, Wilfredo Rojas & Ingrid Vargas
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
wrojas@geologia.ucr.ac.cr

Se definen sitios aptos para el desarrollo de grandes rellenos sanitarios regionales, con el fin de contribuir con las municipalidades en la búsqueda de una solución definitiva a la problemática del manejo de la basura. Por razones geológicas, económicas y de ubicación, el análisis se realiza en el área comprendida entre los ríos Grande – Grande de Tárcoles y Jesús María. Se establecen lineamientos básicos para determinar la aptitud de sitios para la disposición de desechos, considerando la distancia a áreas protegidas, ríos, rutas de acceso y poblados, así como la topografía, geología, hidrogeología, tenencia de la tierra y regulaciones territoriales, entre otros. Se lleva a cabo una selección preliminar de sitios con la ayuda de SIG, combinando mapas parámetro binarios mediante funciones de sobreposición. Se proponen tres sitios aptos con un área superior a 50 ha, de los cuales, el que presenta mejores condiciones físicas y de factibilidad económica es el sitio Vuelta Coyoles, en Concepción de Atenas.

The Jatobá pillar a geomorphic sandstone site: Minas Gerais - Brazil

Hernando Baggio¹ & Adolf Heinrich Horn²
¹UNIMONTES – NPA, Pirapora, MG/Brazil
²UFMG-IGC-NGqA, Belo Horizonte, MG/Brazil
hernandobaggio@yahoo.com.br; hahorn@ufmg.br

The Jatobá pillar is a geologic and geomorphologic monument sculptured in cretaceous sandstone; this erosion testimony is located on the eastern flank of the Jatobá Mountain ridge, Buritizeiro-MG/Brazil. This imposing geomorphic feature had its sculpture associated with several erosive agents and the specific

characteristics of the rock. The Mata da Corda Group sandstone of the upper cretaceous has a reddish color due to the presence of cement which contains oxide and hydroxyl of iron; its granulation is fine/medium, presenting plan-parallel stratification. The monument is approximately 25 m high with 2 m in diameter. The top has the shape of a bell; the column is grooved by a system of vertical and horizontal fractures filled by crystalline silica. The place is ideal for activities of environment education, because besides the ruin form relief it also presents preserved natural ecosystems inserted in the Cerrado Biome, as the veredas, marginal lagoons and endemic endangered species. Notwithstanding, this natural heritage is threatened, owing to the lack of knowledge on the part of the government and the uncontrolled mass tourism that has impacted negatively this important geologic and geomorphologic monument.

Heavy metal contamination of stream/bed sediments in the Formoso River basin - Minas Gerais, Brazil

Hernando Baggio¹ & Adolf Heinrich Horn² & Juliana Santos Oliveira³

¹UNIMONTES – NPA, Pirapora, MG/Brazil

²UFMG-IGC-NGqA, Belo Horizonte, MG/Brazil

³UFMG-ICEX-Departamento de Química, Belo Horizonte, MG/Brazil

hernandobaggio@yahoo.com.br; juliana@qui.ufmg.br; hahorn@ufmg.br

This work has as main goal to analyze how the environmental natural components (lithology, morphology, and hydrography) and the anthropic components, (soil use) affect on the spatial distribution and in the availability the metals Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, Pb within a hydro system, superficial water and stream/bed sediment, using for this means physical-chemical support parameters and chemical analyses. The total measure level was obtained by means of ICP, and compared to the CONAMA 344/04 reference. The studies indicated the correlation between the lithologic and fluvial mophologic units and the enrichment of some metals with varied concentrations along the longitudinal profile of the Formoso River. The results show contamination by Cd and Cr, however, the quality of the sediments is not totally endangered, the environmental relative fragility of the area demands the implementation of specific plans and actions. It was also evident the influence of the agricultural activities in the quality of the sediments of the Formoso River, requiring special attention and a monitoring program from the supporting organizations, not only from the municipal administration, but also from the specific technical programs, counting on the will to minimize the negative environment impact.

The use of geothermal techniques in the Pirapora region, Minas Gerais, Brazil. Geological environment and economic aspects

Hernando Baggio¹, Juliana Alves dos Santos Oliveira² & Adolf Heinrich Horn³

¹Campus Pirapora, UNIMONTES University, Brazil

²Dep. Química, ICEX - Federal University of Minas Gerais, Brazil

³NGqA-CPMTC, IGC - Federal University of Minas Gerais, Brazil

juliana@qui.ufmg.br

The lack of cheap and clean energy can be reduced by using different types of geothermal or even combined processes. One possibility is the integration of thermal and gas / thermal plants with energy storage in geological formations. The part investigated of Western Minas Gerais, in the Pirapora region, shows some of these possibilities such as storage formations, gas, energy producing industry, cities and agriculture activities (greenhouses) which allows the use of heating and cooling techniques.

The geology in this region is built up by sediments of the Bambuí Group covered by cretaceous and quaternary sediments and volcanic sediments. This work gathers the geological and environmental aspects of the use of different geothermal techniques in the area selected, i.e. Minas Gerais, Brazil. A summary of the gas occurrences, groundwater distribution, quality and quantity of storage rocks and the distribution for consumers for an economic use is presented.

Mesozoic radiolaria from the Bermeja Complex (Puerto Rico) – Implications in the origin of the Caribbean Plate

Alexandre N. Bandini, Peter O. Baumgartner, Kennet Flores & David Buchs

Institute of Geology and Palaeontology, University of Lausanne, Anthropole, 1015 Lausanne, Switzerland

Alexandre.Bandini@unil.ch

We are in the process of a systematic study of Mesozoic radiolarian cherts (Mariquita Chert) from the Bermeja Complex of Puerto Rico. These radiolarites and the associated radiolarian faunas provide two important arguments supporting an eastward transport relative to the Americas of oceanic fragments from the Pacific:

1) Ribbon-bedded radiolarites are unknown from the Central Atlantic Ocean, the Gulf of Mexico and the Venezuelan Mesozoic passive margin. These areas are characterized by detrital and carbonate sedimentation during the Middle and Late Jurassic/Early Cretaceous.

2) The Jurassic radiolarian faunas are comparable with published pacific assemblages, for example assemblages from the Queen Charlotte Islands (British Columbia) described by Carter et al. (1988).

The oldest ribbon-bedded radiolarian cherts from the Bermeja Complex were determined as Pliensbachian in age (Montgomery et al., 1994). However, a reexamination of the assemblages and the application of better known radiolarian ranges reveal ages no older than Aalenian-Bajocian. Thus, the age of the radiolarites associated with oceanic basalts (mostly with OIB, plateau or arc geochemical affinity) still precedes an open oceanic connexion between the Central Atlantic and the Pacific Oceans by 20 Ma.

Estudio sismotectónico para el P.H. Toro 3, Costa Rica

Rafael Barquero, Ileana Boschini & Guillermo E. Alvarado

Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica, C.S. Exploración Subterránea, ICE

El P.H. Toro 3 se ubica en la región norte del país, al noroeste del macizo del volcán Poás. La zona posee una tectónica compleja y activa, donde han ocurrido sismos dañinos en tiempos históricos y se conoce la existencia de varias fallas activas capaces de generar sismos de magnitudes importantes ($5,0 < \text{Mag.} \leq 6,5$). La tectónica local, caracterizada por patrones de fallamiento de orientación predominantemente NW-SE y N-S y la actividad volcánica del Poás, entre otros focos, es reflejo de los esfuerzos locales y regionales producto de la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe.

La zona del P.H. Toro 3 ha sido afectada por terremotos originados por fallamiento local en varias oportunidades, durante los últimos 150 años. Históricamente, se tienen informes de la ocurrencia de los terremotos de 1851 (Ms 6,0), 1888 (Ms 6,0), 1911 (Ms 5,8), 1912 (Ms 5,1) y 1955 (Ms 5,3). Con base en los datos de terremotos históricos, se han determinado las intensidades máximas (Mercalli Modificada) que se pueden esperar en la zona donde se localiza el P.H. Toro 3. El área en donde se localiza el PH Toro 3 puede verse sometido a intensidades de VII grados, y en la zona se han producido intensidades máximas de VIII, en la parte sur y suroeste del volcán Poás. Durante el período de 1992-2006, las estaciones de la Red Sismológica Nacional (RSN) registraron, dentro de un radio de 25 km con centro en el P.H. Toro 3, un total de 1866 sismos de los cuales 776 corresponden a sismos originados por el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe y 1090 a sismos superficiales (profundidades menores a 20 km) y son originados en sistemas de fallamiento.

Durante el periodo 2004-2006 estuvo en operación en la zona, una red sismológica local de 10 estaciones sismológicas portátiles digitales. La actividad sísmica en la zona de cobertura de la red fue moderada durante el periodo, con un promedio de 10 eventos por mes. Se presentaron dos enjambres sísmicos, uno en el mes de setiembre 2004 entre Bajos del Toro y La Virgen y otro entre junio y julio 2005 en la zona de Vara Blanca. Las fallas más importantes para el P.H. Toro 3 son: la San Miguel, Ángel-Vara Blanca, Carbonera y Volcán Viejo-Aguas Zarcas. De estas, la más cercana al proyecto es la falla San Miguel que pasa muy cerca del sitio de casa de máquinas.

De producirse un evento sísmico importante en la zona de Toro es de esperar que su magnitud sea de 6,0 a 6,5 generando intensidades MM del orden de VIII en la zona epicentral y de VII en el proyecto. Como resultado de la sacudida fuerte es posible que se presenten deslizamientos importantes en laderas inestables y avalanchas de lodo en los ríos que desaguan hacia el norte del macizo del Poás, como el río Toro y sus tributarios.

Compilación de características de cortinas de impermeabilización en sitios de presa de proyectos hidroeléctricos del ICE en Costa Rica

Luis F. Barrantes, Asdrúbal Vargas, Carlos Chaves & Joaquín Barrantes
Instituto Costarricense de Electricidad
avargasS@ice.go.cr

Se presenta una compilación de las características geológicas de los sitios de presa y geométricas de las cortinas de impermeabilización en los proyectos hidroeléctricos Cachí, Arenal, Corobicí (presa Santa Rosa), Ventanas Garita, Toro 1, Peñas Blancas y Pirrís construidas por el ICE. La mayoría de los sitios de presa estudiados están constituidos por materiales volcánicos, principalmente lavas fracturadas, brechas, tobas, ignimbritas y conglomerados volcánicos y en menor número por rocas sedimentarias. En todos los casos la profundidad de la cortina se estableció en función de la extensión en profundidad de unidad geológica de baja permeabilidad (límite inferior), alcanzando valores que varían entre 15 m (Toro I) hasta 55 m (Arenal). Comparando la altura de seis presas y la profundidad de la cortina, se concluye que existe cierta relación entre estos dos factores, sin embargo dicha relación no es contundente. La mayoría de las cortinas son de tipo monolineal y solamente en la cortina de Arenal se utilizaron tres líneas de inyección. La mayoría de los tratamientos de impermeabilización se han llevado a cabo utilizando galerías de inyección construidas en ambas márgenes y debajo de la presa, por medio de perforaciones con cierto grado de inclinación que permitieron la inyección en sentido ascendente y descendente para lograr una impermeabilización más uniforme del macizo rocoso alrededor de la presa. En todos los sitios de presa evaluados, se calculó la permeabilidad y se llevó a cabo el estudio del comportamiento de la roca por medio de pruebas de agua a presión, que se realizaron previo y posteriormente a la inyección en un nuevo tramo o en otra perforación, con el fin de decidir sobre la necesidad de la cortina y también para verificar la efectividad del tratamiento. En los sitios de presa de Sandillal y Angostura el estudio de la permeabilidad y del comportamiento de los tramos de rocas ensayados indicaron que no se requería cortina de impermeabilización. En todos los casos estudiados se inyectó una lechada compuesta de agua y cemento y en las primeras cortinas (hasta año 1977) se utilizó un porcentaje menor de bentonita mientras que en cortinas más recientes se utilizaron aditivos. En algunas cortinas el proceso de inyección se inició con una mezcla fluida de agua y cemento para sellar las fracturas pequeñas y se finalizó con una lechada viscosa para sellar las fracturas mayores, incluyendo un aditivo fluidificante para disminuir la viscosidad y facilitar el transporte por las tuberías. El consumo de cemento en las cortinas construidas depende del tipo de fracturamiento, textura de la roca, relación agua/cemento y la presión de inyección. Los valores de consumo variaron desde 2246 kg/m en tobas lacustres para presiones de 5 kg/cm² hasta 30 kg/m con presiones similares para lavas fracturadas. Las relaciones por peso de agua/cemento utilizadas fueron variables, por ejemplo para la cortina de Cachí variaron entre 3/1 y 2/1, para la cortina Arenal se usaron valores de 5/1 y 2/3 y 2/1 con bentonita, mientras que para la de Toro I se usaron relaciones de 4/4, 4/5 y 4/6. En la mayoría de cortinas se utilizaron perforaciones primarias y secundarias cuya separación varió entre 5 y 10 m, sin embargo en algunas de ellas fue necesario utilizar perforaciones terciarias.

Aspectos geoambientales relevantes del campo geotérmico Las Pailas (Guanacaste, Costa Rica)

Manuel A. Barrantes

Centro de Servicio Recursos Geotérmicos - ICE

MBarrantesV@ice.go.cr

El campo geotérmico Las Pailas se ubica en la falda sur del volcán Rincón de la Vieja, dentro de un contexto muy particular donde convergen intereses socio-económicos y ambientales: zonas protegidas, hoteles de montaña, una comunidad poco desarrollada, y un valioso recurso energético para Costa Rica. La información geocientífica, socio-económica y ambiental soportan el desarrollo de este campo, por lo que incluye un continuo monitoreo ambiental. Siguiendo la filosofía y los principios del desarrollo sostenible, la explotación de este campo geotérmico es una ocasión para que el ICE pueda mostrar su capacidad de llevar a cabo futuras operaciones geotérmicas dentro del contexto de zonas protegidas, lo que conlleva a una importante oportunidad para que el país pueda aprovechar tan valioso recurso, considerado dentro de las energías más limpias.

Fuentes alternativas de magmas silíceos durante el ciclo Famatiniano del borde occidental del Gondwana, (Paleozoico Inferior), Noroeste de Argentina

Raul Becchio¹, José María Viramonte¹, Antonio Castro², Carlos Fernández², Alfonso Sola¹ & Ignacio Moreno Ventas²

¹Instituto Geonorte. Universidad Nacional de Salta. CONICET

²Departamento de Geología. Universidad de Huelva
tato@unsa.edu.ar

La hipótesis de trabajo es construida en base a resultados previos donde se plantea la relación entre unidades migmatíticas, anatéxis, la generación de magmas graníticos con el emplazamiento de anomalías térmicas en niveles medios de la corteza durante un largo período de tiempo, 500-440 Ma, generando un orógeno tipo caliente de larga duración (Famatiniano). Relacionado con esta anomalía térmica se repitieron en el tiempo, sucesivos eventos de metamorfismo en condiciones similares de alta temperatura y presiones bajas a medias (HTLP) en un ambiente de trasarco. En forma contemporánea con el metamorfismo, se emplazaron magmas graníticos en distintos niveles de la corteza. Esta propuesta ha sido corroborada parcialmente para el origen de magmas leucograníticos, pero no para magmas graníticos de gran volumen ni tampoco para secuencias volcánicas del Paleozoico Inferior en el NO de Argentina (Puna y Cordillera Oriental). Estas rocas ígneas tienen una composición química inusual, caracterizada por ser casi dos veces más ricas en Fe-Mg con respecto a los leucogranitos. Contienen altos porcentajes de FeO, 4% y Mg 1.5%, para SiO₂ 65–70% y bajos contenidos en CaO <1,5%. Se ha denominado a estos magmas como ferrosilíceos. Con la finalidad de establecer la distribución de este sistema magmático a escala global y teniendo en cuenta características petrográficas, geoquímicas y yacencia de las unidades ígneas del NO Argentino relacionadas al orógeno Famatiniano, son correlacionadas con unidades equivalentes de Iberia

(Ollo de Sapo). Ambas habrían formado parte del margen occidental del Gondwana.

Sobre muestras de un protolito sedimentario de composición pelítico-psamítico equivalentes a unidades metasedimentarias de muy bajo grado de metamorfismo de la Formación Puncoviscana (NO Argentina) se realizaron trabajos experimentales con la finalidad de investigar la generación de fundidos anatócticos. Los ensayos no fueron totalmente satisfactorios, por ello se utilizó como material inicial, muestras del Complejo de esquistos y grauvacas de Iberia, considerado como equivalente composicional de Puncoviscana. Los magmas identificados como ferrosilícicos, no tienen un comportamiento geoquímico normal de arco magmático. Por ello y en base a la realización de los trabajos experimentales, se postula que estos magmas ferrosilícicos habrían derivado de fusión casi total de rocas sedimentarias neoproterozoicas como las secuencias turbidíticas de Puncoviscana, ampliamente distribuida en el NO de Argentina. Para generar este tipo de magmas se requiere un régimen térmico de alta temperatura, con valores de 1000–1200°C donde se pueden alcanzar altas fracciones de fusión, en el orden de 80–90% a presiones de 1,4–2,0 GPa. Un régimen como el mencionado de UHT para producir grandes porcentajes de fusión a partir de un material pelítico no es posible en el ámbito de la corteza continental. Otro condicionamiento para alcanzar estos altos porcentajes de fusión, es una alta velocidad de fusión, para que no ocurra una segregación previa de fracciones menores, como es el caso de magmas leucograníticos. Un ambiente alternativo a la fusión cortical, es vincularlo con diapiros fríos formados por la interacción de sedimentos marinos subducidos y transportados por los diapiros hacia la cuña del manto a muy alta temperatura, produciendo grandes volúmenes de fusiones silíceas. Los magmas así generados pueden ser emplazados en un ambiente distensivo como un trasarco. Las condiciones que controlaron en parte el desarrollo del gran orógeno del Paleozoico Inferior, en particular el magmatismo silíceo, corresponderían a condiciones irrepetibles en la evolución del planeta. Este magmatismo, con características petrogenéticas tan particulares, al generarse en un intervalo de tiempo entre los 490 – 450 Ma, tiene importantes implicancias para definir y ajustar las reconstrucciones paleoambientales para este periodo.

Considerando los resultados alcanzados, se pueden definir dos fuentes posibles para los magmas silíceos famatinianos en el NO de Argentina. Una profunda vinculada al desarrollo de diapiros fríos y sedimentos equivalentes a la Formación Puncoviscana subducidos y otro en niveles corticales medios, con porcentajes de fusión parcial normales, y segregación de pequeños volúmenes de magmas de carácter peraluminoso. Los magmas generados en niveles mantélicos, están representados por grandes volúmenes de rocas silíceas del borde oriental de la Puna, mientras que los magmas anatócticos corticales con normales porcentajes de fusión cortical, corresponden a cuerpos de leucogranitos de pequeño volumen.

Interrelación entre carbonatos paleozoicos metamórficos y no metamórficos de los andes, de la Formación Palmarito en los estados Trujillo y Portuguesa, Venezuela

Norly Belandria¹, Lenin Valero² & Francisco Bongiorno³

¹Universidad de Los Andes. Postgrado de Matemáticas aplicado a la Ingeniería

²PDVSA-Occidente, Estudios Integrados Bachaquero Lago

³ULA. Grupo de Investigaciones en Geología Aplicada. Dpto. de Geomecánica Escuela de Ing. Geológica. Mérida

nbelandria@.ula.ve

El estudio geológico de superficie de la Formación Palmarito se basó en la interrelación entre carbonatos paleozoicos metamórficos y no metamórficos de Los Andes, en los estados Trujillo y Portuguesa con el objetivo principal de estudiar en forma integral la distribución de las principales facies carbonáticas metamorizadas y no metamorizadas verificando en cada una de las secciones establecidas las relaciones de campo en el tope y base, y así mismo determinar las características petrográficas de las rocas para establecer grado de metamorfismo, composición y textura, y realizar un análisis bioestratigráfico de las muestras recolectadas en la etapa de campo, para dar nuevos aportes a la fauna conocida. El estudio de campo permitió verificar la litología con un miembro inferior de areniscas, limolitas y lutitas y un miembro superior de calizas y lutitas para el paleozoico no metamórfico corroborado con el estudio petrográfico. Las características petrográficas permitieron separar el paleozoico metamórfico de la Formación Palmarito del no metamórfico por medio de los minerales presentes en las filitas, así como en cuarcitas impuras definiendo un grado metamórfico en la facies de los esquistos verdes, subfacies cuarzo-albita-clorita-moscovita; con textura granoblástica en las cuarcitas y lepidoblástica en las filitas. A partir de la flora *Delnortea* cf. *D. abbottiae* Mamay et alii y *Cordaicarpus* sp. fue posible concluir, debido a las semejanzas con las floras del Pérmico inferior del suroeste y centro-oeste de EUA (Ricardo Fresia, 1994) que habitaban en una región con régimen climático seco y asociado a la fauna hallada como fusulinas, corales, crinoides, foraminíferos, gasterópodos, braquiópodos y briozoos, que la edad de la Formación Palmarito abarca desde el Pensilvaniense medio hasta el Pérmico.

Nuevos resultados de amenaza sísmica para Centroamérica

M^a Belén Benito¹, Wilfredo Rojas², Alvaro Climent², Enrique Molinat³, Griselda Marroquin⁴, Emilio Talavera⁵, José Jorge Escobar⁶, Eduardo Camacho⁷ & Conrad Lindholm⁸

¹Universidad Politécnica de Madrid, España

²Red Sismológica Nacional, RSN UCR-ICE

³INSIVUMEH, Guatemala

⁴SNET, El Salvador

⁵INETER, Nicaragua

⁶Universidad Nacional de Honduras

⁷Universidad de Panamá

⁸NORSAR, Noruega

ma_ben@nivel.topografia.upm.es

Nuevos resultados de amenaza sísmica para Centro América, fueron obtenidos en el transcurso de un reciente taller de trabajo realizado en marzo y abril de 2008, en la Universidad Politécnica de Madrid, con la participación de profesionales en sismología representando a cada país de Centroamérica. El taller fue desarrollado en el marco del proyecto RESIS II, impulsado por el Centro para la Coordinación y Prevención de los Desastres Naturales en Centroamérica (CEPREDENAC) y la Agencia de Cooperación Noruega (NORAD).

El trabajo se desarrolló en tres fases: la primera destinada a preparar el banco de datos sísmológico actualizado hasta diciembre de 2007, junto con el modelo de zonas sismogénicas para el cálculo de la amenaza siguiendo un método probabilista zonificado; la segunda se dirigió al contraste de modelos de movimiento fuerte con datos locales y selección de los más idóneos para la región y en la tercera y última fase se desarrolló el cálculo de la amenaza mediante el programa CRISIS07, desarrollado por Ordaz y colaboradores en la Universidad Autónoma de México.

Los resultados son presentados en un informe técnico, que contiene los mapas de amenaza sísmica de la región, en términos de aceleración pico (PGA) y aceleraciones espectrales SA para periodos de 0,2 y 1s, todos ellos para períodos de retorno de PR= 500, 1000 y 2500 años y en lecho rocoso. Además, se presentan las curvas de amenaza y los espectros de amenaza uniforme (UHS) para cada una de las ciudades capitales de Centroamérica, junto con los resultados de la desagregación en éstas para los movimientos objeto representativos de la amenaza para PR= 500 y 2500 años. Se ha encontrado que el valor de PGA para un período de retorno de 500 años, varía en dichas ciudades capitales, entre 0,3 a 0,7 m/s², siendo las más elevadas en Ciudad de Guatemala, San Salvador y Managua y las más bajas en Tegucigalpa y Ciudad de Panamá.

Mapas de riesgos medioambientales. ¿Es posible la unificación de criterios conceptuales y metodológicos?

María Angélica Bernabé¹ & Silvia Falasca²

¹CINEA. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Campus Universitario Tandil, Pcia. Buenos Aires

²Investigadora Adjunta del CONICET

mbernabe@fch.unicen.edu.ar; sfalasca@conicet.gov.ar

Los cambios tecnológicos y los efectos de la globalización del actual modelo de desarrollo económico, han traído como consecuencia grandes problemas ambientales de orden global, regional y local, que llevan a las sociedades más vulnerables a sufrir las devastadoras consecuencias que se derivan en los problemas ambientales resultantes.

Los problemas más frecuentes surgen como consecuencia de factores complejos e interrelacionados que atañen tanto a los derivados del medio natural como del medio antrópico; como los geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climáticos, socio-económicos, culturales y tecnológicos, entre otros.

Cuando los problemas ambientales se manifiestan, devienen en desastres o catástrofes y derivan en pérdidas de vidas humanas y económicas. Las consecuencias son nefastas cuando lo sufren las sociedades en situación de pobreza extrema.

Los múltiples problemas ambientales surgidos, derivó en la toma de conciencia de su existencia y gravedad, y en la necesidad de la realización del estudio de sus causas y sus consecuencias.

Ante la parcialidad e ineficiencia del abordaje de los problemas a partir de un enfoque disciplinar único y la imposibilidad de ser resueltos unilateralmente, debieron ser analizados desde una visión global y multidisciplinar y representados por medio de los mapas medioambientales.

Existe una vasta producción de estudios y análisis de problemas ambientales debido tanto a causas naturales y antrópicas, generalmente abordadas desde un enfoque disciplinar específico y muchas veces fragmentario, que se plasman espacial y temporalmente a través de los mapas o cartas temáticas correspondientes. Entre los principales están los que representan: peligro natural, riesgo, amenaza, vulnerabilidad, susceptibilidad, exposición, los que en general pueden denominarse mapas ambientales o medioambientales.

La diversidad de disciplinas y enfoques con que pueden abordarse los problemas ambientales, implica la utilización de un complejo entramado teórico, conceptual y metodológico; teniendo en cuenta la escala espacial y temporal del análisis.

La metodología que se emplea con más frecuencia en los mapas de riesgo, es en líneas generales de carácter probabilístico o determinístico, según el caso; y contando con los SIG como una de las herramientas más apropiadas para su elaboración.

Se torna imperioso aunar criterios comunes de selección de “categorías conceptuales integradoras” (Campos, 2002) respecto de la elaboración de los mapas de riesgo ambiental. La unificación de los mencionados criterios evitaría la confusión conceptual y metodológica, dando lugar al diseño de normativas metodológicas unificadoras para la confección de la cartografía temática resultante.

El presente trabajo tiene por objeto poner en discusión la diversidad teórica-conceptual y metodológica que presentan los trabajos de riesgo y su representación cartográfica, según el enfoque epistemológico con que se analizan.

Se realiza un pormenorizado análisis del concepto del riesgo y mapas de riesgo desde diversas disciplinas a partir de la literatura disponible. Se presenta un ejemplo de metodología integradora de una carta de riesgo hídrico a escala grande.

Análisis Geoquímico del Contenido Metálico de las Aguas del Río Ciruelas en los Alrededores de la Mina Bellavista, Miramar Puntarenas, Costa Rica. Diciembre, 2007

Kenneth Bolaños¹ & Alejandro Arauz²

¹Regente Ambiental y Geológico, Mina Bellavista; Consultor independiente.

²Consultor independiente, anterior Gerente Ambiental de Mina Bellavista

Apdo. 859-2150 Moravia

kbolanos@metalesprocesados.com

La mina Bellavista, ha sido históricamente una operación de minado y procesamiento de mineral aurífero, en los últimos dos años con una producción de sesenta mil onzas de oro al año. La mina está ubicada aproximadamente 70 kilómetros al oeste-noroeste de la Ciudad de San José, a unos 3 kilómetros al noreste de la comunidad de Miramar de Montes de Oro, Costa Rica.

La diversas instalaciones de la mina se localizan a lo largo de 2 kilómetros en la margen derecha del río Ciruelas, a partir de la cota de 430 msnm, abarcando un total de 105 hectáreas. Ambas márgenes del río Ciruelas han sido objeto de actividad minera de manera intermitente desde alrededor de 1890, década en que los depósitos auríferos del sector fueron descubiertos.

Desde su nacimiento, el río atraviesa por áreas de actividades agrícolas principalmente artesanal incluyendo pastos, frijoles y plátano, aguas arriba del área de la mina, y actividad ganadera, urbana, y agrícola extensiva aguas abajo. Solo en el año 2006, el mínimo caudal medido en el Río Ciruelas fue en el mes de enero donde el promedio mensual fue de 47 l/s y el máximo caudal fue de 667 l/s como promedio del mes de octubre, todo esto medido justo en el límite de la propiedad donde se encuentra el portón principal.

Aun cuando la calidad del agua del río Ciruelas es buena, el río recibe aportes de metales de diversas fuentes tanto naturales como antropogénicas. La presencia de mineralización y actividad hidrotermal extensa en los alrededores de la mina y otros sitios origina altos fondos hidrogeoquímicos de algunos metales, en comparación con otros sitios no mineralizados. La actividad agrícola, sobre todo a través de la utilización de algunos pesticidas y la cercanía de centros urbanos de importancia en sus márgenes, incluyendo la ciudad de Miramar, tienen una incidencia directa en la calidad del agua del río aportando contaminantes. Igualmente, en forma potencial la actividad minera podría originar contaminación hídrica a partir de algunas de sus actividades, siendo las principales la excavación y acumulación de roca con potencial de generación de aguas ácidas, proceso conocido como drenaje ácido de roca (DAR) y la utilización de químicos en el proceso extractivo y en el tratamiento de aguas residuales.

En este estudio, se establece la calidad del agua del río Ciruelas luego de dos años y medio de operaciones de la mina Bellavista, en lo relacionado al contenido de metales pesados, en particular aquellos elementos (Al, Se, Cu, Mn, Fe y Zn) que podrían derivarse de un DAR o por el proceso productivo. El objetivo es identificar cualquier cambio en la concentración de metales en el agua que pueda ser atribuido a la

actividad minera. Se analizan los datos de dos estaciones de monitoreo localizadas una aguas arriba y otra aguas abajo del sitio de la operación minera. Se utiliza como punto de comparación, información de calidad de agua recolectada para la realización del Plan de Gestión Ambiental (PGA) requerido para la puesta en marcha de la mina. Y se establecen los diferentes aportes posibles, tanto naturales como antropogénicos que podrían estar incidiendo en la calidad actual de las aguas del río Ciruelas, tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio de la mina.

Casos frecuentes de amenaza y vulnerabilidad en Costa Rica: medidas de prevención y mitigación

Esteban Bonilla, Ignacio Chaves, Lidier Esquivel, Julio Madrigal, Joanna Méndez & Linda Sjöbohm
Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
ichaves@cne.go.cr

En Costa Rica se han venido registrando grandes desastres provocados por inundaciones, sismos, deslizamientos y erupciones volcánicas que han cobrado la vida de miles de personas y han dejado una estela de destrucción. El impacto de estos fenómenos naturales se debe en parte a su ubicación geográfica; estamos situados, por un lado, en el llamado anillo de fuego del Pacífico, cruzado por una cadena de altas montañas, con gran cantidad de volcanes activos y actividad tectónica y por otro lado, en la Zona de Convergencia Intertropical que aporta gran cantidad de humedad en la estación lluviosa. La experiencia acumulada por el Área de Evaluaciones de Amenazas y Riesgo del Departamento de Prevención y Mitigación de la CNE ha permitido documentar los casos más frecuentes de amenaza y vulnerabilidad que enfrenta la población costarricense. La sistematización de los datos adquiridos en el campo permite clasificar los casos más frecuentes en diez categorías, con el objetivo de que la información se convierta en una herramienta para la planificación del uso del suelo y poder aplicar las recomendaciones para mejorar el ordenamiento territorial del país, por parte de municipios, instituciones y empresas privadas. Para la identificación de la información se utilizaron variables tales como el fenómeno natural, el tipo de daño más recurrente, el factor de disparo y el ambiente geológico - geográfico. El periodo estudiado, permitió identificar los fenómenos naturales que más impactaron sobre la población costarricense: deslizamientos, inundaciones y sismos. Se logró registrar graves daños en vías de comunicación, infraestructura y desarrollo agrario. Entre los factores de disparo más recurrentes, el estudio reveló aspectos tales como la saturación del suelo por las precipitaciones prolongadas, sismos y alteración del medio ambiente. Otro factor destacable de la investigación es la ubicación de poblaciones y zonas de cultivo sobre ambientes geológico - geográficos peligrosos, tales como llanuras aluviales, la invasión de comunidades dentro de la zona de influencia fluvial o de inundación. A pesar de los desastres que hemos experimentado, debemos entender que la naturaleza es nuestra aliada, pero está gobernada por leyes que ignoramos a nuestro propio riesgo. Los seres humanos hemos adquirido la habilidad para alterar radicalmente el medio ambiente, pero también tenemos la capacidad para revertirlos.

Características tectónicas y paleosismicidad de la falla Cote-Arenal, Costa Rica

Maureen Bonilla¹, Michael Calderón¹, Johanna P. Camacho¹, Maikol Rojas¹, Christian E. Delgado¹, Magdalena Monge¹, Manuel A. Mora¹, Jorge A. Salazar¹, Iván Sanabria¹, Dennis Sánchez¹, Andrés Ulloa¹, Guillermo E. Alvarado² & Gerardo J. Soto²

¹Grupo de Vulcanología (G-5120) 2008, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A³SV), ICE, San José, Costa Rica
galvaradoi@ice.go.cr

La reciente limpieza de un corte en la carretera La Fortuna-Tilarán, para su reparación por hundimientos, a 7,3 km (271 900 N - 449 400 E) de la represa de Sangregado, ha dejado al descubierto una secuencia de depósitos piroclásticos y epiclásticos producto de la actividad eruptiva del Arenal. La secuencia piroclástica muestra una zona fallada de 120 m de longitud que corresponde con la falla denominada Cote-Arenal, con una longitud de aprox. 50 km, con el bloque septentrional levantado. Parte del mismo corte fue estudiado previamente con cierto grado de detalle por Alvarado (1989), en donde se determinó una velocidad de movimiento de 1,8 mm/año, con base en un desplazamiento total medido de 5,4 m en 3320 ± 215 años B.P., fecha obtenida para el nivel de paleosuelo bajo el depósito piroclástico llamado ET-9 (redenominado AR-9) en esta localidad. Las tres edades de radiocarbono para este nivel, calibrada, promediadas y valoradas, dan una edad media de 3200 años (Soto & Alvarado, 2006). Las descripciones detalladas realizadas durante la estación seca del 2008, permiten describir con mejor detalle las apreciaciones previas. Se lograron identificar 2 fallas de importancia y 20 fallas menores, subverticales, con rumbos aparentes variables entre N80°E hasta N78°W, principalmente entre N60°E y N60°W. Poseen un movimiento aparente normal, unas pocas veces en función de la competencia del estrato puede simular ser inverso, pero en general parecen ser fallas de rumbo, aunque no se lograron encontrar estrías para dilucidar su verdadero movimiento. El desplazamiento de la capa AR-9 fue re-evaluado en 5,2 m para un recálculo de 1,6 mm/año, similar al calculado anteriormente. La capa explosiva más grande del Arenal (ET-2 ó AR-20), datada en 550 años a.P., está desplazada 1,3 m, lo que nos da una velocidad de movimiento de 2,4 mm/año, igualmente elevada. Las evidencias tectónicas y paleosismológicas observadas confirman que: a) la falla Cote-Arenal no es una falla simple, sino una zona de falla compleja de varias decenas de m de grosor; b) esta falla no solo es activa, sino que posee un potencial sísmico elevado de generar un terremoto a corto plazo (<100 años?) de magnitud intermedia, cercana a Ms 6,5; c) el movimiento de la falla probablemente dextral? y normal con el bloque nororiental levantado, posiblemente tenga un efecto de transpresión que haya influido en la generación de la Laguna de Cote, unos 24 km al noroeste del corte estudiado. Puesto que esta falla se encuentra muy cerca de sectores con gran desarrollo turístico, tan solo a 3 km en línea recta de la represa de Sangregado, y muy cerca del Arenal, un volcán activo, debe hacerse una evaluación prolija de sus implicaciones para el riesgo sísmico y volcánico.

Late Cretaceous subduction initiation along the SW edge of the Caribbean Plate (southern Costa Rica and western Panama): The genesis of the southern Central American Volcanic Front

David M. Buchs¹, Peter O. Baumgartner¹, Richard J. Arculus², Claudia Baumgartner-Mora¹, Alexey Ulianov¹, Alexandre N. Bandini¹ & Kennet Flores¹

¹Institute of Geology and Paleontology, University de Lausanne (Switzerland)

²Department of Earth and Marine Sciences, Australian National University

David.Buchs@unil.ch

The southern Central American Volcanic Front (SCAVF) is located along one of the best studied intra-oceanic convergent margin in the world. Off-shore and on-land studies on the SCVF during the last few decades have significantly improved our understanding of processes such as seismogenesis, subduction-related fluid flows and continentalization of the oceanic crust, which are intrinsically related to seismic and volcanic hazards. Location of the SCAVF along a large igneous province (the Caribbean Large Igneous Province or CLIP) led many authors to consider that the arc basement is composed of the CLIP, which had an important influence on recent geological, geochemical and geophysical models. However, no direct evidence of the presence of an oceanic plateau under the volcanic front has been provided to date. On the basis of geological field work and geochemical analyses in southern Costa Rica and western Panama, we provide the first evidence for the existence of an oceanic plateau under the SCAVF. Our results further constrain the age and mechanisms of subduction initiation along the Caribbean Plate that led to the genesis of the SCAVF in the Campanian. Exposures of the arc basement in western Panama provide a unique opportunity to better constrain forthcoming models proposed for the evolution of the SCAVF.

La memoria del suelo como un registro adicional de los cambios ambientales ocurridos en México durante el Cuaternario Superior

B. H. Cabadas¹, R.E. Solleiro² & S. Sedov²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México

²Departamento de Edafología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México

geocabadas@hotmail.com

Buscando una aproximación a la historia ambiental de México, principalmente en la transición Pleistoceno Superior-Holoceno, el presente trabajo propone el uso del concepto de memoria del suelo para el estudio de los suelos formados en superficies antiguas (paleosuelos). La utilización de dicho concepto es adicional a otros estudios de reconstrucción paleambiental (por ejemplo; los efectuados en sedimentos lacustres y glaciares).

Un paleosuelo es el resultado de la acción conjunta de cinco factores formadores que también son observables en suelos modernos: clima, organismos, material parental, relieve y tiempo. Dichos factores formadores son los responsables de los procesos de pedogénesis e influyen, a su vez, en el desarrollo de los rasgos pedológicos (los rasgos más estables a través del tiempo y que son registrados, por ejemplo en: 1) el contenido y especiación de los minerales de la fracción arcilla; 2) la firma isotópica del carbono; 3)

la microestructura de los agregados del suelo; 4) el contenido de restos paleobotánicos, entre otros).

Hasta el momento, se ha estudiado ampliamente la memoria edáfica de diversas localidades del Centro de México. En recientes temporadas, se ha iniciado la investigación en el sureste (Chiapas) y la Península de Yucatán (relacionada sobre todo con los procesos de formación de suelo imperantes en los relieves kársticos). Los resultados obtenidos han permitido establecer tendencias en cuanto a la historia ambiental guardada en las cubiertas edáficas antiguas y modernas. Las tendencias observadas, sobre todo para la parte Central de México, se proponen como sigue:

1) Procesos de formación de suelo poco contrastantes. Representados por los casos de secuencias estudiadas en el Nevado de Toluca y la Sierra Nevada. Las propiedades ándicas, imperantes desde el Pleistoceno Superior al Holoceno, son los rasgos distintivos de este grupo.

2) Procesos de formación de suelo altamente contrastantes. En este apartado se ubican las secuencias de la Cuenca de Tlaxcala, el Valle de Teotihuacan y Pachuca. La cubierta edáfica moderna refleja el establecimiento de condiciones de sequía (evidente en suelos como Phaeozems y Calcisoles) que rompen con las condiciones de humedad desarrolladas en la parte final del Pleistoceno y que dieron lugar a una pedogénesis tipo Luvisol.

3) Procesos de formación de suelos extintos. Se trata de un grupo muy importante, dado que los procesos de formación de suelo del pasado, no tienen ningún análogo en las condiciones ambientales actuales de la cubierta edáfica. El caso de Albeluvisoles presentes en el Glacis de Buenavista, Mor. y en la Cuenca de Tlaxcala, dan evidencia de ciertas condiciones de humedad y un clima frío durante el Último Máximo Glacial.

El glaciar 15 del Antisana, Ecuador: Trece años de investigaciones glaciológicas

Bolívar Cáceres¹, Francou Bernard², Vincent Favier², Guillaume Bontron², Pierre Tachker², Rodolphe Bucher², Jean Denis Taupin², Mathias Vuille³, Luis Maisin Cho¹, Fanny Delachaux², Jean Philippe Chazarin² & Eric Cadier²

¹INAMHI, Iñaquito 700 y Corea, tel 2-269276, fax 2269276 Quito, Ecuador

²IRD, Whympet 442 y Coruña, Quito, Ecuador

³Climate System Research Center, Department of Geosciences. University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA

bolivarc@inamhi.gov.ec

Aparte del Glaciar Lewis (Kenya), el Glaciar 15 del Antisana (5760-4830 m s.n.m., 0,32 km²) es el único glaciar que provee a la comunidad científica con información regular sobre el balance de masa cerca de la línea Ecuatorial en Sudamérica (Reporte anual del Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares WGMS 2003).

Su superficie ha podido ser reconstruida utilizando aerofotogrametría desde el año de 1956 hasta el año 1997. A partir del año 1994 se han realizado mediciones directas sobre la parte terminal de la lengua del glaciar utilizando topografía con la finalidad de conocer los cambios ocurridos en el límite del glaciar así como la determinación de la velocidad superficial en la parte terminal de la lengua (zona de ablación).

Sobre la zona de ablación (< 5100 m s.n.m.) se ha instalado una densa red de estacas que permiten medir la evolución del balance de masa del glaciar en el ámbito mensual desde el año 1995, pozos de

acumulación son excavados en la zona de acumulación al final del año hidrológico (diciembre-enero) con la finalidad de calcular el balance neto específico anual.

El glaciar 15 del Antisana pierde como promedio anual alrededor de 600 mm equivalentes en agua desde el año 1995 (13 años), la variación interanual observada es muy grande, se observaron balances muy negativos durante 1995 y 2002; dos balances positivos durante 1999 y 2000, y balances negativos para los años restantes.

La dinámica del glaciar responde al balance de masa con fluctuaciones bien marcadas, las cuales están sincronizadas con su evolución.

La variabilidad del ENSO (El Niño oscilación del Sur) ha sido observada como un factor importante que controla la evolución del balance de masa sobre los glaciares en el Ecuador y las condiciones climáticas, provocando avances y retrocesos sobre los glaciares según ocurra un fenómeno Niña (evento frío) o Niño (evento cálido).

Determinación de las zonas de recarga potencial en la cuenca del río Andamojo, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica

Douglas Camacho
doucamacho@yahoo.com

La península de Guanacaste ha experimentado un crecimiento acelerado de actividades antrópicas que provocan un aumento en la demanda del recurso hídrico. Hasta el momento se considera limitada la cantidad de fuentes que proporcionen dicho recurso en las cantidades que se está y estará requiriendo en esta zona. Por tal motivo se vuelve necesario conocer el potencial que tienen las aguas subterráneas, de manera que puedan ser aprovechadas sin alcanzar la sobreexplotación. Esta investigación se concentra en estimar la recarga potencial de la cuenca hidrográfica del río Andamojo, utilizando el método de balance hídrico de suelos propuesto por Schosinsky y Losilla (2000). Los datos obtenidos fueron procesados mediante un sistema de información geográfica y se generaron mapas de formaciones geológicas, uso del suelo, porcentaje de pendientes, clasificación de suelos. Posteriormente estos mapas fueron utilizados para determinar la recarga potencial y las zonas de recarga de la cuenca en estudio. Los valores de recarga potencial de la cuenca del río Andamojo varían desde cero hasta $1,212 \times 10^6$ m³/año. Los valores de menor potencial de recarga corresponden en su mayoría con zonas altas donde el uso del suelo es bosque y representan un alto porcentaje del área de la cuenca. Las zona con mayor recarga representan un porcentaje menor del área y corresponden tanto con zonas altas como bajas donde el uso del suelo es principalmente pastizales. En términos generales la recarga potencial se caracteriza por ser de baja a intermedia, sin embargo, debido al gran área de la cuenca se considera que el valor total es alto.

Atlas virtual de la geología de la cuenca sedimentaria Limón Sur, Costa Rica

Lolita Campos

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

locampos@geologia.ucr.ac.cr

Se presenta una serie de 14 mapas geológicos a escala 1:100 000 que cubren la extensión territorial de la cuenca sedimentaria Limón Sur, así como perfiles geológicos y secciones estratigráficas. Con base en lo anterior se propone un modelo de evolución geohistórica de la misma.

Guía virtual de la ruta geoturística del noroeste de Costa Rica

Lolita Campos

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

locampos@geologia.ucr.ac.cr

Esta guía ha sido creada dentro del proyecto ED1505 de la Vicerrectoría de Acción Social -UCR. En esta primera versión se incluye una totalidad de 50 sitios de observación y va dirigida tanto a un público conocedor como al paseante sin experiencia en la temática.

Los objetivos de la Guía son crear una fuente alternativa de desarrollo económico para muchas comunidades y además una cultura de interés, conocimiento y apreciación por las ciencias geológicas y de la Tierra en general.

Tipos petrográficos y aspectos sedimentológicos de la Quebrada Concha, flanco sur del Cerro Dragón, Costa Rica

Lolita Campos

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

locampos@geologia.ucr.ac.cr

Se presentan los resultados del levantamiento geológico realizado a lo largo de la Quebrada Concha, dentro del marco del curso de sedimentología 2008 de la Escuela Centroamericana de Geología. Parte de esta sección fue estudiada con anterioridad por Rivier & Calvo (1988). El presente levantamiento se aproxima desde el punto de vista de las facies petrográficas y sedimentológicas encontradas, las cuales a priori son correlacionadas con carbonatos de la Formación Fila de Cal (Calizas Parritilla) y con paquetes de alternancias clásticas hasta volcánicas de areniscas-brechas/conglomerados-lodolitas de las formaciones Pacacua y Peña Negra.

Caracterización de la amenaza por movimientos de ladera generados por lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)

Carles Fernández-Lavado¹, Ángel Sánchez¹ & Karla Miranda²

¹Geólogos del Mundo (GM)

²Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS)

cfernandez@colgeocat.org

El Área Metropolitana de San Salvador está bajo el espectro de diferentes amenazas de origen natural. Desde el riesgo volcánico que supone el Volcán de San Salvador, hasta la amenaza sísmica, inundaciones y movimientos de ladera. El presente trabajo se centra en esta última amenaza donde no sólo los fenómenos naturales son los responsables de la generación de desastres, sino también el factor humano tiene una influencia decisiva debido a la presión sobre el territorio que esta ejerciendo la expansión urbana. En este proceso de expansión de las ciudades, las clases sociales más vulnerables han tendido a colonizar zonas con un elevado grado de riesgo (riberas de ríos y quebradas, laderas montañosas, taludes...). Por lo anterior, es de importancia para las oficinas de planificación, contar con herramientas y capacidades que les ayuden en la toma de decisiones en cuanto al ordenamiento territorial.

Teniendo en cuenta este marco de referencia, la caracterización de la amenaza por movimientos de ladera se basa en el análisis de la susceptibilidad a partir del inventario de movimientos de ladera de origen natural utilizando el Método Estadístico Bivariante y teniendo como base los factores condicionantes del terreno (geología, pendientes, orientaciones, geomorfología, fracturación y usos de suelo). La introducción del factor antrópico en este análisis se ha trabajado en base a la elaboración de un mapa de densidad considerando aquellos movimientos de ladera provocados por acciones humanas (densidad antrópica). El cruce del mapa de susceptibilidad natural a los movimientos de ladera con el de densidad antrópica, nos da una visión más acorde con la realidad en cuanto a la amenaza estudiada. Finalmente consideramos en este estudio el factor de disparo originado por lluvias empleando el método Mora-Varhson, el cual se basa en las precipitaciones máximas diarias para un periodo de retorno de 100 años. El mapa resultante nos permite identificar zonas del área metropolitana donde la amenaza a los movimientos de ladera varía entre baja, moderada, alta y muy alta.

Resultados del proceso constructivo de la cortina de impermeabilización de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, Costa Rica

Carlos Chaves

Exploración Subterránea, Instituto Costarricense de Electricidad.

La ejecución del proceso de impermeabilización de la fundación de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, inició en enero del 2003 y se extendió por cerca de 4,7 años, llegando a su finalización en setiembre del 2007.

Esta obra constructiva, denominada “cortina de inyección”, consiste en la generación de una barrera artificial en el macizo rocoso sobre el que se funda la presa, la cual debe garantizar cierto grado de

impermeabilidad capaz de reducir a un valor aceptable las potenciales pérdidas de agua inducidas por el embalse. En otras palabras, la cortina puede visualizarse como una especie de extensión de la presa dentro del terreno y su construcción es de vital importancia por la altura de estructura (113 m) y las características geológico-estructurales de la fundación.

Básicamente la presa se fundará sobre una secuencia sedimentaria del Terciario, constituida por areniscas y lutitas con un ángulo bajo de buzamiento (15 a 20°), que han sido afectadas por fracturamiento y fallamiento tectónico. Además, como parte de la historia geológica, esta formación rocosa sufrió importantes transformaciones metasomáticas producto de la intrusión de cuerpos magmáticos, llegando casi al grado de cornubianita. Esto provocó lixiviaciones y recristalizaciones mineralógicas, que incidieron muy favorablemente en las cualidades geológico-geotécnicas de las rocas, tales como la densidad, resistencia a la compresión simple, porosidad, dureza y tolerancia a la meteorización.

Desde el punto de vista de conductividad hidráulica, las rocas sedimentarias poseen una matriz considerada impermeable para efectos prácticos. Sin embargo, los sistemas de fracturas y especialmente las fallas geológicas controlan la permeabilidad de la formación. Por consiguiente, el tratamiento de impermeabilización de la cortina de inyección, se fundamenta en el sellado de las grietas conductoras de agua mediante un relleno sólido y duradero en el tiempo. Tradicionalmente, el sellado para proyectos de este tipo se hace inyectando a presión suspensiones de agua/cemento, desde hileras de huecos perforados en el terreno.

En el caso de la cortina del P.H. Pirrís, ésta fue diseñada como un elemento delgado y extenso, delimitada por fronteras de baja permeabilidad y conformada por una sola hilera de perforaciones (tipo monolineal). Para este propósito fue necesario excavar cerca de 800 m de galerías, cuatro en cada margen de 100 m de longitud cada una, desde las cuales se ejecutaron aproximadamente 40000 m de perforación. Durante el proceso constructivo se llegó a colocar en el terreno alrededor de 3500 toneladas de cemento, de las cuales el 81% correspondió al estribo de la margen izquierda, debido esencialmente a razones geológico-estructurales.

Estudio de amenazas naturales y antrópicas en la Cuenca del Río Pirrís, Costa Rica

Álvaro Climent¹, Rafael Barquero¹, Rolando Valdez², Olman Arias², Adolfo Estrada², Jorge Bonilla², Sergio Arce², Ricardo Chavarría², Rosa Vásquez², Miguel Chinchilla², Carlos R. Rodríguez³, Porfirio Machado³, Ileana Mora³, Max Ureña, Joaquín Méndez⁴ & Luis F. Artavia⁴

UEN Proyectos y Servicios Asociados, Instituto Costarricense Electricidad:

¹C.S. Exploración Subterránea

²C.S. Diseño

³C.S. Estudios Básicos de Ingeniería

⁴C.S. Gestión Ambiental

En el presente informe se han integrado en forma de resumen los resultados obtenidos por cada uno de los estudios específicos realizados en la cuenca y relacionados con la Sismología, Climatología, Geología, Geotecnia, Hidrología y Gestión Ambiental.

Además del texto correspondiente se presentan una serie de mapas digitales georeferenciados, los cuales muestran la distribución espacial del grado de amenaza de cada uno de los fenómenos naturales y

antrópicos que fueron analizados en la cuenca. Se espera que los mismos sean utilizados, entre otras cosas, como herramientas para la toma de decisiones e implementar medidas de mitigación y prevención dentro de los límites de la cuenca, ante las diferentes amenazas identificadas en la misma.

Del estudio sismológico y de amenaza sísmica se identificó el contexto sismo-tectónico en el cual se encuentra localizada la cuenca en estudio y se cuantificó la amenaza sísmica en la misma. La ubicación de la cuenca del río Pirrís en la zona pacífica central del país, la hace propensa a sufrir el efecto cercano de la ocurrencia de sismos al menos de magnitud 7 debido a la subducción de la placa del Coco sobre la Caribe. Igualmente, la ocurrencia de sismos locales, de magnitudes hasta 6,5 debido a la existencia de sistemas importantes de fallas superficiales, tanto cerca como dentro de los límites de la cuenca.

Con la información meteorológica disponible se analizó el comportamiento espacial y temporal de la precipitación, los máximos diarios en varias estaciones y se muestra el comportamiento de diferentes parámetros meteorológicos. También se realizó una cuantificación de las descargas atmosféricas en toda la cuenca y se muestra el impacto del número de impactos por año, la máxima intensidad y corriente pico estimada en cada año, la distribución horaria de las descargas y el mapa de densidad.

El estudio de inundaciones se realizó utilizando un análisis basado en flujo unidimensional distribuido por celda básica (pixel) en 8 posibles direcciones más una razón de almacenamiento, combinando con un análisis regional de caudales máximos que permite la ubicación de las crecientes de acuerdo a períodos de retorno. El modelo se basó en un hidrograma de entrada correspondiente a una creciente que afectó toda la zona, y que luego fue magnificado para simular inundaciones para períodos de retorno más altos. Se simuló crecientes para un período de 10, 20 y 50 años de período de retorno. Los resultados se dan en forma de mapas que muestran no sólo el alcance de la inundación, sino también las profundidades máximas alcanzadas, que en algunos sitios superan incluso los 5 m. Morfotectónicamente el área se ubica en dos zonas, una porción en la cuenca antearco (Parrita), y el resto en la región del arco interno, en donde los efectos por procesos de subducción son bastante evidentes en cuanto a deformaciones, fallamiento y fracturamiento de los materiales litológicos. Desde el punto de vista geológico la zona está constituida por materiales de origen volcánico originados en un fondo oceánico (74 ma), los cuales probablemente sean contemporáneos con depósitos marinos finos (areniscas y lutitas), estos materiales han sido cubiertos por otras secuencias sedimentarias y volcánicas más recientes, las cuales se localizan hacia las zonas norte y este del área de estudio, donde las altas pendientes las hacen susceptibles de deslizamientos.

Tomando en consideración lo antes apuntado se realizó también un estudio de amenazas por deslizamiento que incluyó una serie de disciplinas dentro de las que se encuentran la geografía, geotecnia, geología, hidrogeología y otras. De las áreas de investigación mencionadas se consideraron los temas que conciernen de una u otra manera con la estabilidad de las laderas y que eventualmente pueden influir en la misma como son uso de la tierra, geología y estructuras geológicas, suelos, densidad de drenaje y pendientes y se les aplicó un peso según su influencia potencial a la inestabilidad de laderas. A cada disciplina se le hizo una clasificación también por pesos, y al final se contó con seis mapas temáticos. Se aplicó un álgebra de mapas y se obtuvo un mapa de susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas de la cuenca, este producto final es el elemento utilizado por la unidad de cuencas del PH Pirrís, para la planificación pertinente en lo referente a este tema.

En la actualidad el uso del suelo en la cuenca registra un 27% de áreas de bosque ubicadas en la zona este de la cuenca alta y al oeste de la cuenca media. Se tiene un 24% de áreas empleadas en cultivos anuales y permanentes, los cuales se desarrollan en la cuenca media-alta y en las zonas bajas cerca de la costa. Un 32% del área es empleada como pastos, los cuales se encuentran distribuidos en toda el área de

estudio, al igual que el 10% de áreas de tacotales. Es importante mencionar que las áreas con desarrollo urbano representan un 1,2% del área de estudio, lo cual es bastante reducido, estos desarrollos se dan en el límite de la cuenca media-alta y en reducidos sectores de la cuenca baja

Los resultados finales permiten combinar el mapa de amenazas con el de infraestructura con el fin de obtener conclusiones y recomendaciones para el diseño de las obras del ICE y otras de interés general.

Deformación del batolito peninsular Baja California México con evidencia paleomagnética

R. Contreras, J. Pineda¹ & G. Villeda

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, CICATA-IPN Querétaro
rcontreras15@hotmail.com

Este trabajo se centra en estudios de rocas intrusivas del batolito peninsular en la parte norte de la península de Baja California, los datos se interpretan como evidencia de deformación del batolito peninsular durante el Cretácico, aunque no se puede rechazar la hipótesis de que haya cierto basculamiento asociado a la apertura del Golfo. Las direcciones paleomagnéticas de la península son discordantes con respecto a Norte América, lo que ha sido interpretado como evidencia de grandes desplazamientos latitudinales de la península con respecto a Norte América. Aunque es evidente que la apertura del Golfo puede explicar quizá aproximadamente 350 kilómetros de desplazamiento norte-sur, algunos datos sugieren que el desplazamiento fue aproximadamente 1500 kilómetros. La dirección media del plutón El Potrero es fuertemente discordante. La discordancia se puede explicar si el plutón fue basculado respecto a un eje NNW aproximadamente 40°. Esta deformación probablemente ocurrió durante el Cretácico y fue causada por el emplazamiento del plutón de San Pedro Mártir hacia al este del Potrero. La dirección media del plutón Aguaje del Burro es ligeramente discordante con respecto a Norte América indicando una rotación horaria de aproximadamente 18°.

Oribatid mite analysis of the archaeological site at Kvitevoll, western Norway

Arguitxu de la Riva Caballero^{1,2}, Torstein Solhøy¹ & Axel Retana-Salazar³

¹Institute of Biology, University of Bergen, Allegaten 41 5007 Bergen, Norway

²Department of Entomology, Bergen Museum Museéplass 3 5007 Bergen, Norway

³Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic), Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica, 2060

The environment at the archaeological excavation of Kvitevoll was reconstructed with help of oribatid mites. Several series of samples were taken but only samples from the monolith yielded enough subfossil oribatid mites to allow us to draw any picture of the environment during the late Neolithic; radiocarbon dates showed an age of 3905±90 years BP at the top of the sequence and 7740±155 years BP at the bottom

of the sequence. The high number of oribatid mites recovered identified to the species level makes the reconstruction rather reliable. The sequence studied is divided in two periods, following the change in the number of subfossil oribatid mites recovered. Woodland was clearly present during both periods; subfossil oribatids associated with trees, forest, and lichens was constant along the whole sequence. The first, and oldest period, presents an oribatid fauna composed of oribatids indicating moist habitats as well as forest and trees. The increase in oribatid remains through out the sequence may be due to an increase in precipitation and, therefore, a lower rate of decomposition. Oribatid mites associated with wet habitats rises gradually during the whole period. Oribatid mites associated with trees and forest also increases steadily during the whole period. It may be possible that mire was developing in the area. None of the oribatid subfossils found were indicative of any cultivation process. The existence of a mosaic of forested and open areas at Kvitevoll is constant during the whole sequence. It does not seem that the landscape changed substantially since the first human settled in the area.

Impacto de la actividad antropogénica en los acuíferos de poros y grietas de Linares, Nuevo León, México

Héctor de León-Gómez¹, Liliana Gpe. Lizárraga-Mendiola² & Francisco Medina-Barrera¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra/Universidad Autónoma de Nuevo León/UANL

²Facultad de Ingeniería/Universidad Nacional Autónoma de México/UNAM

hdeleon@mail.uanl.mx

La ciudad de Linares, Nuevo León, tiene alrededor de 100,000 habitantes cuyas actividades principales son el pequeño comercio, citricultura, ganadería y la fabricación de dulces de leche de cabra (INEGI, 2005). Los desechos sólidos generados por los habitantes se depositaron en un área de tiradero municipal durante los últimos 21 años. Existen 2 tipos de acuíferos: el de poros, compuestos por gravas y conglomerados del cuaternario y distribuidos en las márgenes del río Pabllillo, colector de la presa de abastecimiento Cerro Prieto; y el de grietas, representado por las lutitas de la formación Méndez del Cretácico Superior. En el presente estudio se realizaron análisis de calidad del agua en muestras extraídas de pozos de abasto que se ubican en los alrededores del tiradero municipal, así como en áreas donde afloran otras fuentes de contaminación como granjas porcícolas, fosas sépticas, letrinas, poliductos de hidrocarburos y depósitos de barita. Según las normas oficiales, los resultados obtenidos indican que hay contaminación por sólidos totales y suspendidos, coliformes totales y fecales, nitratos y DNAPLs tales como mercurio, bario y arsénico. La dirección principal del flujo del agua subterránea muestra influencia en la migración de contaminantes, determinándose que las zonas más vulnerables a la contaminación se localizan principalmente aguas abajo del tiradero, en la misma dirección del agua subterránea hacia el río Pabllillo y la presa Cerro Prieto.

Mineralogía de las rocas volcánicas (Cretácico al Presente) de Costa Rica: Un avance de investigación

Christian E. Delgado¹, Magdalena Monge¹, Manuel A. Mora¹, Jorge A. Salazar¹, Iván Sanabria¹, Dennis Sánchez¹, Andrés Ulloa¹, Maureen Bonilla¹, Johanna P. Camacho¹, Maikol Rojas¹, Guillermo E. Alvarado² & Lina C. Patino³

¹Grupo de Vulcanología (G-5120), 2008, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

³Dept. Geological Sciences, Michigan State University, East Lansing, MI 48824, USA

Desde hace varias décadas, se tienen estudios mineralógicos detallados con microsonda electrónica de rocas volcánicas de Costa Rica de diversa composición petrográfica y ambiente geotectónico. Sin embargo, no se ha realizado una integración de todos estos datos geoquímicos para establecer luces sobre patrones, similitudes y diferencias en el tiempo y en el espacio. El presente trabajo es un primer avance en dicho sentido, en el cual se han compilado en forma digital hasta el momento unos 2125 análisis químicos de microsonda electrónica. Los feldespatos son los minerales más abundantes y prácticamente omnipresentes, predominando las plagioclasas del tipo oligoclasa hasta anortita (An_{28-95}), tanto como fenocristales (fn: 0-50%) con inclusiones de cpx, ol, mt, apat, y vidrio. Suelen tener zonación normal, inversa y oscilatoria. Las maclas son polisintéticas (leyes de albita, albita-carlsbad y menos frecuente albita-periclina), otras debido a esfuerzos mecánicos, o bien como uniones tipo Banat. La sanidina (fn: 0-4%) y anortoclasa (fn: 0-0,5%) son casuales y se les encuentra en traquitas de la isla del Coco o en la ignimbrita Tiribí, por ejemplo. Algunas anortitas son xenocristales en lavas del Arenal y del Poás. Le siguen los clinopiroxenos (fn: 0-24%) que suelen ser de tipo augita ($Wo_{19-87} En_{10-54} Fs_{1-30}$), algunas ferríferas, otras frecuentemente con zonación en reloj de arena pero con contenidos bajos en Ti ($TiO_2 < 1,5\%$). Raramente se presenta pigeonita en algunas toleitas de arco, o verdaderas titanoaugitas ($TiO_2 \geq 3\%$) y augitas egirínicas en rocas alcalinas del Caribe. Los ortopiroxenos (fn: 0-12,5%) son poco zonados, del tipo ferrohipersteno hasta eulita (En_{80-60}), abundantes en facies subalcalinas. El olivino (fn: 0-54%), suele ser del tipo hialosiderita hasta fosterita (Fo_{91-53}), en ocasiones con inclusiones de picotita o con borde de clinopiroxeno. Suele estar presente en rocas con contenido de SiO_2 inferior a 59%, y pueden llegar a ser muy abundante en basaltos picríticos, meimequitas, picritas y picritas komatiíticas del Cenozoico y Neógeno. Los anfíboles (0-6%), son abundantes en dacitas y riolitas y son del tipo hornblendas magnesíferas y pargasíticas, mientras que en algunas lavas antiguas de la Península Santa Elena puede presentarse además como ferrohornblendas y hornblenda actinolíticas, o en las rocas alcalinas como del tipo kaersutita. En rocas subalcalinas, los anfíboles suelen aparecer a partir de un contenido de SiO_2 mayor a 59%. La biotita (fn: 0-20%) y el cuarzo (fn: 0-10%) son abundantes en flujos piroclásticos Pleistocenos en Guanacaste, y raramente en lavas. Dentro de los feldespatoides se tienen la nefelina (fn: 0-5%), haÿna y sodalita, que se presentan en lavas alcalinas. Los minerales opacos (fn: 0-5,5%) son ubicuos en la matriz, particularmente magnetita (algunas ricas en Ti o Cr) y más raramente espinela cromífera, entre otros. Minerales subordinados y hasta casuales son el apatito (fn: 0-0,5%) y zircón (fn: 0-0,2%). La matriz suele contener las mismas fases de los fenocristales, ocasionalmente analcima, tridimita y cristobalita intersticial, y raramente flogopita en facies alcalinas.

Nicoya Complex: a Cretaceous plateau containing Middle Jurassic to Cretaceous radiolarite blocks

Percy Denyer¹ & Peter Baumgartner²

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Université de Lausanne, Suisse

pdenyer@geologia.ucr.ac.cr

We present a model to explain the origin, emplacement and stratigraphy of Nicoya Complex in the NW part of the Nicoya Peninsula (Costa Rica) based on twenty-five years of field work, accompanied with the evolution of geochemical, vulcanological, petrological, sedimentological and paleontological paradigms. The igneous-sedimentary relation, together with radiolarian biochronology of the NW-Nicoya Peninsula is re-examined. We interpret the Nicoya Complex as a cross-section of a fragment of the Late Cretaceous Caribbean Plateau, in which the deepest levels are exposed in the NW-Nicoya Peninsula. Over 50 % of the igneous rocks are intrusive (gabbros and in less proportion plagiogranites) which have a single mantle source; the remainder are basalts with a similar geochemical signature. ³⁹Ar/⁴⁰Ar radioisotopic whole rock and plagioclase ages range throughout the area from 84 to 83 Ma (Santonian) for the intrusives, and from 139 to 88 Ma (Berriasian-Turonian) for the basalts. In contrast, Mn-radiolarites, which crop out in the area have older ages, Bajocian (Middle Jurassic) to Albian (middle Cretaceous). These Mn-radiolaritic blocks are set in a “matrix” of multiple gabbros and diabases intrusions. Chilled margins of magmatites, and hydrothermal baking and leaching of the radiolarites confirm the ³⁹Ar/⁴⁰Ar dating of igneous rocks being consistently younger than most of the radiolarian cherts. No Jurassic magmatic basement has been identified on the Nicoya Peninsula. We interpret the Jurassic-Cretaceous chert sediment pile to have been disrupted and detached from its original basement by multiple magmatic events that occurred during the formation of the Caribbean Plateau. Coniacian-Santonian (Late Cretaceous), Fe-rich radiolarites are largely synchronous and associated with late phases of the Plateau.

In conclusion, at first glance, ³⁹Ar/⁴⁰Ar magmatic radioisotopic data (Cretaceous) and the Mg-radiolarite ages (Jurassic-Early Cretaceous) in N-Nicoya result in an incoherent picture of blocks set in a magmatic “matrix”. However, chilled margins of the magmatites, and hydrothermal baking and leaching of the sediments along contacts confirm the ³⁹Ar/⁴⁰Ar dating, in that igneous rocks are consistently younger than most of the radiolarian cherts. The misunderstanding is solved using a model, in which the Jurassic-Cretaceous chert sediment pile became disrupted and detached from its original basement, by multiple intrusions during the formation of the “Nicoya Plateau”.

Co-seismic coastal uplifting of the Caribbean coast of Costa Rica

Percy Denyer¹ & Jorge Cortés²

¹Escuela Centroamericana de Geología Universidad de Costa Rica

²Escuela de Biología Universidad de Costa Rica

pdenyer@geologia.ucr.ac.cr

Costa Rica is located in the southern Central America. Tectonically, this zone is controlled by several regional structures. In the Pacific face of Costa Rica the subduction of the Cocos plate beneath the Caribbean plate, and the Panama Fracture Zone is the boundary between the Cocos and Nazca plates. In the Caribbean face, the northern edge of the North Deformed Panama Belt is the most remarkable structure. The Limon earthquake took place in April 22, 1991 (Ms 7.6) in the Caribbean face of Costa Rica, 1991, with an epicenter located, 36 km SW of the Limon downtown, at 10 km depth (Plafker and Ward, 1992, Goes et al., 1993, Lundgren et al., 1993, Suarez et al., 1995). One of the most spectacular effects of this earthquake, was the coseismic uplifting of the shoreline, ranging between 1,85 m and 0,75 m in the Limon area, and between 0.6 m and 0.5 m in the Cahuita-Gandoca area. Inland deformation was calculated by surveying of tower lines of ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) reaching around 4.5 m of uplifting. The occurrence of this earthquake put in evidence the stepping-way of Pleistocene land growing of the Caribbean side of Costa Rica, in relation to the action of the North Deformed Panama Belt. Due the presence of coral material in ancient uplifted platforms, it was possible to sample and survey in order to study the history of Holocene tectonic history. We mainly sampled *Acropora palmata* and *Diploria clivosa* coral species, same species that were exposed and died in 1991. The study was based on about 20 C-14 ages. The C-14 ages were calibrated and the nowadays elevation was corrected with the eustatic sea level curves. Based on the obtained data we determined the existence of a neotectonic secondary ENE fault in the Cahuita area, where the NW block relatively upped respect to the SE block. The average velocity of uplifting was determined as 2.6 mm/year through the Holocene. The recurrence period for the northern Limón area range from 291 to 623 years, and the recurrence period for the Cahuita-Gandoca area range from 153 to 268 years.

Historical coastal evolution of the Puntarenas sand bar, Costa Rica

Percy Denyer¹, Guaria Cárdenes¹ & Sarah Kruse²

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Université de Lausanne, Suisse

pdenyer@geologia.ucr.ac.cr

Puntarenas sand bar is part of an estuarine system, the Nicoya Gulf, which is located in the northern pacific side of Costa Rica, in the western side of the Barranca River. The Puntarenas sand spit appears in maps from the XVIII century. The spit is 600 m wide, 7 km-long trends E-W with an average elevation of 3 m above sea level. A geomorphologic analysis of historical maps and aerial photographs reveal systematic growth of the spit over the past 137 years. The sand bar shows lateral growth in the western edge of the spit, known as La Punta. The spit growth ceased 50 years ago with the onset of coastal engineering developments as dragging and frames, which were made to protect the population infrastructure. Based

on previous photogeological and geophysical studies and new geophysical surveys we identify two paleochannels, in the right margin of the present position of Barranca river channel, between Puntarenas sand bar and the mouth of the river. We infer a NW to SE migration of the Barranca channel, driven by neotectonic activity on the Barranca fault. The lateral growing rate of the Puntarenas spit for the period 1860- 1945 (prior to human control) was 14 m per year; extrapolating this rate back in time yields an origin for the spit approximately 500 years.

Spatial distribution, SiO₂ characteristics, behaviour and triggering mechanisms of landslides in Nicaragua

Graziella Dévoli¹, Wilfried Strauch², Alejandro Morales² & Guillermo Chávez²

¹Norwegian Geotechnical Institute (NGI)

²Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

gdevoli@ngi.ni

A successful landslide hazard and risk assessment requires awareness and good understanding of the potential landslide problems within the geographic area involved. However, this requirement is not always met in developing countries where the population, the scientific community, and the government may not be aware of the landslide threat. The landslide hazard assessment is often neglected or is based on sparse and not well documented technical information. This was also the case in Nicaragua until the disastrous impact of hurricane Mitch in 1998. A large program on research on landslides was started executed by INETER in cooperation with international institutions. Spatial and temporal information for about 17000 landslides in Nicaragua was collected that occurred in mountainous and volcanic terrains, since 1570. A national landslide database for Nicaragua in a digital format was elaborated as a part of a comprehensive GIS on Georisks which is in development at INETER. Through analyses of landslide data stored in the database, landslides can be characterized in terms of spatial and temporal distribution, types of slope movements, triggering mechanisms, number of casualties and damage to infrastructure. Information is mainly recorded for the period 1826 to 2003, with a large number of events (62% of the total number) during the disastrous Hurricane Mitch in October 1998. Data on human losses and damages in historical documents were used to show the consequences of landslides historically being greatly underestimated in Nicaragua. Debris flow is the most common type of recorded events, both in volcanic and non-volcanic areas, but other types, including rockfalls and slides, have also been identified. Intense and prolonged rainfall, often associated with tropical cyclones, and seismic and volcanic activity, represent the most important landslide triggers. The influence of topographic (elevation, slope angle, slope aspect) and lithologic parameters was analyzed for the northern part of Nicaragua. Data, mainly from 348 fairly well documented events in Nicaragua and 19 from other Central American countries, have been treated statistically to search for possible correlations and empirical relationships to predict run-out distances for different types of landslides, knowing the height of fall or the volume. An interactive landslide map of Nicaragua can be accessed at INETER's Website <http://mapserver.ineter.gob.ni/website/Mapas/desli/viewer.htm> .

Volcanic hazards at Concepción volcano, Nicaragua, and recommendations for hazard mitigation

Mikel Diez¹, Chuck Connor¹, Martha Navarro², Wilfried Strauch², Virginia Tenorio², Ligia Tenorio² & Rosario Aviles²

¹University of South Florida (USF)

²Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

Concepción volcano which forms the core of Ometepe Island in Lake Nicaragua, experienced volcanic unrest and small eruptions in August and September, 2005. This volcanic activity resulted in the evacuation of people living closest to the volcano, including children from the San Lazaro and San Marcos areas. Although activity of this nature has been infrequent in recent decades, it is not unusual for Concepcion volcano; the geology of the island reveals episodes of far more intense activity. Concepcion volcano has erupted 23 times since 1883. Based on this record of activity, additional eruptions are expected within the next five years, and are very likely to occur within the next ten years. Although the most likely eruptions are small, they have potential for economic harm and may result in loss of life. Worst case scenarios require the evacuation of the entire population of the island of Ometepe. Historical eruptions at Concepcion volcano have caused the evacuation of island inhabitants. In some cases, these eruptions have produced lava flows that inundated cultivated areas, and tephra (volcanic ash) fallout that was widespread across adjacent regions. Local geology indicates that devastating eruptions are rare, but have occurred during the last 10,000 yr, indicating that hazard mitigation efforts are warranted to protect public health and safety. We develop five scenarios of potential volcanic activity. These range from the most likely scenarios involving volcanic unrest and minor eruptions from the volcano's central crater. Such activity, while spectacular, does not pose substantial hazard to coastal communities on Ometepe. More intense volcanic activity requires a response, and possible evacuation of island inhabitants in advance of potentially deadly volcanic activity. Although much less common in the past, and much less probable in the future, such activity must be planned for in advance. Additionally, hazards such as slope failure and lahars (mudflows) are common in volcanic environments. Furthermore, our initial surveys of the island population indicate there is not adequate awareness of potential volcanic hazards. Steps should be taken to mitigate hazards, from the perspective of understanding the volcano and the response of the population to potential volcanic activity: 1) Further geologic and geophysical investigations; 2) Development of instrumental monitoring; 3) Public outreach and education; 4) Improvement of infrastructure. A combination of scientific investigation and monitoring can provide the community with the information required to make decisions during volcanic unrest. Public outreach and education, development of local committees to cooperate with the scientists and decision-makers, shared strategies for evacuation and return, and communication strategies, coupled with focused efforts to improve infrastructure, can insure that the communities can respond to information about volcanic unrest in appropriate ways. In the long term, volcanic hazards due to Concepcion volcano pose a tractable problem for the community, provided that investment is made in preparedness.

Geodiversidad en Brasil: consolidación de soluciones en ordenamiento territorial

Noris Costa Diniz¹ & Cássio Roberto da Silva²

¹Universidade de Brasília – UnB – Brasil

²Serviço Geológico do Brasil – CPRM – Brasil

norisdiniz@gmail.com

Una de las políticas públicas que rescata la aplicación de la geología al ordenamiento territorial desarrolladas actualmente no Brasil es el abordaje de la geodiversidad como búsqueda de soluciones a los distintos intereses de usos territoriales. El Mapeo de la GEODIVERSIDAD DE BRASIL - 1:2.500.000 (CPRM, 2006), 1:1.000.000 (CPRM, 2008), ha sido concebido con el objetivo de poner a disposición a los diversos segmentos de la sociedad, una traducción del conocimiento geológico-científico, con el propósito de su aplicación al uso adecuado del territorio. El Mapa Geodiversidad es la consolidación de la síntesis del medio físico brasileño, aplicado como herramienta de planeamiento y ordenamiento territorial de los diversos sectores, como minería, obras de Infra-estructura y medio ambiente. Este trabajo ha sido un hito en su propia elaboración, formulación y implementación como política pública, cuya concepción parte de varios principios (Diniz & Silva, 2003, Diniz et al., 2005) establecidos para proponer soluciones cuanto a los desafíos y conflictos en la toma de decisiones cuanto al ordenamiento territorial. Esta política pública ha sido hecha y implementada por la ejecución del Servicio Geológico - CPRM en el tema de geología aplicada (Silva et al, 2006). El mapa ofrece a los diversos segmentos de la sociedad brasileña la interpretación del conocimiento geológico-científico al servicio de los planeadores de políticas públicas territoriales, en un lenguaje accesible alén del universo del especialista. Por la primera vez la sociedad brasileña dispone de una síntesis interpretada de los grandes geosistemas formadores del territorio nacional, sus limitaciones y potencialidades, que considera la constitución litológica de la supra y da infra-estructura geológica. Es la geología que fornece los contactos, pues que la distribución espacial de los ambientes geológicos imprime rigidez locacional que es inexorable para el medio ambiente. La verdad geológica de campo es lo que puede garantizar tanto la cualidad de la información para previsión del comportamiento de los terrenos, en función de las obras de ingeniería, cuanto, por otro lado, la estructura de la información jerárquica por escalas, en el Banco de datos georreferenciados. Por supuesto la Geodiversidad, no solamente valoriza la información geológica básica, como se suma a ella por medio de la gestión del conocimiento del llegado técnico e de la Tecnología de Información propios. La geodiversidad representa la potencialidad en recursos y desempeño del medio físico, en sus aspectos positivos y negativos. La aptitud pode ser evaluada cuanto a obras de infra-estructura, actividades de agricultura, turismo y minería. Otros temas evaluados son los impactos ambientales decurrentes de actividades antrópicas, como contaminación de los suelos y agua, además de degradación ambiental. La disponibilidad de recursos minerales esenciales para el desarrollo sostenible económico y social, fueron tratados como Áreas de Relevante Interés Mineral.

Distribution of volcanoes in Central America

Danielle A. Dondero & Michael J. Carr

The active volcanic front in Central America can be defined in several ways. Twenty-four volcanoes have had magmatic eruptions in historic time; the extrusive output consists primarily of 39 large volcanic centers, most of which consist of several overlapping volcanoes. Because most of these volcanic centers have many distinct vents, we compiled a catalog of recent volcanic vents in Central America. This catalog has 851 entries but some vents are distinctly more eroded. Not counting such “relict” volcanoes and the clusters of back-arc volcanoes (e.g. Ipala, Cuilapa, etc) there are 471 vents in the catalog. Ideally, we would pick a uniform time for the start of the catalog. In Costa Rica, there is sufficient geochronological data and geologic mapping to define the start of the current volcanic front at 600 ka. In other parts of Central America we selected vents that appear to have the same low level of erosion as the 600 Ka and younger volcanoes in Costa Rica.

The original motivation to compile a catalog was to determine if the volcanic centers, defined by the large masses of erupted volcanics, could also be defined by the clustering of vents. In Nicaragua, the vent distribution is not clustered and many centers are not identifiable from the vent distribution. In the rest of Central America, most volcanic centers appear as lines of vents striking roughly N-S or N30E. The volcanic front, the sharp onset of volcanism at a certain distance from the trench and the eruption site of most of the volcanics, is well defined in most of Central America, but not in Nicaragua, where lines of small volcanoes and maars project southward toward the trench from the main volcanic line.

Cartografía geológica de la ladera oeste de la caldera volcánica de la Laguna de Apoyo, Nicaragua

Marisol Echaverry

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

marisol.echaverry@gf.ineter.gob.ni

Se describe la geología de una secuencia volcano-sedimentaria de un área de 20 km² ubicada en la ladera Oeste de la Caldera Volcánica de Laguna de Apoyo donde se ubica el Municipio de Catarina, en el sureste del departamento de Masaya, a 40 Km de la ciudad de Managua. Esta ladera es parte del área de la Reserva Natural Laguna de Apoyo, por su belleza escénica sitio de gran atractivo turístico.

Las rocas de la secuencia ocurren como franjas alargadas bordeando la caldera del volcán Apoyo, estructura volcánica activa como lo muestra los sismos del 6 y 7 julio del año 2000 que afectaron la parte NW y N con colapso de casas de pobladores, pérdidas en sus actividades económicas, como agricultura y hasta de vidas humanas.

Las rocas registradas en el mapa geológico consisten de depósitos del volcanismo Terciario y Cuaternario reciente, con predominio de cenizas, suelos fósiles (proceso de transición), escorias felsicas (pómez), secuencias de flujos de lavas de basalto y escoriáceas. Algunas fracturas y fallas se reconocen y cartografían con direcciones preferenciales N-S, NE-SW, NW-SE.

Por sus características geológicas y geomorfológicas la zona de estudio presenta condiciones favorables para el desencadenamiento de procesos de inestabilidades de laderas que han sido cartografiados. Los productos volcánicos acumulados resultan rentables, por lo que se explotan económicamente, aunque de manera artesanal. En algunos sitios ilegalmente, por lo que contribuyen a incrementar los procesos geodinámicos externos.

Neotectónica de la falla Nejapa, porción oeste del graben de Managua, Nicaragua

F. Espinoza¹, A. García-Palomo² & D. Rodríguez¹

¹Centro de Investigaciones Geocientíficas- CIGEO-UNAN, Managua

²Instituto de Geología, UNAM, México

En la región Occidental de Nicaragua se ubica la Cadena Volcánica Nicaragüense, separada entre la Cordillera Los Maribios, al Norte (desde el Volcán San Cristóbal hasta el Volcán Momotombo) y la Cordillera del Pacífico, al Sur (desde el Volcán Masaya hasta el Volcán Maderas). Hacia la parte Central se localiza el denominado Graben de Managua, con una longitud de 36 km y ancho de 15 km hacia el Sur y 26 km hacia el Norte y dentro del cual han ocurrido los terremotos de 1931 y 1972.

Una de las fallas que conforman el Graben de Managua es la Falla Nejapa. Evidencias de campo indican que se trata de una Zona de falla compleja, de movimiento normal con una componente lateral derecho y de alto ángulo con dirección preferencial N-S y que tiene una longitud de aproximadamente 24 km y un ancho de 2 km en su extremo Sur y de 5 km en su extremo Norte, con un ángulo de apertura aproximado de 35°. La falla se divide en tres segmentos principales, denominados: Segmento Sur Ticomo, Segmento Central Cuesta El Plomo y Segmento Norte o Complejo Volcánico Apoyeque. Dentro de estos segmentos se encuentran alineadas, aproximadamente, 25 estructuras volcánicas de edad cuaternarias incluyendo conos de escoria, domos dacíticos, anillos de toba y maares, siendo el denominado Complejo Volcánico Apoyeque, en su parte Norte el más antiguo emplazado sobre la falla.

En el presente trabajo también se propone la presencia de una semi-fosa tectónica con dirección Norte-Sur, longitud de 2,0 km y un ancho de 0,8 km. Se localiza en el lugar conocido como Cuesta El Plomo y esta limitada hacia el Este por fallas antitéticas buzando hacia el SW.

Descripción de los eventos dinámicos sobre el cauce en el Río Parrita (Costa Rica) durante los últimos años

Yannye Fallas

Consultora independiente

yanifr@ice.co.cr

Dos cuencas forman el cauce que recorre la planicie aluvial en Parrita: el Río Grande de Candelaria y el Río Pirris. Ambas cuencas son las responsables de los cambios dinámicos del Río Parrita. Del análisis de la información pluviométricas en las estaciones El Rey y Bijagual se demuestra que el 77% de los

caudales máximos instantáneos son aportados por la cuenca del Candelaria mientras que, el resto lo aporta la cuenca del Pirrís. Dichos datos indican que la pérdida de suelo en el Río Parrita en la sección media del cauce es de 16,73 ton por hect. por año y que esta sección de la cuenca se encuentra totalmente colmatada por materiales. La avenida máxima instantánea registrada para los últimos 10 años es de 1228 m³/s, en el año 2006, para ese mismo año, el cierre de un meandro orientado al SW y ubicado en la margen izquierda de la Julieta cambia la orientación y lo re-direccionan hacia la margen derecha donde se encuentran los poblados de la Julieta, Sitradique y Parrita Centro. El resultado, las inundaciones experimentadas en la avenida de octubre del 2007 y la problemática de que esos poblados sean altamente vulnerables a los efectos meteorológicos de la Niña en este año 2008. Por otra parte, la explotación minera ha aportado información in situ de los cambios en la dinámica fluvial en tres sectores de la cuenca a lo largo de la cuenca media: Playón, Los Tigres y La Julieta, cuyos resultados indican la necesidad de dragar el cauce del Río Parrita y corregir la sección hidráulica actual.

Mesozoic evolution of Central American terranes – a new approach

Kennet Flores, Peter O. Baumgartner, Gérard M. Stampfli, David Buchs & Alexander N. Bandini
Institute of Geology and Paleontology, University of Lausanne, Switzerland
Kennet.FloresReyes@unil.ch

The region of Central America comprises from Southern Mexico to Panama eleven continental and accreted exotic terranes: Chortis, Chiapas, Maya, Mesquito, Sula, Izabal, Jacalteco, Manzanillo, Nicoya, Caribbean Large Igneous Province (CLIP) and Osa-Azuero. The Chortis and Chiapas Terranes are constituted by Grenvillian continental crust, covered by Paleozoic and Mesozoic volcano-sedimentary sequences. These terranes were part of the Mesozoic Mexican Cordillera (MMC). In Late Jurassic time, Chortis and the Southern Mexican terranes (SMT) were detached from the MMC during the spreading of the Arperos - Quebrada Grande - Protocaribbean basins. The Maya Terrane comprises Pan-African crust previously collided to the North American continent (NAM) during the formation of Pangea, and subsequently detached with Chiapas during the rifting and spreading of the Gulf of Mexico. Mesquito and Sula are composite terranes made mainly of remnants of an assemblage of Pacific Jurassic arc and Mesozoic oceanic crust, that were subducted/accreted and subsequently exhumed during the collision of the Guerrero Arc and the Chortis-SMT terranes. This collision is documented by the Siuna and Jalapa sutures, where HP-LT suites have yielded Late Jurassic-Early Cretaceous metamorphic and cooling ages. Aptian-Albian volcano-sedimentary sequences document the overlap of Chortis, Mesquito and Sula terranes. Mesquito rocks and/or the Aptian-Albian volcano-sedimentary overlap sequence can be found on Jamaica, Hispaniola, Puerto Rico, La Désirade, Colombia and Ecuador. This correlation implies that all these terranes formed the substrate, or were part of the “Great Antillean Arc (GAA)” located between NAM and South American continent during Aptian - Maastrichtian time. The Izabal Terrane comprises Proto-Caribbean oceanic and arc-related crust that was part of an intraoceanic arc with a west dipping subduction. This arc was formed during the Aptian and subsequently migrated toward the east to collide/obduct onto Maya Terrane during the Maastrichtian. The Jacalteco Terrane is made of HP-LT oceanic mélanges and HP-LT continental crust (Chuacus Complex) that is evidence for subduction and subsequent exhumation of part of the Chiapas-Maya terrane margin. The Izabal Terrane was separated from the Mesquito-GAA arc by the opening of the Yucatan basin. Izabal and Jacalteco terranes are correlated with similar lithologies found on Cuba and the northern Republica Dominicana.

The Nicoya and Manzanillo Terranes are made by pre-CLIP Pacific oceanic plateaus collided/accreted to Mesquito active margin during the Late Cretaceous. The Manzanillo Terrane comprises an undated oceanic plateau, and OIB-lavas interbedded with radiolarian cherts. Upsection, Turonian-Campanian arc-related sediments and tuffaceous mass flows evidence the presence of an active margin. The Nicoya Terrane is composed of two pre-CLIP plateau lava suites of ~135 and ~115 Ma, and a third plateau suite of ~90 Ma in age that could be related with CLIP volcanism. Highly deformed Jurassic radiolarite xenoliths embedded in sediments and volcanic sequences of Nicoya and Manzanillo terranes evidence tectonic/sedimentary reworking of ancient oceanic elements of the Mesquito Terrane. The boundary between the Manzanillo and Nicoya Terranes and the Mesquito Terrane is marked by the Santa Elena suture zone.

La agricultura de terraceo azteca y sus efectos a largo plazo en las propiedades del suelo: Cerro San Luccas, Valle de Teotihuacán, México

Jorge E. Gama¹, Julia Pérez², Carolina Jasso³, Emily M. C. Clung⁴, Yasmín Rivera⁵, Teresa Pi¹, Elizabeth Solleiro¹ & Sergey Sedov¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Posgrado en Antropología, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

³Posdoctorado en Antropología, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

⁴Laboratorio de Paleoetnobotánica y Paleoambiente, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

⁵Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Aunque la religión y la guerra fueron los principales motivadores en el estilo de vida Azteca, la agricultura fue su principal actividad y el componente primario de su economía. Este estudio está enfocado a determinar los efectos de la agricultura de terraceo Azteca en las características y propiedades del suelo. Dicha actividad se inicia de modo intensivo, partir del Posclásico tardío (1350-1520 A.D.) y perdura hasta el presente. El área de estudio se localiza en el pedimonte del Cerro San Lucas, en el sector noreste del valle de Teotihuacan, México (19°42'43"N, 98°42'21"W). La investigación se concentró en este sitio, debido a la presencia de un terraceo extensivo, así como a la presencia de suelos agrícolas prehispánicos, suelos agrícolas abandonados, suelos no disturbados y sedimentos recientes, que sirven como puntos de referencia para evaluar los cambios de origen antropogénico y tecnogénico en el suelo.

Los resultados obtenidos mostraron: (i) los materiales parentales de los suelos, están constituidos por aluvión y coluvión derivados del intemperismo de rocas volcánicas ácidas; (ii) su mineralogía se caracteriza por la presencia de esmectitas, haloisita, feldespatos, tridimita y vidrio volcánico; (iii) el cambio observado más evidente en la morfología de los suelos cultivados, es un incremento significativo en el espesor del horizonte A, debido a la acumulación gradual de sedimentos en las terrazas; (iv) los cambios observados entre los suelos cultivados y no cultivados, también fueron muy evidentes en los epipedones e incluyeron: (a) cambios en el espesor; (b) cambios en la macro y microestructura; (c) en el porcentaje de agua disponible, (d) en su erodabilidad; (e) en el color de la matriz del suelo y densidad aparente; (f) en la distribución de materia orgánica, nitrógeno y fósforo y (f) presencia de discontinuidades texturales. Estos cambios, indican una degradación de la fertilidad y de las propiedades físicas de los suelos cultivados.

Finalmente, la presencia, frecuente, de malacates y raspadores, incluidos en los horizontes del suelo agrícola, permite inferir que la economía en esta área, se relacionó principalmente con plantaciones de maguey de sus derivados comerciales.

Fortuna, al pie del volcán Arenal, Costa Rica: la gestión del riesgo en una ciudad en transición

Enid Gamboa

Dirección de Geología y Minas

egamboa@geologos.or.cr

Fortuna, es una pequeña ciudad turística en constante crecimiento, cuyo motor es el volcán Arenal. Con tan solo 17 años de existencia como un centro poblacional organizado y 6.000 habitantes, ostenta una visitación anual que supera los 250,000 turistas. El mecanismo para que esta comunidad rural conformada por pequeños productores de leche, espacialmente segmentada, se convirtiera en un centro geo turístico floreciente, con un ingreso per cápita que duplica el promedio nacional y que cuenta con todo tipo de servicios, fue la erupción del volcán Arenal acaecida el 29 de julio de 1968, hace justamente 40 años!! La erupción modificó abruptamente la percepción del Arenal como un cerro en la geografía local. Superado el dolor e incertidumbre por las pérdidas económicas y de vidas, resurgió un enorme potencial turístico, alrededor de un volcán de hermosa silueta simétrica y esplendorosas columnas de humo que domina desde todos sus ángulos las llanuras del norte de Costa Rica. Favorecido por la vocación turística del país, rápidamente se desarrolló una infraestructura hotelera y de deportes de aventura para satisfacer los gustos más exigentes del turismo internacional. Sin embargo, no es sino recientemente (2001), que el Gobierno lentamente ha ido implementando mecanismos de gestión del riesgo, como un reglamento de zonificación de áreas restringidas y un plan regulador sometido a consulta pública por la Municipalidad de San Carlos, el cantón de la jurisdicción, que privilegia los servicios turísticos sobre la seguridad en el largo plazo.

La digitalización del Padrón Minero Costarricense: de un sistema análogo basado en posición relativa a un sistema digital geo-referenciado

Enid Gamboa¹ & Flor de Liz Céspedes^{1,2}

¹Dirección de Geología y Minas

²Universidad Nacional

egamboa@geologos.or.cr

Actualmente, La Dirección de Geología y Minas, la Institución encargada del otorgamiento de los permisos y concesiones mineras en Costa Rica, está convirtiendo el Padrón Minero actual, basado en un sistema análogo de papel a un sistema digital geo-referenciado. El Padrón Minero Costarricense es un registro público que representa en hojas topográficas a escala 1: 50 000 del Instituto Geográfico Nacional, las diferentes áreas mineras (concesiones, permisos de exploración, solicitudes de explotación y exploración) vigentes en el territorio nacional, bajo la facultad del Código de Minería de Costa Rica (Ley No 6797). Cada área minera tiene asignado un expediente administrativo representado por un número único e irrepetible de acuerdo a la categoría que se trate (solicitud, concesión de explotación o permiso de explotación). En la actualidad, más del 90% de la actividad minera en el país, corresponden a explotaciones de áridos, en la forma de canteras o concesiones en cauces de dominio público (CDP). A diferencia de la minería de minerales metálicos, que se concentran en zonas específicas y cuyos polígonos

tienen un área mínima asignada por Ley de 1 km. cuadrado orientado norte-sur; las concesiones de áridos son numerosas y se distribuyen en todo el territorio nacional, respondiendo a las necesidades del mercado de la construcción. Las áreas concesionadas son pequeñas de 0,1 a 0,2 km² a lo sumo y la forma geométrica de sus polígonos contiene múltiples vértices y cambios de rumbo, derivados en su mayoría de derroteros distancia-azimut, originados en los planos catastrados donde se ubican los yacimientos de áridos. El procedimiento que se está cambiando, de generar los polígonos en coordenadas nacionales de las concesiones en forma manual, es un proceso laborioso y lento. El nuevo esquema hace uso de los recursos DERROT y XTools de las tecnologías Autocad y ArcView. Recursos que simplifican el procedimiento de trasladar estas áreas a coordenadas nacionales, ya que, permiten ingresar los datos contenidos en el derrotero para generar así una polilínea geo-referenciada (DERROT) que después será convertida a un polígono por medio de la extensión XTools; realizado este proceso es posible relacionar los datos espaciales (los polígonos de las concesiones digitalizadas) con información alfanumérica (Bases de Datos), permitiendo así agilizar el acceso a la información administrativa (nombre del concesionario, coordenadas, área, número de expediente, hoja cartográfica, etc.) de los expedientes mineros.

Producción de agregados: optimización de su uso en la construcción de Proyectos Hidroeléctricos

Edwin Garita

Instituto Costarricense de Electricidad

egarita@ice.go.cr

Un proyecto hidroeléctrico requiere de materiales pétreos de diferentes granulometrías y calidades geomecánicas, pues al ser una obra generadora de energía y una considerable durabilidad en el tiempo, debe asegurarse que las fuentes de materiales sean áreas de extracción relativamente cercanas a los lugares de consumo, con materiales de óptima calidad físico-química y mecánica, con una reserva amplia, que tenga facilidades de acceso y por último que su costo económico sea relativamente bajo. La extracción se hace en cauces de ríos y canteras cercanos al proyecto y se espera en un futuro cercano reutilizar las excavaciones de las obras. Los materiales rocosos se utilizan como agregados de diversas calidades de acuerdo a las dosificaciones de los concretos, como base de caminos, rellenos de estructuras, diques para embalses y presas, entre otros. La construcción de proyectos hidroeléctricos, está enmarcado dentro de lineamientos ambientales y presupuestarios estrictos, así como de altos rendimientos constructivos para cumplir con el avance de las obras en un tiempo establecido, lo que trae consigo complicaciones en el proceso de extracción y producción. Para reducir estos efectos se requiere, primero, contar con un amplio conocimiento de la geología del sitio de extracción, pues favorece la posibilidad de utilizar la mayor cantidad de litologías existentes, con un efecto en la disminución del volumen de estériles y la optimización de un manejo sostenible del proceso minero con las variables ambientales del entorno. En segunda instancia, la investigación que se ha dado en el campo de la minería no metálica, ayuda también a solucionar las dificultades antes planteadas, tales como el manejo de los lodos producto del lavado de los agregados, que se hace a partir de equipos como hidrociclones y la construcción de sedimentadores que separan los finos del agua y permiten la reutilización de ésta en el proceso de lavado; la recuperación de los finos que convierten la solución de un problema, en una inesperada fuente de recursos y la reducción de polvo y ruido a partir de cubiertas protectoras de los equipos de trituración, entre otros. También, el uso de equipos

de perforación de alto rendimiento y de plantillas de voladuras ajustadas a las variaciones litológicas, han permitido mejorar el tamaño de roca a triturar y disminuir el ruido y las vibraciones; el uso de bandas transportadoras, que reducen el tiempo de acarreo de materiales, menguando la contaminación atmosférica, sónica y la afectación a la flora y fauna circundante. Todo lo anterior, conlleva a una optimización en el uso de los georecursos, una reducción en los costos de la actividad, una mejor distribución de la maquinaria y equipos para la extracción-producción y la conservación del recurso agua, trayendo consigo beneficios sociales y ambientales, que renuevan la cara de la minería no metálica como una actividad industrial necesaria para el desarrollo y supervivencia de nuestra sociedad.

The Galapagos-OIB signature of the central Costa Rican volcanic front: Implications for arc-hotspot interaction

Esteban Gazel^{1,4}, Michael J. Carr¹, Kaj Hoernle², Mark D. Feigenson¹, Folkmar Hauff², David Szymanski³ & Paul van den Bogaard²

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Rutgers University, 610 Taylor Road, Piscataway, NJ 08854-8066 U.S.A.

²IFM-GEOMAR, Wischhofstrasse 1-3, 24148 Kiel, Germany

³Department of Geological Sciences, Michigan State University, 206 Natural Science Building East Lansing, MI 48824-1115 USA

⁴Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
egazel@rutgers.edu

Although most Central American magmas have a relatively depleted geochemical signature, lavas from active volcanoes in central Costa Rica have trace element and isotopic compositions (e.g., Ba/La < 20, La/Yb > 10, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb > 18.8) with an OIB affinity, that trends towards a HIMU (high ²³⁸U/²⁰⁴Pb) reservoir, similar to the Galapagos hotspot lavas. We present geochemical and isotopic evidence that this enriched signature has a relatively recent origin (Upper Miocene-Pliocene ~6 Ma) and that magmas in central Costa Rica evolved from a geochemical signature similar to the modern Nicaraguan volcanic front, to a signature similar to the Galapagos hotspot. The Galapagos-OIB signature in Costa Rica and Panama coincides geographically with the collision of Galapagos hotspot tracks with the Middle American Trench (the Seamount Province, and the Cocos and Coiba ridges). The enriched Pb isotopic ratios, relatively depleted Sr and Nd isotopic ratios and enriched geochemical character of the southern Central America magmas can be best explained by the interaction of the arc with the Galapagos hotspot. The isotopic ratios of Central Costa Rican magmas trend towards the geochemistry of the subducting Seamount Province component (Northern Galapagos domain), whereas the isotopic ratios of the adakites and alkaline basalts from southern Costa Rica and Panama trend toward the subducting Cocos/Coiba ridge component (Central Galapagos domain). Geological, geochemical, and isotopic evidence collectively suggests that the relatively recent Galapagos-OIB signature in southern Central America represents a geochemical signal from subducting Galapagos hotspot tracks which started to collide with the margin ~8Ma ago.

Southern Central American Jurassic to Miocene oceanic complexes and the evolution of the Galapagos hotspot

Esteban Gazel¹, Percy Denyer², Kaj Hoernle³, Britta Lissinna³, Folkmar Hauff³, Paul van den Bogaard³ & Guillermo E. Alvarado²

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Rutgers University, 610 Taylor Road, Piscataway, NJ 08854-8066 U.S.A.

²Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

³Leibniz-Institute for marine sciences IFM-GEOMAR, Wischhofstrasse 1-3, 24148 Kiel

The oceanic complexes of southern Central America are part have different tectonic origins: 1) The Santa Elena Peninsula, composed of the Santa Elena Nappe (supra-subduction zone) and the Santa Rosa Accretionary Complex (Aptian-Cenomanian igneous-sedimentary sequence that includes OIB segments). The Nicoya Complex and the rest of the CLIP oceanic complexes are characterized by flat REE patterns, HFSE ratios between EMORB and NMORB, and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.5-15.6$ and $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.6-19.0$ (Eastern Galapagos Domain). The Cretaceous oceanic islands/seamounts show steep REE patterns and HFSE ratios that trend towards an OIB source characterized by $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 15.57$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} < 0.5129$. The tertiary accreted ocean islands and ridges show moderately steep REE patterns typical of tholeiitic OIBs, HFSE ratios between the CLIP and the Cretaceous ocean islands. Only the Quepos complex with $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=19.0-19.2$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.5129-0.2130$ show an affinity to the Northern Galapagos Domain. Some lavas from the Osa-Caño Accretionary Complex and from the Panamanian complexes show LREE depletions, $^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb} > 18.8$ and $^{43}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} < 0.5130$ in range with the Eastern Galapagos Domain/EPR. Accreted seamounts in the Panamanian complexes show steep REE patterns and HSFE ratios that require an OIB source and isotopic composition ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} 18.7-39.0$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} 19.1-19.5$) within the Central and Southern Galapagos Domains. OIBs from the Santa Rosa Accretionary Complex together with the Tortugal Suite have a possible non-Galapagos hotspot affinity (or an older extinct Galapagos domain). In addition, paleo-Tethys fauna have been found in the overlying sequences of these areas. This suggests the existence of an “autochthonous” Cretaceous fragment that includes these two regions. The rest of the CLIP segments, seamounts and portions of ridges were accreted from the end of the Cretaceous in the northwest to Miocene in the southeast, forming the diverse oceanic basement of Costa Rica and Panama. The Sr-Nd-Pb isotopic ratios show that the four mantle components of the Galapagos hotspot (Northern, Southern, Central and Eastern domains) were present in the older hotspot tracks accreted in southern Central America.

Prevención y gestión de riesgo por movimientos de laderas y taludes en zonas urbanas: un propósito para Iberoamérica

Rafael Guardado

Coordinador del Programa de Red CYTED

Los movimientos de laderas y/o taludes, son eventos naturales o inducidos por la ocupación de laderas que causan muchas muertes, grandes pérdidas materiales y ambientales en Iberoamérica. El sentimiento de

impotencia ante estos desastres “naturales” se multiplica en los países en vías de desarrollo, estimándose que en los próximos 25 años, el 85 % de la población Latinoamericana residirá en áreas urbanas.

El presente proyecto de red tiene como finalidad encontrar soluciones técnicas y metodológicas a los trabajos de prevención y gestión de riesgos, representa una meta frente a los problemas generados por los movimientos de laderas y taludes, y sus riesgos asociados, ya que los desastres por deslizamientos poseen dos aspectos claves: lo natural y lo socioeconómico. Es una continuación de la Red Temática de CYTED de Estudio de la Peligrosidad y Análisis de la Gestión de Riesgo y Desastres por Movimientos de Laderas y Taludes (2005-2007).

La expansión urbana sin una gobernabilidad urbana efectiva expone a grandes secciones de la población a elevados niveles de riesgo por los peligros ambientales naturales e inducidos por los humanos. En la mayoría de las ciudades de Latinoamérica, entre el 30 y 40 % por ciento de la población vive en vecindarios expuestos a peligros catstroficos de movimientos de laderas y taludes. Se necesita de una nueva agenda de la gestión de riesgos que se centran en aumentar la capacidad de los gobiernos ciudadanos, grupos profesionales, ONG y organizaciones comunales para identificar y tratar sus problemas de mitigacion prevención y gestión de riesgos geodinámicos, requiriéndose, además que los resultados de los programas de investigación sobre riesgos de deslizamientos sean publicados y distribuidos entre las comunidades vulnerables, al tiempo que esas mismas comunidades sean entrenadas en la construcción de medidas artesanales capaces de aliviar las presiones de poros en los suelos susceptibles a los deslizamientos.

Sedimentation and environmental problems of Moa Bay, a lagoon in eastern Cuba: an introductory overview

Hans-Jürgen Gursky¹, Gerardo Orozco², Yosbanis Cervantes², Allan Pierra² & André Schwarzer¹

¹Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Clausthal, Germany

²Departamento de Geología, Instituto Superior Minero-Metalúrgico, Moa, Cuba

gursky@geologie.tu-clausthal.de

The Republic of Cuba is an archipelago consisting of a large main island and several hundred surrounding minor islands and keys (cayos). Due to its position between the tropic of Cancer and 20° N latitude, most of the minor islands are coral reefs generally separated from the main land by typical tropical lagoons. One of Cuba's easternmost lagoons is Moa Bay at the northeast coast in the province of Holguín (Oriente region), juxtaposed to the Bahama islands.

The lagoon is approximately up to 5 km long, 3 km wide (ca. 10 km²) and 10 m deep. It has a wide inlet in the east, and water currents are driven westward by the prevailing NE trade winds. Tidal range is only some decimetres, but summertime hurricanes may be impacting. The southern coast line of Moa Bay is characterized by basement rock outcrops of Cretaceous serpentinite with a thick laterite cover; cliffs and gullies indicate active erosion. Here, a small harbour, a fishery marina and some homes are the only man-made installations along the entire inner bay shoreline. In the hinterland, Moa City with its 40,000 inhabitants is spread over approximately 5 km². The east and west coasts of Moa Bay are covered by dense mangrove forests thriving in the warm humid climate. The bay is separated from the open Atlantic Ocean by Cayo Moa, 4 km long and 0.5 km wide, the easternmost member of an island chain topping the coral-reef line that fringes nearly the entire Cuban NE coast. The cayo is abandoned and covered by semi-

humid vegetation at its windward Atlantic-facing side and mostly mangroves along its bay-facing side with adjacent sea-grass meadows. The island has a Neogene coral-rock core and an active Caribbean-type coral-reef north front.

Except of some terrigenous clastic sedimentation at its rocky southern shore, most of the bay's modern sediments are biogenic and calcareous. Relatively coarse-grained bioclastic material is deposited at the wave and storm-attacked shores, partly as lag sediments, whereas fine-grained carbonate sands and oozes (cienos) are present in low-energy leeward areas and the deep parts of the bay.

Major human environmental impacts in Moa Bay result from mud deposition along the south coast and open-water ooze mining with a floating dredger in the centre of the bay. Both are activities due to extensive open-pit laterite mining for nickel in the surroundings of Moa City, started in the 60s and intensified since the 90s. The mud is supplied to the bay mostly by the Moa River that erodes laterite and its beneficiation residues and flows into the bay east of the city. The mined carbonate ooze is consumed during nickel beneficiation.

Extreme water turbidity and mud deposition are obvious primary effects of forced mud supply to the southern bay, where the original sedimentation patterns have been widely overwhelmed. The possible effects of the continuous ooze dredging on the sedimentary dynamics of Moa Bay and its shorelines have not yet been investigated. E. g. since some years accelerated erosion is observed at the eastern end of Cayo Moa, where hurricanes are most effective, too. On the other hand, enhanced ooze deposition and seafloor shallowing are visible off the western end of Cayo Moa resulting in mangrove extension. These features indicate longshore drift to the west, parallel to the dominating wind and ocean-current directions. The proportional effects of the human influences are under debate; possible further consequences for the coastal and inner development of Moa Bay are unknown.

In a joint project, ISMM and TUC are studying the marine geology, sedimentology and environmental evolution of Moa Bay by means of remote sensing, ground data and sediment analyses (grain parameters, mineralogy and geochemistry). Some first results are presented in our poster; most future investigations will be included in the Ph. D. thesis of Y. Cervantes (in progress).

Cartografía geológica y análisis de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas en la Reserva Natural Laguna de Apoyo

C. Gutiérrez¹, D. Cerrato¹, D. Vázquez-Prada³, F. Delgado², E. Espinoza² & G. Pérez²

¹Oficina Técnica de AMICTLAN (Asociación de Municipio Integrados por la Cuenca y Territorios de la Laguna de Apoyo, Nicaragua). Telefax. 5055580456

²UNAN-Managua

³Geólogos del Mundo

riesgos_geo@amictlan.com

La Laguna de Apoyo es una laguna cratérica endorreica (sin salida de agua superficial), la más grande de Nicaragua, situada dentro de una caldera volcánica que se formó entre los 22.000 a 24.000 años (Sussman, 1982, Kuterloff, 2007). Está ubicada al suroeste del departamento de Masaya y al Este del Departamento de Granada, a 40km de Managua. Declarada área protegida bajo el Decreto 42-91, la Reserva Natural Laguna de Apoyo (RNLA) es actualmente un importante atractivo turístico donde

se han instalado numerosas quintas veraneras y hoteles en toda la parte baja y laderas del cráter. En el año 2000 se produjo en la zona una serie de sismos, que activaron numerosos movimientos de terreno, causando graves daños. Este y otros eventos ocurridos con fuertes lluvias ponen en evidencia que las escarpadas laderas de la caldera de Apoyo son tectónicamente activas y generan en continuo movimiento de masas. Se realizó la cartografía geológica a escala 1:10 000 que describe la información básica para la comprensión del sistema volcano-téctónico de Apoyo y poder realizar estudios de riesgo geológico. Utilizando la metodología validada por INETER-COSUDE (2005) se identificaron en fotos áreas (para los años 1970, 1986, 1996 y 2004) y campo 35 deslizamientos, 71 derrumbes, 41 flujos de detritos y 20 caídas de bloques (contando con los procesos identificados en el trabajo de AMCA-GM-INETER, 2004). Aplicando la Metodología de Círculos Concéntricos de Susceptibilidad (Vignola, 2002), se obtuvo se obtiene un mapa de susceptibilidad a inestabilidades de ladera. Estos servirán como base para realizar una Zonificación Territorial en base a amenazas y por consiguiente contribuir a disminuir la vulnerabilidad en la zona mediante la correcta planificación. Se tiene planificado que ésta zonificación sea convertida en una Ordenanza Municipal común para los municipios que tienen territorio en la RNLA (Catarina, San Juan de Oriente, Diriomo, Masaya, Granada y Diriá). Durante el proceso de este trabajo, se han cartografiado un total de 73,6 km² de las áreas de reserva y amortiguamiento de la RNLA de 5 municipios (San Juan de Oriente, Diriá, Diriomo, Granada y Masaya), y se han complementado con los mapas generados en el estudio realizado en el municipio de Catarina (Bases y Acciones para el Ordenamiento Territorial de Catarina, 2004), finalizándose así la cartografía de toda la RNLA. Se tomó como base el estudio realizado por David Sussman (1982) de la geología de la Laguna de Apoyo, al igual que se completo la cartografía geológica que solo se había realizado para el municipio de Catarina en el trabajo, mapeo geológico detallado en el Municipio de Catarina y San Juan de Oriente realizado por Gutiérrez y Echaverry (2005).

Recent geohazard studies and applications of a GIS on Geo-Risks in Nicaragua

V. Gutiérrez¹, A. Castellón², W. Strauch¹ & G. Chávez¹

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²Project on the Mitigation of Disasters in Central America (BGR)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

Recently, multiple efforts were undertaken to prevent or mitigate the negative effects of natural phenomena to the Nicaraguan population. National and local authorities have become more involved in disaster prevention policy and international cooperation boosted funding for disaster prevention and mitigation measures in the country. Multiple geological and hazard mapping projects were conducted by INETER and international partners. Universities, NGO's, International Technical Assistance, and foreign scientific groups cooperate to capacitate Nicaraguan geoscientists and to improve higher education on disaster prevention. Examples of these activities are presented in the following. Investigations on the seismic faults in Managua were conducted in 2001-02 by INETER to produce a new map on seismic faults for Managua city. An interactive version of the map is published in INETER's Website and is frequently used by the habitants of Managua. Funded by World Bank, coordinated by the National System for Disaster Prevention, Mitigation and Attention (SINAPRED), executed by international consultants and supervised by INETER, multidisciplinary hazard and vulnerability studies were carried out between

2003 and 2005. These GIS based studies provided multi hazard maps and proposals for land use policies considering disaster prevention on local level for 30 municipalities in Western Nicaragua. A project funded by World Bank and carried out by international consultants and supervised by INETER provided seismic vulnerability and risk data for each single building in Managua. Cadaster data from the municipality were used to obtain these results. Another large multidisciplinary project produced high resolution air photos, 1:50,000 vectorized topographic maps, and a digital elevation model for Western Nicaragua. These data, integrated in GIS, were used to assess: 1) Seismic Hazard for Metropolitan Managua; 2) Tsunami hazard for the Pacific coast; 3) Volcano hazard for Telica-Cerro Negro and El Hoyo volcanoes; and 4) Flood hazard of Maravilla river near Masachapa. This study was executed between 2004 and 2006, through technical cooperation of Japan International Cooperation Agency with INETER, upon a request of the Government of Nicaragua. Within a nationwide house building program the Nicaraguan Institute for Urban and Rural House Building (INVUR), INETER cooperated to performed more than 90 different local hazard studies all over Nicaragua. Each study produced hazard maps on 1:50,000 and 1:5,000-1:2,000 scales, a technical report with proposals for disaster prevention for the corresponding site and a CD with the GIS coverage used for elaborating the maps. The impact of hurricane Félix in September 2007 and disastrous fast floods in Matagalpa, in October 2007, were investigated by INETER using GIS. The mapping activities and investigations make use and their results produce feed back for a National GIS on Geo-Risks maintained by Geophysical Department of INETER and developed in a regional cooperation project with BGR, Germany. Maps, project reports and GIS coverage are made available on INETER's Website to the general public. (www.ineter.gob.ni/geofisica/geofisica.html).

Establecimiento de un SIG Geo-Riesgos para la región centroamericana

V. Gutiérrez¹, W. Strauch¹, A. Castellón², N. Acosta², R. Schmidt², S. Schillinger² & L. Feldhaus²

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales
r.schmidt@bgr.de

Desastres naturales se repiten en América Central casi anualmente y la frecuencia de los eventos mayores (por ejemplo el huracán Mitch en 1998, los terremotos de El Salvador en 2001, los huracanes Stan en 2005 y Félix en 2007) requieren información temática geo-espacial y herramientas de análisis automática que permiten una respuesta rápida y adecuada. Además herramientas geográficas y geológicas especializadas son necesarias para apoyar procesos de toma de decisiones en planificación regional y uso de tierra para mitigar la vulnerabilidad alta de la región. El hecho de que los desastres en muchos casos afectan a varios países centroamericanos al mismo tiempo, se ha visto la necesidad de buscar una respuesta a nivel regional. En consecuencia, desde 2002, varias instituciones en América Central como el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET, El Salvador), el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH, Guatemala), la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED, Guatemala); la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO, Honduras) y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR, Hanóver) cooperan para desarrollar y establecer un Sistema de Información Geográfica (SIG) regional en Geo-Riesgos. Estos institutos están asociados al Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales (CEPREDENAC). El aporte alemán

al proyecto durará hasta julio de 2009 y es financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Dentro del proyecto regional “Mitigación de Geo-Riesgos en Centroamérica” en concreto se están considerando los riesgos naturales causados por la actividad sísmica y volcánica, por movimientos de masas como deslizamientos y por inundaciones (causados por ejemplo por huracanes o tsunamis). El SIG Geo-Riesgos está en condiciones de proporcionar informaciones relevantes y necesarias a los tomadores de decisiones para la reducción de los impactos de posibles desastres.

Estudio de contaminación por hidrocarburos tipo BTEX en el plantel de RECOPE, Moín, Limón

Guillermo Guzmán

geol.guillermoguzman@gmail.com

El área de estudio se localiza entre el empalme de Moín y la carretera de Santa Rosa. El objetivo principal fue delimitar las plumas de contaminación por hidrocarburos tipo Benceno, Tolueno, Etilbenceno y o-m-p Xilenos, en el área del plantel de RECOPE. Se realizaron 16 perforaciones cerca del pozo de monitoreo P-8 (pozo con evidencias de contaminación por HC). Con la información litológica de estos piezómetros y la información estratigráfica existente se delimitaron tres capas principales hasta los 20 m de profundidad. También se realizó prospección geofísica con un magnetómetro para la identificación de tuberías metálicas o reservorios abandonados, que pudieran estar ocasionando o hubieran ocasionado una fuga de HC. Debido a limitaciones del método y ambiente, no fue posible detectar ninguna posible fuente de contaminación. Además se realizó una prueba de bombeo y recuperación obteniéndose una transmisividad de $11,88 \text{ m}^2/\text{día}$ y un coeficiente de almacenamiento de 0,01. El cálculo de la infiltración muestra una recarga total de $1\,030\,000 \text{ m}^3/\text{año}$ en las 60 Ha del plantel. Esta cantidad de agua que se infiltra, fluye influenciada por un gradiente hidráulico de $6,38 \times 10^{-3}$ en noviembre, durante la época lluviosa y de $5,98 \times 10^{-3}$ en setiembre del 2005 cuando la época fue menos lluviosa. Sobre el agua subterránea del plantel de RECOPE se encuentra una capa de HC, se midió el espesor y se elaboró un mapa de isopacas, observándose los máximos valores de hasta 73 cm hacia el noroeste de P-8. Se midieron parámetros REDOX en los pozos de monitoreo como SO_4^{2-} , NO_3^- , N , O_2 disuelto, Cl^- , HCO_3^- , CaCO_3 , pH, conductividad y temperatura para realizar mapas de isoconcentraciones físico químicas del área de estudio. Estos mapas muestran una tendencia a aumentar las concentraciones de SO_4^{2-} , Cl^- y temperaturas hacia la quebrada Bartolo y las aguas presentan concentraciones de O_2 disuelto $>1 \text{ mg/l}$ por lo que el ambiente es aeróbico. Se tomaron 241 muestras de aguas subterráneas en cuatro muestreos para analizar las concentraciones de BTEX disuelto en agua. La técnica de análisis implementó la SPME-Microextracción en fase sólida, adaptada a un cromatógrafo de gases. Con estos resultados se realizaron mapas de isoconcentraciones, mostrándose siempre valores por encima de la Norma Nacional de Calidad del Agua Potable. La distribución del contaminante se mantuvo durante los cuatro muestreos en un sector ubicado al oeste y noroeste del punto de referencia P-8 y en el cuarto muestreo se observa una pluma al norte del área de estudio. Además en el segundo y tercer muestreo existe una elevación anómala en las concentraciones de benceno en el sector ubicado al noreste de P-8. También se analizó en 17 sitios el agua de la quebrada Bartolo donde no fue posible detectar BTEX disuelto, aunque si existen evidencias visuales de contaminación. Para mitigar el daño al acuífero se recomienda realizar una trinchera y extraer por bombeo la capa de HC y luego utilizar bacterias aeróbicas para lograr la biodegradación.

Earthquake hazard maps for Managua and surroundings, Nicaragua

C. Guzmán¹, O. Nishii², I. Katayama³, W. Strauch¹ & G. Chávez¹

¹Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales (INETER)

²OYO International Corporation, Japan

³Association for the Development of Earthquake Prediction, Japan

carlos.guzman@gf.ineter.gob.ni

Earthquake hazard maps in 1:50,000 scale were elaborated for Managua and surroundings including the towns of Ciudad Sandino, El Crucero, Ticuantepe, Tipitapa and Nindirí. Deterministic and probabilistic approaches were applied with available data sets. At first, available earthquake catalogues were collected and revised. Among these catalogues, the historical earthquake catalogue by INETER (1505 - 1975) and the instrumental earthquake catalogue by INETER (1975 - 2001) are the most comprehensive. Therefore, these catalogs were selected as the base catalog and corrected and improved using other catalogues. Finally, these catalogs are unified, and then separated into two new catalogs namely Volcanic Catalogs and Non-volcanic Catalog. Then three types of scenario earthquakes were considered. For earthquake scenarios related to active faults, we used the location of Aeropuerto Fault and Cofradia Fault. Location and magnitude of each fault are determined using the existing fault map of Managua and empirical formula on its length and magnitude. For an earthquake scenario related to volcanic earthquakes, we assumed an earthquake at Masaya volcano (M=6.0) and another one at Apyoque volcano (M=6.0). The magnitudes of these earthquakes are derived from the catalogue of local earthquakes. As for the probabilistic approach, based on the newly improved Non-volcanic Catalog, a hazard curve analysis was performed for the Center of Managua City. As a result, the acceleration by a 100-years-return period earthquake is obtained to be 110 gal with a standard deviation of 28 gal. For the ground motion attenuation, three types of attenuation laws were tested to estimate maximum accelerations and MM Intensities at Managua by major earthquakes. As a result, we found that a combination of the laws of Joyner-Boore (1981) and Young et al. (1997) fits the historical records and accelerations of both non-volcanic and volcanic events. As for the site effect, boring logs from 173 boreholes were collected and studied. As other studies before, we found no important variations of the subsurface soil characteristics and their thicknesses at Managua City area. Through the study, the study area is classified into three types based on their average S wave velocity over the upper 30m standardized by NEHRP (FEMA302). Finally, earthquake hazard maps were prepared representing ground motion by peak ground acceleration, using a 500 m square grid system. This is a part of the result obtained by the technical cooperation project "Study for the Establishment of Base Maps for GIS in the Republic of Nicaragua - executed from 2004 to 2006 by Japan International Cooperation Agency with INETER as a counterpart agency upon request by the government of the Republic of Nicaragua.

Manejo adecuado de los desechos sólidos en Costa Rica

Oscar Guzmán & Guido Sibaja
Consultoría ambiental
oguzman@ebicr.com; econova@amnet.co.cr

Los parques de tecnología ambiental (PTA) se enmarcan en la política del Ministerio de Salud para la regionalización en el manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos que establece la necesidad de construir mínimo 4 rellenos sanitarios regionales para el Área Metropolitana. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana para la Salud (OPS), el Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. Actualmente, Empresas Berthier EBI de Costa Rica opera el PTA Uruka (en el cantón central de San José) y el PTA Aczarri (en el cantón Aserri), aplicando lo último en tecnología para el tratamiento y disposición final responsable de los desechos sólidos mediante la tecnología del relleno sanitario, tratamiento de desechos líquidos (lixiviado) mediante planta de tratamiento aerobia, aprovechamiento de biogás para generación de energía eléctrica y reforestación del sitio. En la actualidad, el PTA Uruka recibe 1,500 tonm/día, mientras que el PTA Aczarri recibe 500 tonm/día. El éxito en la operación del PTA radica en la impermeabilización de las celdas con una capa de arcilla de 0,30 m de espesor, geomembrana de polietileno de alta densidad de 0,0015 m de espesor, geonet para recolección del lixiviado, geotextil para evitar el paso de sólidos a la geonet y una cama de llantas con espesor de 1 m, la revalorización de desechos utilizados para la protección de la geomembrana y la reutilización de sitios de tajo abandonados, por lo que se aplica un uso importante de protección ambiental y una solución de salud pública en áreas ambientalmente alteradas. La impermeabilización de las celdas es una actividad crítica, para aislar los desechos sólidos y el lixiviado del ambiente. El PTA Uruka opera en ignimbritas de la Formación Avalancha Ardiente y bajo éstas se encuentra la Formación Lavas Intracañón, que albergan el Acuífero Colima; esta condición no ha sido limitante para su operación, ya que se ha comprobado, mediante pozos de monitoreo, que la impermeabilización de las celdas retiene la totalidad del lixiviado. En el caso del PTA Aczarri, éste opera en areniscas y lutitas correlacionables con la Formación Coris, sobreyacidas por ignimbritas.

Medición de la temperatura del suelo en agujeros de hasta 1,5 m de profundidad en el área de posible interés geotérmico del complejo volcánico Rincón de la Vieja

Edward Charles Hakanson
Universidad Estatal a Distancia
edward_hakanson@yahoo.com

Se está realizando una investigación al nivel de Maestría en el área de posible interés geotérmico de la vertiente Pacífica del complejo volcánico Rincón de la Vieja, Guanacaste, Costa Rica, que involucra

la medición de la temperatura del suelo en agujeros perforados hasta una profundidad meta de 150 cm en un área superficial de aproximadamente 30 Ha, con la finalidad de determinar la existencia de anomalías térmicas que podrían relacionarse con alguna estructura geológica profunda. El área de estudio abarca: (1) El Área de Impacto Directo del Proyecto Geotérmico Las Pailas, (2) Los Sectores Las Pailas y Las Hornillas del Parque Nacional Rincón de la Vieja, (3) La parte norte de Mundo Nuevo y (4) El Sitio Salsipuedes. El trabajo de campo empezó en diciembre del 2007 y consta de dos fases: (1) La ubicación y perforación de agujeros manualmente con un auger y (2) La medición de la temperatura al fondo de los agujeros. Se perforarán un total de 60 agujeros equidistantes cada kilómetro de los cuales hasta la fecha se han perforado 22 en los sectores norte, sur, sureste y este donde se ha identificado diferentes unidades geológicas, a saber: (1) Lavas andesíticas gris oscuras con dos piroxenos y pómez amarillo (sector norte), (2) Lavas vítricas dacítica-andesíticas bandeadas gris moradas de la Formación Alcántaro (sector sur), flujos pirocásticos biotítico-pumíticos blancuzcos de la Formación Liberia (sector sureste) y flujos piroclásticos pumíticos de tonalidades blanco a anaranjado de la Formación Pita (sector sureste y sur central). Después de terminar con la perforación de todos los agujeros se procederá a la medición de las temperaturas del suelo utilizando una termocoupla tipo T con un cable de extensión de 3 metros y un lector digital de datos de doble entrada. Las temperaturas del fondo del agujero y de la interfaz suelo-aire serán medidas simultáneamente durante un periodo de 15 minutos para estimar la gradiente térmica del suelo y determinar la existencia de anomalías térmicas. Los principales factores externos que afectan a la variación normal de las medidas de temperatura del suelo en agujeros de poca profundidad son: (1) La honda térmica anual y (2) La honda térmica diurna. No obstante, a profundidades mayores de 1 metro, la honda térmica diurna es prácticamente imperceptible mientras que la honda anual puede ser detectada hasta los diez metros de profundidad. Factores físicos que podrían influir en los valores de temperatura obtenidos, debido a diferencias en conductividad térmica son: (1) La litología del sustrato, (2) El tipo del suelo, (3) El uso del suelo y (4) La elevación. El objetivo de esta investigación es de filtrar las mediciones de temperatura en cada uno de los agujeros por los factores externos y físicos mencionados de manera que las mismas puedan ser suficientemente representativas como para comprobar la existencia de anomalías térmicas en el área de posible interés geotérmico del complejo volcánico Rincón de la Vieja, las cuales podrían ser correlacionadas con alguna estructura geológica sepultada ya conocida o aún desconocida.

Determinación de la profundidad del basamento rocoso en obras ingenieriles

Alfredo de Jesús Hernández & Jorge Acosta

Empresa Geominera Oriente Carretera de Siboney, Km 2½, Alturas de San Juan, Rpto. Alta Vista Santiago de Cuba Telf. 641603, 643836, 642624, Fax 687130

aramsay@geominera.co.cu; ahr_amsay@yahoo.es

El trabajo demuestra como los constructores e inversionistas pueden ahorrar cuantiosos recursos en la determinación: del espesor de la capa de roca no consolidada, de la forma irregular del relieve del basamento y los contactos entre el material friable y la roca dura del basamento, en la construcción de obras ingenieriles, sustituyendo perforaciones, reduciendo la cantidad de pozos de perforación, disminuyendo los costos de las investigaciones ingeniero-geológicas, con la aplicación de la Geofísica. Se expone la metodología, volumen de trabajo, así como el tipo de método geofísico aplicado: Sondeo Eléctrico Vertical de Polarización Inducida (SEV-PI, el cual permite obtener dos parámetros eléctricos, Resistividad aparente

(ρ_a) y Cargabilidad aparente Ca. Se da una explicación del poder resolutivo de ambos parámetros en la resolución de la Tarea Geológica planteada, así como el ¿Por qué? de la utilización del SEV-PI y no el SEV. Con las dos curvas obtenidas ρ_a y Ca, en cada punto de estudio, se realizó una caracterización desde el punto de vista geoelectrico del corte, del estado físico-mecánico de las rocas del mismo, hasta establecer una correlación entre el tipo de curva y el corte geoelectrico. Se muestran cortes de iso-ohomas, iso-anómalas, geólogo-geofísicos, y algunas conclusiones y recomendaciones para estos casos.

Caracterización geo-eléctrica de la corteza laterítica utilizando SEV PI en el sector SY-1, Cuba

Alfredo de Jesús Hernández, Adis Rodríguez & Waldo Lavaut

Empresa Geominera Oriente Carretera de Siboney, km 2½, Alturas de San Juan, Rpto. Alta Vista Santiago de Cuba Telf. 641603, 643836, 642624, Fax 687130

aramsay@geominera.co.cu; ahr_amsay@yahoo.es

Este trabajo expone los resultados de la aplicación del Sondeo Eléctrico Vertical de Polarización Inducida (SEV PI) en la Corteza de intemperismo ferro-niquelífera-cobaltífera (CIFNC) y su basamento, en el sector SY-1, del norte oriental de Cuba, con el interés de determinar su espesor para facilitar el cálculo de recurso. Una introducción, seguido de la exposición de los objetivos, la metodología de los trabajos de campo, la elaboración y procesamiento e interpretación de los datos; constituyen la parte inicial del trabajo. Además se da una caracterización litológica de todas las litologías presentes en la CIFNC, se realiza una caracterización geo-eléctrica atendiendo a los dos parámetros físicos Resistividad Aparente (ρ_a) y Cargabilidad Aparente (Ca). Con la organización y clasificación de los diferentes tipos de curvas de ρ_a y Ca, se realiza una correlación con las distintas litologías presente en la CIFNC, tratando de obtener curvas patrones que evidencien la existencia de modelos geo-eléctricos. Se presentan curvas paramétricas de ρ_a y Ca, que constituyen curvas patrones para la interpretación a priori de los SEV PI en el sector de estudio. Los resultados de esta investigación permitió: Mapear el espesor de la Corteza de intemperismo ferro-niquelífera-cobaltífera en cada punto de SEV PI. Obtener geo-estadísticamente un coeficiente de corrección al espesor de corteza, para realizar el cálculo de recurso que se ajuste más a la realidad. Se exponen explicaciones, cortes de los diferentes parámetros geofísicos, de interpretación con información geológica y geoquímica, así como algunas conclusiones y recomendaciones.

Relación entre la susceptibilidad magnética y la velocidad de Sedimentación en el Sector NC-1, Cuba

Alfredo de Jesús Hernández, Adis Rodríguez & Waldo Lavaut

Empresa Geominera Oriente Carretera de Siboney, km 2½, Alturas de San Juan, Rpto. Alta Vista Santiago de Cuba Telf. 641603, 643836, 642624, Fax 687130

aramsay@geominera.co.cu; ahr_amsay@yahoo.es

Este trabajo expone los resultados de las mediciones de la Susceptibilidad Magnética (SM) en el sector NC-1, a muestras de la Corteza de intemperismo ferro-niquelífera-cobaltífera y del basamento laterítico del Norte oriental de Cuba, a la cuales se le determinó el quimismo y velocidad de sedimentación (VSD). En el trabajo se realiza una caracterización y clasificación magnética de las muestras, las litologías y las menas. Se analiza, y se grafica el comportamiento de los diferentes parámetros físico-químico-tecnológicos desde la superficie (OICP) hasta la profundidad RM. Se relaciona los resultados de los parámetros físico-geológico-químico-tecnológicos con los datos mineralógico-petrográficos, se exponen explicaciones y algunas conclusiones y recomendaciones. Los resultados de esta investigación desde el punto de vista físico, permitió conocer: 1.-La existencia de cuatro grupos de muestras, las cuales se clasificaron en: muy débilmente magnéticas, débilmente magnéticas, magnéticas y fuertemente magnéticas, de acuerdo a la clasificación magnética de L. D. Bersudskin, los cuales poseen características muy diferentes, en cuanto al quimismo y la velocidad de sedimentación en este sector NC-1 de la corteza de intemperismo. 2.-La marcada diferenciación desde el punto de vista magnético, entre las litologías superiores e inferiores del corte de la corteza. 3.-La existencia de una gran heterogeneidad magnética dentro de las muestras que por su quimismo, constituyen menas, dividiéndose en mena electromagnética y mena magnética, donde la VSD presenta valores diferenciados.

Estratigrafía del área metropolitana de San Salvador, El Salvador

Walter Hernández

Servicio Nacional de Estudios Territoriales

whernandez@marn.gob.sv; whernandez@geologist.com

Se presenta una revisión de la estratigrafía del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), después de la presentada por Weisemann, G. et al (1978) y el Consorcio Salvador (1988). El área de estudio tiene cerca de 300 km², en la que se observaron y describieron los distintos depósitos volcánicos en laderas de quebradas y ríos, en excavaciones para cimentaciones de edificaciones, en cortes de carreteras y de perfiles de pozos de agua. El área metropolitana está comprendida entre el complejo volcánico San Salvador al oeste y la caldera de Ilopango al este, separados entre si por 22 km. El límite norte está definido por el municipio de Apopa y el sur por el alto estructural de la Cordillera del Bálsamo.

La depresión donde se encuentra la mayor parte del AMSS y el bloque estructural elevado son el resultado de los esfuerzos distensivos provocados por el fenómeno de subducción de la placa de Cocos bajo la placa Caribe y los esfuerzos de cizalla debidos al sistema de fallas del sistema Motagua-Polochic.

Esta depresión es de ancho irregular y en el AMSS tiene aproximadamente 25 km, recorre todo el territorio salvadoreño casi paralela a la línea de costa y se conoce como graben Central, en cuyo interior se ha edificado la cordillera volcánica joven que rellena dicha depresión.

El borde sur está compuesto por las formaciones volcánicas más antiguas de esta zona, donde la formación Bálsamo del Terciario es la más antigua y está superpuesta por las formaciones Cuscatlán y San Salvador. Estas formaciones están constituidas principalmente por las tefras de los volcanes San Salvador e Ilopango, entre las que se intercalan también los depósitos distales de la caldera de Coatepeque. La reconstrucción geológica y estratigráfica se torna algo más compleja con los depósitos del Plan de la Laguna y el emplazamiento de las pequeñas estructuras volcánicas de Ayutuxtepeque, Mariona y Monserrat, así como los domos San Jacinto, Cuscatancingo, Milingo y Santa Rosa. Los productos de estos distintos centros eruptivos rellenan y determinan la geomorfología y el carácter físico que tiene la estratigrafía en el AMSS. El principal objetivo de este trabajo ha sido ordenar la cronología relativa de los productos de las distintas erupciones, basada en datos geológicos, algunas dataciones radiométricas y de tefroestratigrafía, indicando la fuente de emisión y la distribución espacio-temporal de los distintos depósitos volcánicos que conforman la geología del AMSS.

Mapa hidrogeológico para el desarrollo del área del Trifinio, América Central

W. Hernández¹, G. Jirón² & I. Guerrero³

¹MARN-SNET, El Salvador

²INSIVUMEH, Guatemala

³Fomento Minero, Honduras

whernandez@marn.gob.sv

La región del Trifinio comprende el sector fronterizo entre los países de Guatemala, Honduras y El Salvador, que cubre una superficie de 7,541 km², en la cual se encuentran 45 municipios con cerca de unos 700,000 habitantes. Esta región ha tenido un apoyo financiero para el desarrollo económico y social desde la década de los setentas del siglo pasado. Para el año 2005, el Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza-CATIE, presentó el Plan Estratégico Trinacional, con el objetivo de contribuir al combate de la pobreza y a la disminución de la degradación ambiental en el marco de las acciones trinacionales y cuyos componentes principales del plan son: manejo de los recursos naturales, prevención y mitigación de desastres naturales, fomento a la diversificación económica y fortalecimiento institucional. Este plan ha contado con el apoyo técnico y financiero de la Unión Europea.

En este marco del desarrollo se encuentra la problemática que cada país tiene mapas geológicos a escalas diferentes, los nombres de las formaciones geológicas cambian con la frontera, además de las diferencias estratigráficas, por lo que fue necesario hacer una cartografía geológica a la escala 1:100,000 para toda la región y que posteriormente derivó en un mapa hidrogeológico. El mapa geológico servirá de base para los estudios a realizarse en la zona transfronteriza del Trifinio en el marco del proyecto Mitigación de Georriesgos en Centroamérica, auspiciado por el BGR. Esta cartografía se llevó a la práctica en el área aproximada de 4,000 km² de la cuenca alta del río Lempa y con la participación conjunta de un geólogo de cada país, para hacer los estudios de campo pertinentes. El manejo del recurso agua es de vital importancia para la región, no sólo en términos de cantidad sino también la calidad, además de la identificación de zonas vulnerables de los acuíferos. La campaña geológica se llevó a cabo en cada país

con el equipo de geólogos, en la que se prestó atención especial a la estratigrafía y a las propiedades hidráulicas de las formaciones. Paralelamente se realizaron en la zona del Trifinio campañas de muestreos de aguas lluvias para análisis de isótopos estables de ^2H y ^{18}O y muestreos de manantiales para estudios de hidrogeoquímica, los cuales servirán para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual.

Estudio hidrogeológico de la subcuenca de los ríos Pansiguis y Cushapa en Jalapa, Guatemala

Isaac Herrera & Eugenio Orozco
Universidad de San Carlos de Guatemala
iherrerai@hotmail.com

El sistema tectónico de América Central está definido por la conjunción de las placas de Norteamérica, Caribe y la de Cocos. Las placas de Norteamérica y del Caribe están separadas por la ocurrencia de los sistemas de fallas transcurrentes con desplazamiento sinistral, conocido como el sistema de fallas de Motagua, Chixoy-Polochic y Jocotán. El sistema de fallas de Jocotán atraviesa la parte norte de la subcuenca con dirección este – oeste, con más de 80 km de longitud y condiciona la tectónica, ya que la unidad metamórfica del Paleozoico (Filitas de San Diego) está en contacto con los sedimentos del Cretácico superior y Terciario (Formación Subinal).

La hidrogeología del área de estudio consiste de dos unidades: la unidad volcánica, formada por rocas fracturadas que constituyen la zona saturada, donde existen capas de ceniza volcánica que constituye una capa sello, que da confinamiento al acuífero en las partes bajas de la cuenca (graben). Y la unidad sedimentaria, formada por conglomerados y carbonatos que representan en gran porcentaje la base del acuífero.

Los límites del acuífero están en concordancia a las estructuras geológicas mayores: Falla de Jocotán (al norte), Horst de Pinula (al oeste), Graben de Ipala (al este) y Volcán de Ipala (al sur), los cuales hacen un control volcano-tectónico que ha dado lugar al basculamiento de bloques geológicos. El acuífero es confinado, con un espesor de 150 m, con baja transmisividad y presenta un flujo en sentido oeste a este relacionado con la falla de Jocotán.

Este acuífero es de gran importancia para la población de San Luis Jilotepeque, Jalapa, ya que ofrece características para ser explotado de manera racional para servir agua con fines de uso doméstico y uso agrícola.

Experience with NOVAC Scanning MiniDOAS instruments at San Cristóbal and Masaya volcanoes, Nicaragua

Martha Herrera, Ligdamis Gutiérrez, Wilfried Strauch & Allan Morales
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
martha.herrera@gf.ineter.gob.ni

We describe the experiences gained with Scanning-DOAS instruments at San Cristobal and Masaya volcanoes, as part of the NOVAC project. San Cristóbal and Masaya volcanoes form part of the Nicaraguan volcanic chain and both present permanent degassing. In November 2006, three Scanning-

DOAS instruments were installed at San Cristobal volcano. The instruments scan over a 180° vertical plane, traversing the plume downwind the source and were placed perpendicularly to the predominant plume propagation direction. Two Scanning-DOAS instruments were installed in the caldera of Masaya volcano during April 2007. First experiences with the maintenance of the instruments and existing data sets are discussed. Volcanic emissions monitoring during volcanic unrest, especially at eruptive and intense passive degassing stages can give good indication of the pattern of activity of a volcano. The Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC) project encompasses a global network of stations to monitor volcanic gas emissions using Scanning Dual-beam miniature - Differential Optical Absorption Spectrometer (Mini-DOAS) instruments.

The canyon of the Río Coco, Somoto, NW Nicaragua: a future geopark

Petr Hradecký¹, Petr Kycl¹, Ivo Baron² & Josef Sevcík³

¹Czech Geological Survey CGS, Klárov 3, 118 21 Praha 1, Czech republic

²Czech Geological Survey CGS, Leitnerova, Brno, Czech republic

³GEKON Ltd., Praha, Czech republic

The “Grand Cañon de Somoto”, a the geological and geomorphological phenomenon of an extraordinary geological interest and with high potential for tourism, known till 2004 to local people only, was “re-discovered” by Czech Geological Survey geologists during the field-work in March 2004, within their cooperation project administrated by the Ministry of Environment of Czech Republic.

The canyon is located just at panamerican road at Nicaragua – Honduras border-pass El Espino, near Somoto. The canyon itself is a magnificent 3.5 km long gorge of the Río Coco river, which cuts Neogene rhyolitic and dacitic ignimbrites. The gorge reaches locally the width of 4-10 m at the bottom whereas the walls reach to height up to 190 m. Unique geomorphological and pseudokarst features like giant erosion potholes, rock bars and cascades can be observed elsewhere.

The morphology of the mountain ridge and canyon is controlled by N-S and NE-SW trending normal faults and by several system of the intensive fracturing. The most spectacular character of this locality is a volcanic nature of the rocks in which the canyon has been developed.

The accumulations of whitish and yellowish pyroclastic rocks is very typical feature in the central and western part of the Somoto area and dominates around the canyon locality. The thickness increases towards the NW, reaching 50-120 m or more close to Honduras border. These deposits of pyroclastic flows, both welded and no-welded, are composed of dacite and rhyolite and individual flows forming table mountains reveal slight inclination westward.

Several ignimbrite facies have been identified, mostly in individual vertical sections. Eutaxitic, fiamme-bearing facies are quite common. On the other hand, less-welded agglomeratic or homogeneous ignimbrites of blocky nature can be identified, together with slightly stratified units which display of the accumulation of lithics and ground-surge at the base.

Acid ignimbrites, widely extended in the area, are newly identified under the term “Somoto group”, which can be partly correlated with the former Lower Coyol based on relative stratigraphic position and radiometric age. Higher positions of welded acid ignimbrites, block-and-ash deposits and younger basaltic lava sheets may correspond to the Upper Coyol group.

Recently, during the INETER Managua and CGS Praha documentation and with enthusiastic support of former INETER Director, Claudio Gutiérrez, the locality has been proclaimed as Natural Reserve area and became very popular among the Nicaraguan and foreign tourists and nature-lovers.

The local and central Governments authorities, together with the Czech specialists now prepare the UNESCO Geopark status for this locality and surrounding areas.

Mapa geológico de la Cadena volcánica Nicaragüense

Petr Hradecký, Evzen Staník, Vladislav Rapprich, Pavel Havlíček, Benjamin van Wyk de Vries, Antonio Alvarez, Stepánka Mrázová, Vladimír Žáček & Jirí Sebesta
Servicio Geológico Checo (Ceská geologická služba CGS), Klárov 3, 118 21 Praha 1, República Checa
petr.hradecky@geology.cz

Dieciocho centros volcánicos forman varios grupos, separados por desplazamientos laterales izquierdos de NE. Las fallas son activas sísmicamente (Golfo Fonseca, La Pelona, La Paz Centro, Cerro Negro y otras).

Los grupos individuales de volcánes han sido estudiados detalladamente por geólogos de Servicio Geológico Checo, Praga y de INETER Managua en años 1997-2002.

La base de secuencias del Neogeno hasta Reciente se forma por ignimbritas. Aquí las presentamos como facies, tan como Ignimbritas Tipitapa, Nandaime, Las Sierras s.s. y Las Banderas.

Ignimbritas ácidas del edad Neogeno forman la base del grupo San Cristóbal-Chonco.

Las secuencias de depositos piroclásticos en el Volcán Cosiguina proporcionaron los datos sobre la evolución volcánica antes de 1835. Cinco eventos explosivos fueron documentados – Unidad I - 506+-127 BP, Unidades II, III, IV (295-430+-125 BP) y Unidad V. – 1835.

San Cristóbal es el volcán activo, estratovolcán de Casita se convirtió en un lugar tristemente conocido por enorme flujo de détritico que destruyó dos aldeas en 1998.

Volcán Telica producía los depositos piroclásticos. Éstos son de composición basáltica y andesítica. La base de la secuencia llamada Cañadas proporcionó la datación radiométrica de 2300 BP.

Pómez dacítica de calderas Malpaisillo y La Paz Centro cubre las áreas extensas. El Cerro Negro es un volcán más joven en el país y sus erupciones amenazan el ciudad de León, ante todo por caídas de ceniza basáltica.

Depositos piroclásticos de caldera El Hoyo manifiestan magma-mingling.

El grupo de estratovolcánes alrededor de caldera Monte Galán se destaca por el activo volcán Momotombo. Nuevos estudios geológicos facilitaron la determinación de varios ciclos de evolución. Caldera Monte Galán está rellena por depósitos con abundantes caracoles de gastropodos filigranos.

Estudio definió el modelo de evolución del volcán Apoyeque, que podría amenazar al área de Managua tan como ya sucedía varias veces en el pasado. Los horizontes de pómez pliniana son PAF (12 000 BP) y PCP (8 000 BP). Pómez de flujo piroclástico Santa Catalina tiene 6193-7520 yr. BP. El ciclo explosivo datado a 3 000 BP había producido pómez que cubrió las huellas de Acahualinca, ondas piroclásticas alcanzaron la depresión volcano-tectónica de Jiloá.

La mayoría de Managua ha sido construída sobre los depositos piroclásticos de múltiples erupciones de volcánes Masaya, Apoyeque, Miraflores-Nejapa y caldera de Apoyo.

Complejo volcánico Masaya es una parte del sistema caldérico del regimen regresivo.

El Grupo Apoyo abarca las deposiciones de pómez dacítica de múltiples erupciones Plinianas y freatomagmáticas, la mayor tiene 22 mil años BP, macizo efusivo del Volcán Mombacho había sido afectado por varios colapsos de laderas, causa de inestabilidad del volcán.

Isla de Ometepe fue estudiada por van Wyk de Vries. Movimientos tectónicos se evidenciaron por ascenso de estratos de sedimentos lacustrinos y sus deformaciones en orillas de la isla.

Dust particles (>50 μ m; PM10, 5, 2,5) emitted from Ferroligas plants in Pirapora and Varzêa da Palma, Minas Gerais, Brazil. Chemical composition, granulometry, mineralogy and probable ambient impacts in this region

Adolf Heinrich Horn¹, Hernando Baggio², Wallace Magalhães², Leidiane Souza Braga⁴ & Breno de Souza Martins⁵

¹NGqA-CPMTC-UFMG

²Campus Pirapora-UNIMONTES

³Msc - Pós-graduação em Geologia IGC-UFMG

⁴Grant holder - NGqA-CPMTC-IGC

hahorn@ufmg.br

The investigated region, districts of Pirapora and Várzea da Palma is localized in a triangle between the São Francisco and the das Velhas rivers.

The principal activities there are agriculture, fishing, textile and heavy industry. The later one, produce Si and Si-Fe are the principal air particle producers.

These plants produced these products by high temperature reduction of quartz, iron oxides, carbonate, barite and scrap metal together with small parts of heavy metal compounds.

This fabrics produces a big amount (87 types) of waste including the smoke formed principally by CO, CO₂ and C, and also steam (H₂O, together with a wide spectra of particles from 150 down to <2 μ m of a wide range of composition (e.g. Si, SiO₂, Fe₂O₃, FeSi, BaO, Cr₂O₃, Fe₂O₃).

These particles, their transport with and quantity and the influence over soil, water and finally plants and human beings is the aim of this work.

The sampling occurred with two equipments, a laser sampler for the small particles and a stationary foil sampler for the big one. Capturing were done in different distance and angles Evaluation of particles were done by two methods, comparison with a microscope coupled statistical program for a first part and by ambiental REM for chemical composition and detailed investigation. Soil samples were analyzed by IRFX, ICP-AES and ICP-MS.

1. The results obtained are in relation to the dust are:

- a. There are two types of smoke, a white one with more amorphous and a dark one with more crystalline particles;
- b. In the dust occurs amorphous material together with crystalline particles, especially SiO₂;
- c. Filtering before liberation retains not sufficient material, probably between 50 and 80% only;
- d. The bigger particles contain a lot of silica, silicon, barite, magnetite, carbonate, carbon and silica-carbon-compounds in a wide range of forms and size;
- e. The smaller particles are principally silica, metal spheres, carbon, magnetite and some other mixed compounds (Ba-Ca-Fe-C-Si).

2. Observations and results related to ambiental impacts are:

- a. There is a strong contamination by selected elements in the upper five cm of the soil.
- b. All plants have strong superficial contamination. Layers of fine to big particles covering the foils;
- c. A first evaluation show a bigger number of health problems in the emissions cones than outside

We thank Prof Dr. Fuchs from Marne Le Vallée University, Prof. Dr. J. Rodet from Rouen University, both France, FAPEMIG, CNPq for support and the CPMTC of the UFMG.

The São Francisco river system between Três Marias e Pirapora Minas Gerais, Brazil. Heavy element distribution controlled by human activities and natural factors in time and spatial distribution

Adolf Heinrich Horn¹, Hernando Baggio², Mara Regina Oliveira¹, Veloso Ribeiro Elizêne², Wallace Magalhaes Trindade¹, Natalia Souza² & Julia Teixeira Ferreira¹

¹UFMG-IGC-NGqA, Belo Horizonte, MG

²UNIMONTES, Pirapora, MG

The studied area, the Basin of the São Francisco River, is located between Três Marias and Pirapora.

Since the fifties several industrial plants for ore improvement and heavy industry settled at the margins of the São Francisco River, due to the cheap and easy electric energy from the CEMIG power plant of Três Marias and for the big amount of fresh cooling and process water from the same river.

These activities caused in the investigated part considerable environmental impacts, as slaughter of fish and the replenishing of the riverbeds, together with the contamination with heavy metals, alterations of the pH and other physical-chemical properties of the water.

This contamination was and is still caused by direct, underground influx of industrial water and wastewater of agricultural activities and by airborne dust transport and gas emissions from the same origin.

Since the eighties, initiated by a more presence and direct fiscal activities of the federal and state environmental organizations like IBAMA, FEAM, COPAM e.g. this contamination in the river water was reduced below allowed levels, whereas the concentrations in sediments are still high.

Contrarily to this development the impacts caused by agricultural activities have increased; e.g. by the floriculture, by farming, by cattle, pig, fish and chicken creation and the important input of wastewater from riverside habitations and the small and bigger cities.

The Savannah ecosystem (Bioma Cerrado), with its Veredas and their complex biological connections is being more and more reduced in the favor of an extensive agriculture of grains production (soy, corn, coffee) and the plantations of eucalyptuses to attend the increasing market of cellulose and vegetable coal production.

These alterations are causing an increasing input of organic and inorganic materials, organo-metallic compounds, changes of pH, turbidity and temperature as well as a significant reduction of the amount of retained and afterwards slowly liberated water.

This work show the development of these alterations in a part of the Middle São Francisco River system since 1990 till 2008, trying to create an integrated vision of these processes by showing the chemical and physical alterations and its influences on the whole ecosystem of this basin in the section between Três Marias and Pirapora.

Using this results short period mitigatory interventions and long period preventive actions are being suggested to reduce the impacts and to guarantee a more or less normal function of this Ecosystem, of supreme importance for the distribution of the water to important parts of of Brazilian arid parts.

Agreements

We thank Prof Dr. Fuchs from Marne Le Vallée University, Prof. Dr. J. Rodet from Rouen University, both France, FAPEMIG, CNPq for support and the CPMTC of the UFMG.

An onshore-offshore seismic reflection/refraction study of the Costa Rican Volcanic Arc and subducting Cocos Plate

W. Steven Holbrook¹, Daniel Lizarralde², Harm van Avendonk³, Percy Denyer⁴, Carlos Ramírez⁴, Carlos Alonso Vargas⁴ & the TICO-CAVA team

¹University of Wyoming, Dept. of Geology and Geophysics

²Woods Hole Oceanographic Institution

³University of Texas

⁴Universidad de Costa Rica

steveh@uwyo.edu

We will present new seismic reflection and refraction data acquired in Feb-April 2008 in the TICO-CAVA (“Transects to Investigate the Composition and Origin of the Central American Volcanic Arc”) project, an onshore-offshore study of the volcanic arc of Costa Rica and the structure of the downgoing Cocos Plate. The project is a joint U.S.-Costa Rica project involving major support from both countries. The backbone of this study were two cruises of the R/V Marcus Langseth, the new U.S. seismic research vessel, which acquired transects in both the Pacific and Atlantic oceans off Costa Rica and Nicaragua. The data acquired include multichannel seismic reflection data acquired on an 8-km-long seismic streamer; ocean-bottom seismometer data; and onshore-offshore data acquired on arrays of portable land seismometers crossing the Costa Rican isthmus, as well as on the Osa and Nicoya peninsulas. The scientific objectives of the project are to (1) constrain the composition and flux of the primary magma that formed the Costa Rican volcanic arc; (2) investigate the lateral heterogeneity in crustal structure along the arc; (3) test and constrain recent results indicating that lithospheric faults produce serpentinized upper mantle in the Cocos plate that, in turn, influences the “slab signature” of the Central American arc lavas; (4) assess the degree to which low upper-mantle velocities are due to anisotropy rather than serpentinization; and (5) determine the crustal structure of the provinces that comprise the upper plate of the arc in Costa Rica and Nicaragua with transects in the Caribbean back-arc. Data acquisition was completely successful, and preliminary data and results will be presented.

Mapa geológico y amenazas naturales en los alrededores de la ciudad de Somoto, Nicaragua

Petr Hradecky¹ & Antonio Álvarez²

¹Servicio Geológico Checo

²Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

antonio.álvarez@gf.ineter.gob.ni

En 2004, el Servicio Geológico Checo (CGS) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) realizaron investigaciones geomorfológicas y geológicas en el Municipio de Somoto y municipios aledaños en un área de 1,600 km² con el objetivo de contribuir a las investigaciones de los peligros geológicos, con relación a la construcción o actualización de la geología del territorio Nicaragüense.

Este estudio reporta todo los tipos de peligros geológicos en este territorio con la finalidad de especificar las condiciones geológicas que pueden condicionar los peligros geológicos y naturales, entre otros aspectos el registro de las áreas afectadas de los riesgos geológicos y un complejo de valiosas y aprovechables datos en la previsión de las posibles amenazas naturales.

En el mapa geológico detallado también fue dirigido a las investigaciones de materias primas, condiciones ingeniero-geológicas y a la problemática de las aguas subterráneas relacionada a las posibles metas de desarrollo industrial y turístico en este territorio.

Propuesta de valoración económica del daño ambiental en proyectos de explotación de materiales líticos en cauce de dominio público

Ana Sofia Huapaya

Dirección de Geología y Minas, MINAE

shuapaya@geologos.or.cr

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al desarrollo sostenible de la actividad minera, a través de una propuesta para la valoración económica de los daños ambientales ocasionados por la mala praxis en la extracción de materiales líticos en un cauce de dominio público (CDP). La propuesta se basa en la creación de una guía metodológica, herramienta para medir a través de una valoración económica ambiental, el costo monetario real del daño ocasionado por el mal manejo de la explotación de líticos en un CDP.

La guía consta de dos partes; una valoración cualitativa y otra cuantitativa. La valoración cualitativa está basada en un análisis multidisciplinario de las variables que intervienen en el entorno de una explotación en un CDP y crea una escala de calificación relativa que permite diagnosticar si la actividad minera en estudio es responsable o no del daño ambiental. De esta manera, la guía permite deslindar si es un tercero quien intervino en el daño o de identificar la actividad minera como la fuente que dio origen al daño, entonces, se procede a aplicar el instrumento de cuantificación que mide el valor monetario del perjuicio, a través de valoraciones directas e indirectas, formulando funciones matemáticas y ecuaciones para cada uno de los daños identificados. El Valor Económico Total del Daño Ambiental que se obtiene, constituye la ecuación VETDA.

Para la validación de la investigación, se aplica la guía metodológica en un escenario ficticio que tipifica un proyecto minero en CDP y el cual es construido con base a datos reales que proporcionaron diferentes expedientes mineros otorgados por la Dirección de Geología y Minas. Para la valoración monetaria se utilizaron valores reales de mercado. El prototipo de este escenario está circunscrito a un río ubicado en la parte media a baja de la cuenca, con infraestructura en sus riberas, constituida por asentamientos rurales, una red de caminos, cultivos y cría de ganado.

La memoria de los paleosuelos del Nevado de Toluca: un registro de estabilidad geomórfica y cambio ambiental durante el Cuaternario Tardío

C. Jasso-Castañeda¹, J. E. Gama-Castro², E. Solleiro-Rebolledo² & S. Sedov²

¹Posdoctorado en Antropología, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

carolina@geologia.unam.mx

Los paleosuelos, de modo similar a los sedimentos, han sido utilizados como herramientas eficientes para la reconstrucción paleoambiental, cambios en el clima y la evaluación de los periodos de estabilidad-inestabilidad del paisaje. Este estudio se realizó en una secuencia de paleosuelos localizada en áreas aledañas al volcán Nevado de Toluca. La importancia del sitio de estudio radica en la atención significativa que se le ha dado en los últimos años, debido a que se le considera como un área de alto riesgo. Además, esta área se conceptúa como un modelo de la dinámica de un paisaje volcánico y de la evolución del ambiente que prevaleció durante el Cuaternario tardío en México.

El objetivo del presente trabajo es proponer con base en la información registrada en la memoria de los paleosuelos los siguientes tópicos: (1) el tipo de paleoambiente en el que se formaron los paleosuelos y (2) establecer los periodos de estabilidad-inestabilidad del paisaje ocurridos localmente.

En este trabajo, la secuencia pedoestratigráfica estudiada, está constituida por depósitos volcánicos y paleosuelos que se localizan en el piedemonte del volcán Nevado de Toluca. Éstos representan una valiosa herramienta para la reconstrucción paleoambiental. La memoria de los paleosuelos fue esencial para generar datos relativos al paleoambiente y la estabilidad del paisaje. Su interpretación se realizó con base en los horizontes de diagnóstico, características y en las propiedades distintivas más perdurables de los paleosuelos.

La escala cronológica se integró con fechamientos de ¹⁴C. Éstos se efectuaron tanto en paleosuelos, como en sedimentos volcánicos. Los resultados obtenidos indicaron: (1) la existencia de paleosuelos cuyas edades fluctuaron del Pleistoceno tardío al Holoceno; (2) la presencia de tres conjuntos de paleosuelos diferenciados entre sí, por presentar, respectivamente, horizonte vítrico, horizonte cámbico y horizonte árgico y (3) la ocurrencia de fluctuaciones en el clima y en la estabilidad del paisaje que originaron estas diferencias.

El grado de estabilidad del paisaje y las fluctuaciones climáticas que ocurrieron en el área de estudio durante el Pleistoceno tardío-Holoceno fueron viables de inferir en función del tipo de horizontalización alcanzada por los paleosuelos, así como por la información contenida en los rasgos pedogénicos que integran su memoria.

Alborziphyllinae, a new Late Devonian rugosa corals subfamily

Kaveh Khaksar¹, Mohammad Ali Abbasi² & Ali Reza Ashouri³

¹High Education Center of Jihad Keshavarzi, Department of Soil Sciences, 5 Km of Mahshar Road, Hemat Av. Karaj-Iran

²Ahwaz, National Iranian Drilling Company

³Mashad University, Mashad

kavehkhaksar@gmail.com; abassi709@yahoo.com; ashouri2001@yahoo.com

Members of Family Laccophyllidae are small, solitary rugosa corals with stratigraphic range from Silurian to Permian. Among the Laccophyllids, axial ends of major septa united an aulos and dissepiments may be absent or present. In this family, minor septa can be contratingent and sometimes are small or in some genera are absent. Septa and aulos may be thick or thin. In this study, rugosa corals of the Khoshyeilagh Formation in the north of Meyghan Village (35 km NE Shahrood, Eastern Alborz) have been investigated for the first time. All the studied corals share their common characteristics with family Laccophyllidae. Convincingly, based on comparison of presence or absence of some key features in the collected samples with characteristics of existed subfamilies of Laccophyllids, establishing a new subfamily can be essential. Alborziphyllinae (new subfamily) encompasses a Late Devonian Laccophyllid lineage. The new subfamily described here includes a new genus, Alborziphyllum and two new species, Alborziphyllum ferdowsiense and Alborziphyllum lonsdaleiforme.

Frasnian-famennian extinction and its influence on rugosa corals in north-west Esfaraïen (eastern Alborz-Iran)

Brat Mohammed Kordghadimi¹, Kaveh Khaksar² & Ali Reza Ashouri¹

¹Ferdosi University, Mashad City-Iran

²High Education Center of Jihad Keshavarzi, Soil Sciences Department, 5 Km of Mahshar Road, Hemat Av. Karaj-Iran., Fax: ++982215725680

ashouri2001@yahoo.com; kavehkhaksar@gmail.com

The Upper Devonian strata of Esfaraïen section indicate a regressive character. Up to 9 species of rugosa corals belong to 8 genera have been identified. Coral assemblages allow us to distinguish two biozones, with local value. The Frasnian sediments containing the important species: *Tabulophyllum mcconnelli*, *Charactophyllum nanum*, *Disphyllum virgatum*, *Temnophyllum lapparanti*, *Sinodisphyllum variable*, *Campophyllum gosseleti*, *Campophyllum ursinum* while the Famennian strata containing species: *Meyghanophyllum shahroodiense*, *Alborziphyllum ferdowsiense*. Two main environments containing rugosa corals were identified: open shelf and lagoon. First assemblage (Frasnian) is developed at shallow areas of the open shelf and it is composed of solitary, dissepimented coral of medium size. Second assemblage proceeds from lagoon and it is composed of small, solitary and dissepimented corals with aulos. Frasnian dissepimented corals which had high variety accidentally became extinct at the end of Frasnian and are replaced by new species of corals containing aulos. Data obtained from the late Devonian corals in north-west of the Esfaraïen, show that these corals were

under the influence of the late Frasnian mass extinction. The abundance of Famennian specimens with aulos in Eastern Alborz indicates that Famennian Ocean has been changed and ecological conditions to be restricted respect to Frasnian.

Estudio de los deslizamientos y evaluación de propensión de laderas de la hoja Jabonal (1: 25 000), Costa Rica

Petr Kycl¹, Vladimír Záček¹, Václav Metelka¹, Sofia Huapaya², Tomás Vorel¹ & Petr Mixa¹

¹Servicio Geológico Checo (CGS), Klárov 3, CZ-11821, Praha 1 República Checa

²Dirección de Geología y Minas, San José, Costa Rica

Petr.kycl@geology.cz

La evaluación de las amenazas por inestabilidades de laderas juegan un papel importante en el desarrollo, planeamiento y buen uso del suelo, principalmente en zonas montañosas. Tal es el caso de la Cordillera de Tilarán en Costa Rica, que de acuerdo a los estudios que hemos realizado representa un área con alto grado de amenaza.

Las deformaciones de las laderas que fueron interpretadas en la hoja de estudio (hoja Jabonal 1:25 000) suman un total de 22 km² (no incluye deslizamientos puntuales de menor tamaño). La extensión que ocupa esta hoja es de 127 km², del cual, según nuestros estudios, el 17,3 % de la región está afectada o limitada por la presencia de estas deformaciones. Comparando este resultado, con otras regiones estudiadas y con topografías similares, el porcentaje es muy alto. Las poblaciones más afectadas son Peñas Blancas, San Antonio de Zapotal (la mayor parte de este deslizamiento se encuentra en la hoja La Paz 1:25 000), Lagunilla y Laguna.

La mayoría son deformaciones de laderas poligenéticas combinadas (a menudo los deslizamientos rotativos se transforman en “*debris avalanche*”). La longitud mayor de estos se registró en 4 km que es el caso del deslizamiento de San Antonio de Zapotal. El rebasamiento máximo relativo de la corona a la base, fue registrado en los mismos deslizamientos y alcanzó los 1000 m (1520 – 520 m s.n.m). El total de las deformaciones encontradas y que sobrepasan los 500 m tanto de ancho como de largo, suman 31.

Como uno de los resultados de este trabajo es proporcionar a Costa Rica una “base de datos nacional de inestabilidad de laderas” en sistema SIG y con aplicación en Access, además de los mapas a escalas 1:25000.

En la base de datos se registran los deslizamientos localizados directamente en el terreno y aquellos que solo fueron analizados a larga distancia (fotos aéreas, DEM).

La evaluación de propensión de laderas a deslizamientos representa uno de los aspectos principales para la construcción de mapas de amenazas. Los factores como la geología, inclinación de laderas, áreas de deslizamientos, patrones estructurales etc. representan las respectivas capas y son procesados en SIG. También es importante el cálculo del peso e importancia de cada de estas capas la que se obtiene al aplicar una tabla de valoración, creada para esta región. El Software Arc View 9.2 ofrece una buena alternativa para el dibujo simple de todos los datos y del procesamiento óptimo de estos pesos obtenidos del cálculo del modelo general. El mapa final y la determinación del grado de propensión, se obtiene de la clasificación realizada y también de la experiencia del geólogo, el cual introduce en el cálculo sus criterios según su experiencia en el campo.

El resultado final será el mapa de propensión con las 10 categorías de amenaza por inestabilidad de laderas, donde el color verde representa áreas sin amenazas y el color rojo las áreas de mayor amenaza.

Cimentación de estructuras en laderas con alta pendiente

Gastón Laporte
INSUMA S.A.

El auge del desarrollo turístico especialmente en las zonas costeras y montañosas y la expansión de la población en las ciudades, ha preferido y en muchos casos ha obligado a utilizar laderas empinadas para apoyar obras importantes que van desde casas de habitación, rellenos, hasta torres de condominios de más de 10 pisos.

Se ha detectado que en muchos casos la investigación geológica – geotécnica que usualmente se realiza no es la adecuada ya que presuponen que una vez atravesada la capa de suelo y alcanzado el material duro, supuestamente una roca masiva, no hay problema de cimentación o estabilidad.

La realidad es que en la mayoría de los casos el problema se relaciona con la estabilidad de la masa rocosa, que usualmente está fracturada y alterada, y cuya estabilidad está regida por planos débiles que forman cuñas o superficies planas que pueden ser más peligrosas y difíciles de estabilizar que el suelo mismo.

Los análisis de estabilidad para estas condiciones obedecen a los principios de la mecánica de rocas ya que no son medios continuos, elásticos, ni homogéneos, no siendo aplicables los análisis comúnmente utilizados para suelos, mediante programas de cómputo basados en equilibrio límite.

En estos casos se debe tener un apoyo geológico importante en cuanto a conocer en detalle la geología estructural del proyecto y alrededores, especialmente un estudio estadístico de los sistemas de planos débiles que rigen la estabilidad de las laderas.

En cuanto a las soluciones estructurales, para efectos de cimentación, se debe considerar el uso de anclajes, dentellones para desarrollar resistencia pasiva, pilotes y elementos de rigidización como vigas de amarre, tensores y losas que eviten asentamientos diferenciales, así como, deformaciones perimetrales en los bordes de los taludes.

Cuando los análisis de estabilidad indiquen problemas de formación de cuñas o bloques deslizantes se debe recurrir a estabilización de taludes aplicando la técnica de “suelo cosido”, anclajes pretensados, pantallas ancladas, etc

Los análisis geotécnicos que no representen la realidad del sitio pueden generar problemas de tipo económico-financiero al hacer pre-venta de proyectos cuyo costo real en la etapa de diseño final resulta mucho mayor o peor aun, si los problemas se detectan en la etapa de construcción.

Pueden resultar situaciones más graves si posteriormente a la construcción se presentan fallas en las estructuras o en los taludes, incluyendo el riesgo de pérdida de vidas humanas o problemas ambientales irreversibles.

Primer registro de Pampatheridae en Costa Rica (Formación Curré, Hemphilliano Temprano): la evidencia más temprana del inicio del Intercambio Faunístico entre las Américas vía América Central

César Laurito^{1,2} & Ana Lucía Valerio²

¹Instituto Nacional de Aprendizaje

²Museo Nacional de Costa Rica

clauritomora@ina.ac.cr

Los Xenarthras son un grupo de mamíferos placentados, representados en la actualidad por los armadillos, perezosos y osos hormigueros que evolucionó de manera aislada en el subcontinente Sudamericano por alrededor de 40 Ma y fue el primer grupo de mamíferos suramericanos en arribar a Norte América hace 9 Ma. Sin embargo, se acepta que esta migración temprana se dio a través de las Antillas Menores y Mayores, conectando el Noreste de Venezuela con el Sur de la Florida. Posteriormente, se da un segundo arribo en América del Norte durante el Blancano tardío vía Istmo de Panamá, hace aproximadamente 3.5 Ma. Entre los xenarthras provistos de caparazón o Cingulata se encuentran los Dasypodidae, Glyptodontidae y Pampatheriidae. Es la primera vez que se hallan pampatéridos en Costa Rica y es la localidad de Limoncito la que registra el pampatérido más austral y más antiguo de América del Norte. En este sitio se recuperaron numerosos osteodermos, correspondientes algunos de estos, a los cinturones móviles y otros a las áreas fijas del caparazón anterior y posterior; también se hallaron algunos restos postacraneales y un pequeño fragmento de cráneo. En Guatemala y especialmente en México y Estados Unidos, son comunes los registros de los géneros *Holmesina* y *Pampatherium* con edades Plioceno Tardío y Pleistoceno, conociéndose un único registro del género *Plaina* en el Blancano temprano de México. *Plaina* es un género conocido en el Mioceno Medio y Superior de América del Sur, sus placas se caracterizan por ser más delgadas, poseer una ornamentación mucho menos conspicua y tener un reborde externo muy angosto y poco profundo. Los osteodermos recuperados en Limoncito provienen del nivel de conglomerado fino depositado en un ambiente de abanico deltaico subacuático que se ubica al tope de la Formación Curré y recuerdan al género *Plaina* que a su vez es difícil de distinguir del género *Vassallia*, registrado únicamente en América del Sur y que algunos autores consideran como un sinónimo de *Plaina*, por lo que aún no es posible establecer a cual género pertenecen los restos hallados en el sur del país. Sin embargo, es claro que Limoncito, representa el registro fósil más antiguo de un Pampatheridae en América del Norte y constituye además, la evidencia más temprana de intercambio faunístico entre Sur y Norte América, pues se encontró asociado a *Rynchotherium*, *Pleiolama* y caballos Protohippini que confirman una edad NALMA, Hemphilliano Temprano cuspidal, equivalente al Mioceno Superior, aproximadamente 6 Ma. Ello obliga a revisar el inicio del Gran Intercambio Biótico entre las Américas.

Integrated neo-paleostress and Coulomb Failure Stress modeling as a reliable and cheap tool in the designing of an underground powerhouse in the vicinity of the Costa Rica subduction zone

Allan López

I.C.E. & Universidad Latina

alopez@ice.go.cr

An underground powerhouse and a 13 km long tunnel are essential components of the El Diquís Hydropower project in southwest Costa Rica, both of these are to be excavated in a complex tectonostratigraphic setting close to both the Costa Rica sector of the Middle America trench where the Cocos plate subducts beneath the Caribbean plate and their triple junction with the Nazca plate. The local stratigraphy in the trench-parallel Fila Costeña range is composed by a non outcropping upper Cretaceous ophiolitic basement, middle Eocene Fila de Cal limestones, Oligocene Terraba turbidites and Miocene near shore and deltaic sediments of the Curré formation, intruded the first two by upper Miocene Gabbroic bodies of the Puerto Nuevo formation. The regional and local tectonics are controlled by NE-SW compression being generated by the nearby NW-SE trending subduction zone and the present day uplift of the backbone Talamanca Cordillera. Local overthrust belts show a SW vergent transport direction with displacements in the range of 5 to 120 m and which are responsible for the emplacement of allochthonous limestones at surface. This ongoing tectonic phase is presently being overprinted by transtensive and transpressive shears with similar σ_1 orientation but striking almost normal to the contractional lineaments. The design of the caverns to store the generators and electrical systems must take local stress conditions into consideration. These facilities are to be located within a horse and close to the karstic limestones with important stress deflections in the vicinity of the fault deformed zones. Ideally their long axes must be excavated with respect to the local σ_1 orientation in such a way that the walls will not be subjected to overstress, spalling and mechanical failure. These problems can only be solved with an extremely costly overdesign which is not financially feasible. Alternatively the caverns could be installed after performing a rotation of their long axis to avoid the negative σ_1 ($223^\circ/25^\circ$ and 30.9 Mpa) effects at 500 m below ground level (10 m.a.s.l.) and ideally to make it parallel to walls and these in turn also being parallel to the major joint wedges and their potential failure directions. Furthermore the Coulomb Failure Stress modeling at different seismogenic depths performed with input from focal mechanisms, magnitude-area relations and related tensors demonstrates that volumes with relative CFS increase in the region of influence of the project, including its reservoir, share a theoretically relatively low seismic hazard. With this integrated methodology to assess the stability aspects of underground openings the overall cost can be reduced in 80 % when compared with a single hydrofracture test. It does not substitute for this test but certainly provides excellent and reliable constraints during the feasibility study stage.

Tectonoestratigrafía georesistiva en un perfil de la fila Costeña, Costa Rica

Allan López¹, Miguel Avila¹, Alexis Cerdas¹, Kenneth Pérez¹ & Jerry Murillo²

¹Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

²Consultor privado

La correlación de 5,900 m de perforación con 300 km² de cartografiado geológico a escala 1:10 000 y 22 km de perfiles georesistivos han permitido definir la arquitectura y estilo tectonoestratigráfico de una sección representativa perpendicular al rumbo regional de la Fila Costeña en el SW de Costa Rica, en donde se construirá el Proyecto Hidroeléctrico El Diquís por parte del I.C.E.

La columna litoestratigráfica identificada corresponde con las facies turbidíticas de la formación Tèrraba (Oligoceno superior), las costeras de la formación Curré (Mioceno) y las calizas de la formación Fila de Cal (Eoceno medio superior), secuencia que fue instruida por diques y sills gabróticos de la formación Puerto Nuevo (Mioceno medio-superior). El mecanismo fundamental que ha deformado el medio local y regional es de carácter fundamentalmente compresivo, generado por la interacción de las placas Cocos y Caribe, cuya zona de subducción se encuentra a 60 km al Oeste, el cual se traslapa temporal y espacialmente con el transpresivo de la Nazca a lo largo de la Zona de Fractura de Panamá a 130 km al SE de la obra. El fallamiento inverso y sobrecorrimientos vergentes al SW se han desarrollado preferentemente como fallas de estratificación con su plano buzando concordantemente con esta hacia el NE. El transporte tectónico perpendicular a la dirección estratigráfica regional ha desarrollado pliegues de propagación de falla con dimensiones kilométricas y pliegues forzados con su núcleo y charnelas relativamente simétricos, excepto en donde los sobrecorrimientos generaron sendos pliegues de arrastre. Las calizas se encuentran alóctonamente emplazadas por los sobrecorrimientos Tèrraba y Palmar. La tectónica más reciente es de carácter rumbo-deslizante y con direcciones ortogonales a la anterior deformación, cuyo producto final es una malla de cuñas inestables en un medio muy frágil. El análisis de marcadores cinemáticos en fallas mesoscópicas y la inversión de mecanismos focales para determinar los tensores de esfuerzo dan resultados congruentes y que confirman la geometría estructural antes descrita.

Las resistividades modeladas se ubican en el rango de los 5 a los 400 Ω/m y aunque no siempre permiten asociarlos con unidades litológicas específicas, en general si reflejan en el caso de este ambiente tectonoestratigráfico, la calidad mecánica relativa de las mismas y una pseudoestratificación. La correlación entre las anomalías geofísicas y los alineamientos interpretados desde imágenes satelitales y de radar es muy alta, lo que facilitó mucho la interpretación tectónica y la ubicación de las perforaciones geotécnicas efectuadas en apoyo de la caracterización de la calidad del Macizo Rocosó para la excavación de un túnel de 13.200 m de longitud y la primera casa de máquina subterránea que se construirá en Costa Rica.

Stress field map of Costa Rica: The Sigma Project

Allan López^{1,2}, Jeffrey S. Marshall³, Ana Leyla Chinchilla⁴, Peter B. Sak⁵, Sergio Chiesa⁶, Guillermo E. Alvarado^{1,7}, Estéban Gazel⁸ & Michael Calderón⁷

¹Instituto Costarricense de Electricidad

²Universidad Latina de Costa Rica

³Cal Poly Pomona University, USA

⁴Private Consultant, Germany

⁵Dickinson College, USA

⁶University of Bergamo, Italy

⁷Universidad de Costa Rica

⁸Rutgers University, USA

alopez@ice.go.cr

Cretaceous to Quaternary fault-slip populations, dike orientations, borehole breakouts, cinder cone alignments, and earthquake focal mechanisms covering 60% of Costa Rica are compiled and analyzed to obtain an updated and more realistic reconstruction of the evolution and partitioning of the paleo- and modern stress field in this region of southern Central America. In general, the trend of present day SHmax depicts an average orientation of N22°E, similar to the N30°E convergence direction between the Cocos and Caribbean plates. The Cocos plate subducts beneath the Caribbean plate along the Middle America Trench at a rate of 75-90 mm yr⁻¹. This plate convergence constitutes the primary control on both modern and past deformation in this region. Stress partitioning is recognized within several sub-domains, as well as important deflections in the vicinity of major regional structures, cordilleras, and tectonic blocks. At these locations the contraction is mainly N-S and N33°W, while transtension (rather than pure extension) is presently acting within the neovolcanic sub-domains. Recent clockwise SHmax rotation from NW to NE is also postulated, reflecting relative plate displacements. We show several stress maps with the plate tectonic environment and graphical output of the main geometrical properties of the contemporaneous stress field, its recent evolution, and neotectonic effects. For the first time it is possible to detect and map subtle changes between the local and regional stress fields allowing for direct application in research on seismic hazards, tectonic modeling, and design of civil engineering works. An expanded version of the Sigma Project covering all of Central America is likely in the near future as a contribution to the World Stress Map Project (WSMP).

Zonificación hidrogeológica y manejo de recursos hídricos en el Pacífico Sur de Costa Rica, planes reguladores de Pérez Zeledón, Osa y Golfito

Marcelino Losilla
ProDus, UCR
mlosilla@racsa.co.cr

Se estudian las aguas subterráneas en los cantones de Pérez Zeledón, Osa y Golfito en la región del Pacífico Sur o Brunca, para contribuir a la formulación de sus Planes Reguladores, y proponer las medidas de protección y manejo de los recursos hídricos. Se utiliza información secundaria (SENARA, MINAE, AyA e ICE) para: la planificación del abastecimiento de agua potable y otros usos; determinación del potencial, disponibilidad y calidad del agua; áreas de recarga y de descarga; proponer modelos hidrogeológicos conceptuales de la región, y, proponer una zonificación y regulaciones para el manejo del recurso hídrico y uso de la tierra. La región, del estudio, se encuentra en la vertiente Pacífica Sur de Costa Rica, limitada por el NE con la Cordillera de Talamanca; por el SE con las cuencas altas de los ríos Coto Brus y Coto; por el SO con el océano Pacífico, y por el NO con el río Savegre. Se realizó un diagnóstico de clima, geología y geomorfología y su vulnerabilidad a la intrusión salina, para definir y delimitar Unidades y Sectores Hidrogeológicos con características similares. En el análisis, se utilizó la región del Pacífico Sur de C. R. y sus cuencas hidrográficas principales, como unidad de planificación para una visión hidrogeológica integrada, y luego se homologó a nivel de cantón. Se seleccionaron estaciones climatológicas representativas en esas unidades y sectores hidrogeológicos. Se asignaron valores de capacidad de infiltración media, a los suelos de las unidades hidrogeológicas, y utilizando precipitaciones medias mensuales, se efectuaron balances hídricos de suelos por cuenca hidrográfica, para determinar su recarga potencial de aguas subterráneas. Con las recargas potenciales, se proponen los rendimientos seguros para la época seca, de cada Unidad hidrogeológica y cuenca hidrográfica. Las recargas potenciales y los rendimientos seguros, se calibraron y validaron con los componentes de flujo base de hidrogramas de los ríos Grande de Térraba y Savegre. Se efectúa un balance de extracciones actuales de aguas subterráneas y rendimientos seguros de los sectores hidrogeológicos, por cuenca hidrográfica y por cantón, para conocer el estado de desarrollo de los acuíferos. Con el uso del suelo, incluyendo las áreas protegidas existentes, se consideran las fuentes de contaminación y vulnerabilidad por sector hidrogeológico y cantón. Se proponen zonas de protección y manejo de diferentes categorías y para captaciones de manantiales y pozos, según su uso. Las zonas de protección y manejo se presentan tanto integradas a nivel de la región del Pacífico Sur como para los cantones de Pérez Zeledón, Osa y Golfito.

The dawn of geoarchaeological research in Costa Rica: Heinrich Fischer's XIX century mineralogical understanding of aboriginal sculptures from Costa Rica

Oscar H. Lücke¹ & Guillermo E. Alvarado^{1,2}

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Instituto Costarricense de Electricidad

olucke@geologia.ucr.ac.cr

The work of Heinrich L. Fischer represents the beginning of an interdisciplinary approach to the understanding of Costa Rican pre-Columbian cultures. Fischer's pioneering work is herein represented and analyzed from a historical and geoscientific point of view. The mineralogical determination of the materials used for the sculptures sheds light on the development and implementation of different crafting techniques which may be associated with different groups within Central American pre-Columbian societies. The mineralogical diversity and composition of the sculptures indicates the use of raw materials which are foreign to the Costa Rican geotectonic context. This particular fact was recognized by Fischer whose interpretation of the origin of such materials was incorrect because of the limited extent of geological studies in Central America at the time of his research. Fischer's use of non-destructive mineralogical analysis techniques is pioneering in the realm of Costa Rican geoarchaeological research.

Constrained 3D density model of the upper crust from gravity data interpretation for the Central Volcanic Range of Costa Rica: fluid and volatile pathways and reservoirs for the southeastern end of the Quaternary Central American Volcanic Arc

Oscar H. Lücke^{1,2}, Hans-Jürgen Götze², Guillermo E. Alvarado^{1,3}, Sabine Schmidt² & Derek Fairhead⁴

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Institut für Geowissenschaften Abteilung Geophysik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

³Instituto Costarricense de Electricidad

⁴GETECH, Leeds

osluecke@geophysik.uni-kiel.de

A 3D density model was prepared to foster better understanding of characteristic fluid and volatile pathways and reservoirs in the upper crust as part of the subduction factory. The 3D density modeling was carried out in the geophysics department at the Institute of Geosciences of the Christian-Albrechts-University in Kiel, as part of the Collaborative Research Center (Sonderforschungsbereich 574). The density model was constrained by seismic tomography results from the seismic/seismological group of the SFB574, as well as previously published P-wave velocity models from wide-angle refraction seismic and simplified surface geology. To further constrain the depth and geometry of gravity anomaly sources, power spectrum analysis was carried out and Euler deconvolution solutions were calculated for the gravity field. Results show the effects of Quaternary magmatism on the structure of the upper crust beneath the Central Volcanic Range as well as structures related to paleomagmatic processes beneath the Miocene-Pliocene

Aguacate volcanic arc. The model also shows structures and crustal bodies related to the geometry of the basement in the back-arc region, which shows influence from extensional tectonic processes related to the continuation of the Nicaragua graben in northeastern Costa Rica.

Curvature analysis of the gravity field of Costa Rica

Oscar H. Lücke^{1,2}, Hans-Jürgen Götze², Sabine Schmidt², Guillermo E. Alvarado^{1,3}, Walter Montero¹ & Derek Fairhead⁴

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Institut für Geowissenschaften Abteilung Geophysik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

³Instituto Costarricense de Electricidad

⁴GETECH, Leeds

osluecke@geophysik.uni-kiel.de

Curvature analysis was applied to the station complete Bouguer gravity for Costa Rica; it stems from the homogenized gravity database of the Collaborative Research Center (Sonderforschungsbereich 574). Different curvature attributes were calculated using the Kiel in-house software CURVATURE, developed by Sabine Schmidt following rather close to recent publications which deal with curvature analysis for 3D seismic reflection interpretation. The results were compared to the principal regional tectonic structures and lineaments as well as with the major lithological contrasts interpreted from simplified surface geology maps. The correlation of curvature analysis results with local lineaments in the Talamanca range region and the northwestern San Carlos plains was hindered by poor gravity station coverage. However, for the rest of the country, station coverage was good enough for regional and in some areas, local scale correlations with Quaternary and Tertiary structures. Dip-curvature results show major density contrasts caused by NW-SE trending thrusts related to the Quaternary Longitudinal Fault of Costa Rica, the Tertiary Tempisque Fault in the NW part of Costa Rica and several other regional and local fault systems such as the Candelaria and Tulín faults. Mean curvature results show good correlation with the center axis of the Térraba sedimentary basin which may indicate the location and trend of an axis of maximum thickness of sediments. In a more local scale, it also shows a good correlation with right-lateral strike slip fault systems related to the Atirro Fault in the Caribbean back-arc region.

Contemporary shearing on the Tucurrique fault: evidence for an active pull-apart basin at Pejibaye, Costa Rica

Kalin T. McDannell¹, Jonathan C. Lewis¹ & Walter Montero²

¹Department of Geosciences, Indiana University of Pennsylvania

²Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica

Identifying active faults and estimating slip rates in central Costa Rica are critical to understanding: (1) geological hazards; and (2) the upper plate architecture of the Middle America Trench (MAT). The Tucurrique fault has been interpreted to be one of the more active faults within a broad NW-striking zone

of dextral shearing referred to as the Rio Sucio – Atirro fault system. Here we provide geomorphic and geochronologic evidence that a small intermontane basin near Pejibaye is an active pull-apart structure forming at a releasing bend in the Tucurrique fault. Longitudinal profiles of the Pejibaye, Gato and Tepemechin Rivers show upstream knick points that suggest structural control of stream gradients. Below these knick points the rivers are sediment dominated and each preserves well-developed terraces. Downstream of the confluence of these three rivers, the trace of the Tucurrique fault is marked by the transition to a bedrock channel and narrow bedrock canyon on the Pejibaye River.

Within the basin several observations suggest ongoing deformation. The course of the Tepemechin River displays a prominent right turn upon entering the basin, after which it flows along the foot of the steep slopes that mark the eastern margin of the basin. Weakly preserved triangular facets occur on the slopes above the stream. We interpret the river to be localized along an active normal fault. Comparable triangular facets occur along the western margin of the basin above the Pejibaye River. In addition, terraces of the Pejibaye River appear to display offset risers. Specifically the T2/T3 riser displays ~20 m of dextral offset and the T3/T4 riser displays ~30 m of dextral offset. These offsets are aligned with a dextrally displaced bedrock spur to the south. Collectively the offset features are interpreted to reflect a cross-basin fault. The ages of the offset terraces have not yet been determined, however, wood found within a thick bentonite layer (altered volcanic ash) exposed at the cutbank of the Tepemechin River where it turns right yields a radiocarbon age of 4.02 ± 0.07 Ka. Wood collected from another bentonite layer exposed upstream yields a radiocarbon age of 31.45 ± 0.55 Ka. These samples come from the upstream portion of the pull-apart basin and suggest basin growth was under way by Late Pleistocene time.

Our findings have two important implications. First they suggest that the slip rate on the Tucurrique fault might be obtained with additional work to establish the geometry of the active fault strands and the ages of offset geomorphic features. This is important because the fault may direct a large component of contemporary dextral shear into the more densely populated areas from Tucurrique westward into the Central Valley. Obtaining slip rate estimates on active faults continues to be an important yet elusive goal. Second, our results suggest that Late Pleistocene to Holocene eruptive products from Turrialba Volcano occur SE of the volcano.

Malacofauna Pacífica del Cretácico Tardío (Campano-Maastrichtiense) en la cobertura sedimentaria de la Napa de Villa de Cura, Venezuela

Oliver Macsotay

Urb. El Trigal Norte, Av. Atlantico, no. 155-61 B, Valencia, Venezuela

macsotayo@gmail.com

La Formación Escorzonera del norte de Venezuela, es una de las pocas unidades volcanosedimentarias marinas del país. Estas sedimentitas fueron depositadas sobre el arco insular de Villa de Cura (V.C.), el cual fue tectónicamente emplazado sobre el margen septentrional del cratón Suramericano durante el Eoceno. La unidad, que consiste en paquetes plurimétricos de areniscas volcanoclásticas calcáreas y fosilíferas, alternando con lodolitas gris verdosas con foraminíferos orbitoidales, de hasta 400 m de espesor máximo. Lentas de diamictitas polimícticas de composición andesítica son las que han rendido los moluscos citados aquí. Las marlitas contienen foraminíferos planctónicos de las zonas de *Globotruncanella havanensis*, *Globotruncana aegyptiaca* y *Gansserina gansseri*, que representan el Maastrichtiense temprano (Vivas &

Macsotay, 1997). Algunos foraminíferos como *Sulcoperculina globosa* y *Pseudorbitoides* spp., sugieren el Maastrichtiense Tardío. Los moluscos hallados son: *Nerinoidea bisulcata* (d'Archiac), conocido de la plataforma carbonática somera de la Tethys septentrional. *Lycettia hourcqui* (Darteville & Freneix) es un taxon de aguas salobres tropicales, conocidos de Africa occidental. El taxon mas común es Trochaceton (*Neocyliindrites*) *claveli* n. sp., un gasterópodos muy relacionado con *T. (N.) truncatum* Stoliczka, 1868, del Maastrichtiense Temprano de la India. Ambas especies son los últimos sobrevivientes del subgénero Neocyliindrites, el cual proliferó en el Océano Tethys durante la mayor parte del período Cretácico. Los Acteonellidos desarrollaron reproducción explosiva en las aguas marinas tropicales de alta salinidad, ricas en bacterias y pobres en oxígeno. *Trigonarca meridionalis* Olsson, *Crassatella numidica* (Munier-Chalmas) y *Calyptrophorus palliatus* (Forbes) son especies de la Tethys meridional cuya distribución paleogeografica va desde el Perú al Africa en general y la India, siempre asociados a faunas de plataforma. *Procerithium morgani* (Douville) es una especie marina del Tethys septentrional: Serbia, Irán y Pakistán. *Woodsalia paitana* (Olsson) y *Roudairia cordiailis peruviana* (Olsson) son de ambiente marino somero, endémicos de la sub-provincia Nor-Peruana y constituyen la mejor evidencia de la paleoposición del arco insular de V.C. durante el Cretacico Tardío. *Pycnodonte vesiculare* (Lamarck), *Amphidonte conica* haliotoidea (Sowerby), *Bournonia cf. bournoni* (Des Moulins) y *Barrettia cf. monilifera* Woodward (Vivas & Macsotay, 1997) corresponden a fauna somera de edad Campaniense y aún anterior, que se hallan en forma fragmentada y transportada, junto a la fauna anterior. La presencia conjunta de de una malacofauna tan variada, sugiere una sedimentación batial, depositado sobre el talud del mismo arco insular, en el cual se re trabajan bioclastos procedentes de la plataforma penecontemporánea (Olistones, según Calzada Badia, 1978). La fauna descrita no se halla en ninguna de las formaciones del Cretácico Tardío autóctono de Venezuela, lo cual es la mejor evidencia del transporte tectónico sufrido por el arco insular (V.C.) desde su paleo-posición en el Paleo-Pacífico hasta su posición actual en el norte-centro de Venezuela.

Anomalías de distribución paleogeográfica de rudistas (moluscos: bivalvia) en el Eocretácico de Venezuela.

Oliver Macsotay

Urb. El Trigal Norte, Av. Atlantico, no. 155-61 B, Valencia, Venezuela

macsotayo@gmail.com

En Venezuela, los rudistas del Eocretácico de las secuencias autóctonas, se hallan en los horizontes del Barremiense-Aptiense Tardío, del Albiense Temprano al Medio, y de nuevo, en el Albiense Tardío-Cenomaniense Temprano, en horizontes calcareos. Se hallan en la Serrania del Interior Oriental, y en los Andes de Mérida, especialmente en el Graben de San Jacinto (Renz, 1960, 1977; Vivas & Macsotay, 1995, 1998; Arnaud et al., 1999, 2000). Los géneros mas comunes, en el horizonte mas bajo, son: *Matheronia* (Hauteriviense-Barremiense Temprano), *Amphitriscoelus*, *Caprina*, *Kipia*, *Offneria*, *Pachytraga* (Barremiense Temprano-Aptiense Temprano), *Praecaprina*, *Toucasia* y *Horiopleura* (Aptiense Temprano-a ¿medio). El segundo horizonte, contiene los géneros *Coalcomana*, *Apricardia* (Aptiense Tardío-Albiense Temprano), *Monopleura* y *Chaperia* (Albiense Temprano), *Caprinuloidea* (Albiense Temprano-Cenomaniense Temprano), *Sphaerucaprina* (Albiense Temprano a Tardío). El tercer conjunto, consiste en *Kimbleia*, *Mexicaprina* (Albiense Medio-Cenomaniense Temprano), *Texicaprina*,

Toucasia, Pseudotoucasia, (Albiense Tardío-Cenomaniense Temprano), Eoradiolites (Albiense Tardío-Cenomaniense). En el resto de los Andes de Merida, y el extremo norte de la Serranía de Perijá, solo se observa raramente el primer conjunto, en horizontes Aptienses, para desaparecer del resto de la secuencia, aun siendo carbonática. El mapa paleogeográfico del Caribe nos muestra una distribución de rudistas, en Cuba, México, Guatemala, Venezuela (parte) y Trinidad, con típico aspecto Tethysiano. Pero están ausentes del Suroeste de Venezuela, Colombia y Ecuador, a pesar de presentarse en el Perú y Argentina (Cuenca del Neuquén), con escasos géneros del primer horizonte, con escasos géneros. Este argumento elimina una corriente del tipo Humboldt, con aguas de temperaturas bajas. En cambio, podría atribuirse a la zonación del agua marina sobre las plataformas que rodean al Aulacógeno de Cundinamarca, con sus ramificaciones de Machiques y Uribante en Venezuela. Aunque las corrientes oceánicas oxigenadas del Océano Tethys y de la Pan-Thalassa (=Paleopacífico) penetraron los niveles superficiales, debajo de las mismas en las plataformas se presentó disoxia, mientras que en los grabenes batiales, anoxia completa. La presencia de rudistas Barremo-Aptienses entre los olistolitos calcáreos de la Napas de Lara, y Piemontina, sugiere que las mismas habitaron las plataformas continentales dentro del Océano Tethys, como el Promontorio de Santa Marta, en Colombia.

Moluscos y corales del Pleistoceno Medio-Tardío de Venezuela, como evidencia de conexión marina somera con el Océano Pacífico

Oliver Macsotay¹ & Manuel Gil²

¹Urb. El Trigal Norte, Av. Atlántico, no. 155-61 B, Valencia, Venezuela

²Parcelamiento Miranda, sector "C", calle Nurucual, Quita San Miguel, Cumana, Venezuela
macsotayo@gmail.com

En costas e islas venezolanas se han estudiado sedimentitas, cuya edad determinada por radiometría y paleontología, va del Pleistoceno Medio al Holoceno. El Pleistoceno Medio, Tardío y el Holoceno han sido separados por sus faunas bénticas. El Pleistoceno Medio incluye las Formaciones La Eminencia, Tortuga, Abisinia, los conglomerados de El Alto y las arcillas de Goaguaza. En la isla de Tobago, la unidad correspondiente es Rockly Bay Formation. La fauna en sedimentos coralinos contiene corallum biodiversos de tamaño métrico y mayor, incluyendo especies invasivas del Océano Pacífico (marcados con *). Destacan *Acropora cervicornis*, *A. palmata*, *Pocillopora elegans** y *Milleaster* sp. Las sedimentitas siliciclasticas están dominadas por bivalvos centimétricos de especies Atlánticas de carácter eurytermico en la mayoría de los afloramientos. Esta fauna (Macsotay & Cáceres Hernández, 2005) contiene frecuentes Pacíficas: *Turritella goniostoma**, *Cerithidea hegewischii**, *Mazatlanian cosentini**, *Olivilla salinae* (*?), *Trachycardium senticosum**, *Plicatula inezana**, *Crassostrea corteziensis**, *Codakia distinguenda** y *Argopecten imitatorides*, entre otros. Invasores del Océano Atlántico austral, son la *Crassostrea patagonica*, *C. rhizophorae* praia y *Adrana patagonica*. Bajas temperaturas superficiales e intensas lluvias estacionales afectaron el norte de Venezuela y sus islas. La fauna invasiva durante los altos glacioeustáticos, encontró en las aguas de salinidad y temperatura bajas, un nicho favorable. El Pleistoceno Tardío se halla dominado por gasterópodos propios de temperaturas superficiales más elevadas. El clima lluvioso disminuyó y se restringió a algunas áreas costeras en Venezuela occidental y oriental (Schubert, 1988). Un clima semejante a "el niño" se impuso, con vientos alisios de dirección NW-SE, que favorecieron la difusión y permanencia de corales y moluscos, procedentes del Océano Pacífico: *Pocillopora elegans** (Geister, 1977), *Vasum caestus**, *Melongenella patulus**, *Aletes centiquadrus**, *Plicatula penicillata** *Crassostrea*

*corteziensis**, *C. iridescens**, además de numerosas especies endémicas (Macstoy & Caceres Hernandez, 2005). Evidencia de incidencia de huracanes sobre las costas, se observaron como tempestitas en las calizas costeras en el Miembro Punta Piedras de la Formación Tortuga. Estos huracanes afectaron los costados W, NW y N de los arrecifes, y agregaron siliciclasticos mal escogidos a los carbonatos: Formación El Manglillo y ferruginosos, en la Formación Mamporal. La emersión del istmo de América Central continúa a partir de 2,3 Ma (Coates & Obando, 1994) y no ha permitido el intercambio de moluscos de ambos lados, iniciándose la diferenciación específica. Sin embargo, la conexión Pacífico-Caribe se volvió a realizar brevemente durante el Pleistoceno Medio y Tardío, coincidiendo con los altos glacioeustáticos de esas épocas. Se propone que la subsidencia tectónica de la depresión del Atrato, en Colombia, permitió el acceso de agua marina del Pacífico al Caribe, con larvas de la fauna de agua somera (>10 m). Los moluscos y corales que invadieron durante estos breves lapsos, se extinguieron con el calentamiento superficial del Holoceno.

La destrucción de la Provincia Gatúnica Neógena en Venezuela y Trinidad. Bivalvos

Oliver Macstoy¹ & Tulio Peraza²

¹Urb. El Trigal Norte, Av. Atlántico, no. 155-61 A, Valencia, Venezuela

²Via Ercole Ciofano, 24, 67039, Sulmona, Aq., Italia
macstoy@gmail.com

La provincia paleobiogeográfica Gatúnica del Neógeno, es un término propuesto (Petuch, 1982) para el dominio malacológico en el área del Caribe, el cual estuvo dominado por taxa cuyos descendientes aun viven en el Océano Pacífico, llamados Pacíficos (Woodring, 1966). Esta provincia se inició con la abertura marítima Mioceno Temprana entre el Océano Pacífico y el Mar Caribe, entre las placas Norte y Sur-Americana. Se seleccionaron 50 taxa de bivalvos de amplia difusión en las cuencas marinas del Caribe Meridional, para ensayar el problema. La originación de taxa de bivalvos durante tiempos del Mioceno, permaneció mas o menos constante, con un leve aumento (10) en la base del Plioceno (5,4 Ma). Las extinciones parecen ser mucho mas importantes: hacia el final del Plioceno Medio (3,9 Ma), se extinguieron ocho taxa, para aumentar a 14 sobre el límite Plioceno/Pleistoceno (1,8 Ma), siendo los pacíficos los involucrados. Estas extinciones son el resultado de la separación de los sistemas de corrientes tropicales superficiales del Océano Pacífico oriental y el Océano Atlántico occidental, representado por su extensión, El Caribe, debido al levantamiento del Istmo de América Central. El aislamiento del área del Caribe, dio lugar al aumento gradual de la salinidad al principio, y una caída de la temperatura superficial, posteriormente. La Provincia Gatúnica cesa de existir sobre el contacto Plioceno Medio/Tardío (3,9 Ma)(Cronin & Dowsett, 1994; Budd, Johnson & Stemann, 1994). La fauna de bivalvos del Pleistoceno, Holoceno y Reciente se halla bajo la influencia de taxa migrados desde el Océano Atlántico, durante esa época, interrumpidos solamente por breves invasiones glacioeustáticas, desde el Océano Pacífico.

Arqueogeofísica del sitio Jesús María (A-321 JM), San Mateo de Alajuela, Costa Rica

George O. Maloof & Mario E. Arias
Universidad de Costa Rica
gemaloof@racsa.co.cr

El sitio Jesús María fue prospectado utilizando la técnica de resistividad eléctrica, específicamente a partir del cartografiado geoelectrico con el dispositivo Polo-Polo. Los resultados de la prospección fueron fructuosos ya que no solo mostraron un rasgo arqueológico que aparece en la superficie, sino que también pudieron identificar cuatro rasgos nuevos que se encuentran cubiertos y que no habían sido reportados previamente. Estos rasgos corresponden con probables basamentos de piedra de forma redonda o rectangular, además; se ha asociado la existencia de cinco anomalías de alta resistividad eléctrica como restos de fogones o área de cocción de alimentos. El uso adecuado de los métodos geofísicos podía ser muy importante en el desarrollo de proyectos de investigación arqueológica, no solo como parte de la estrategia de prospección preliminar del sitio, sino también; en la etapa de planificación del establecimiento de unidades de excavación.

Deslizamiento de Mina Bellavista, primeras medidas de remediación

Julio Masís & Kenneth Bolaños
Apdo.859-2150 Moravia, Costa Rica
irrigaray@ice.go.cr

Los materiales correspondientes a la Formación Monteverde (Coluvios, lahares y lavas) con alrededor de 80 m de espesor en esta zona, de edad Plio-Pleistoceno, han venido deslizándose sobre las lavas de la Formación Tilarán (Grupo Aguacate) que alcanzan hasta 600 m de espesor y de edad Mioceno-Plioceno. La actividad minera fue paralizada debido a este deslizamiento de plano traslacional de bajo ángulo y velocidades máximas en invierno de 5 cm por mes.

Generalmente este tipo de deslizamientos está asociado a niveles freáticos altos y este no es la excepción, ya que se pudieron observar filtraciones bastante superficiales que también pueden corresponder a niveles colgados sobre el paleosuelo, en el contacto de la Unidad BQ,WLMonteverde (Lahares con lentes areno-limosos) y la Unidad Siór Tilarán (Lavas).

Una vez establecida la naturaleza del movimiento y su velocidad mediante una red de 7 inclinómetros y 3 TDR (Time-domain reflectometers), así como una red densa y cambiante de prismas superficiales para control de superficie, pudo registrarse una máxima velocidad de movimiento (5 cm por mes) durante el invierno y una ausencia total de movimiento en verano, para corroborar que la precipitación anómala de estos últimos años disparó un fenómeno que sin lugar a dudas viene ocurriendo discretamente en toda el área desde la misma deposición de los materiales de Monteverde y los más recientes.

La complejidad de la geología local ha complicado en sobremanera el entendimiento en detalle del modelo hidrogeológico. A la fecha es claro que además de la existencia de niveles colgados, su extensión horizontal es extremadamente variable y se cree que ellos tienen en efecto una forma similar a verdaderos

ríos bajo tierra. Esta característica complicó los primeros esfuerzos de bombeo con miras a reducir las presiones de poro en el pie del deslizamiento al abatir el nivel freático.

Con el objetivo de mantener los niveles freáticos lo más bajo posible durante la época lluviosa, las medidas de remediación se han enfocado a dar un manejo de aguas superficiales que estimule la escorrentía y disminuya al mínimo posible la infiltración en toda el área abarcada por el deslizamiento y alrededores.

El sistema de drenaje anterior que ayudaba a lubricar el deslizamiento fue modificado para desviar cualquier escorrentía hacia zonas estables. Un nuevo plan de gradientes fue implementado en zonas agrietadas y deformadas en algunos casos se utilizó arcilla para sellar la superficie.

La captura de aguas subterráneas antes de su llegada al pie del deslizamiento por su límite Noroeste ha sido posible por medio del diseño y construcción de un gran drenaje “francés” que corta la totalidad de los materiales de Monteverde y alcanza hasta las lavas su erí es de Tilarán (15 a 20 m de profundidad). Esta obra permite asegurar la estabilidad de la esquina Sureste de los patios de lixiviación la cual fue re-conformada luego de su fallo emP%tubre del año pasado. Las aguas recolectadas se descargan hasta las pilas de proceso que se dejaron de utilizar desde que la mina se suspendió.

Estas labores constituyen las dos obras mayores realizadas hasta la fecha para detener el deslizamiento, y que estarán a prueba en la época lluviosa 2008. Aunque no se ha podido determinar, existe también la posibilidad de que un gran porcentaje del agua subterránea en la Mina Bellavista provenga de cuencas superiores en Zapotal, y por lo tanto las obras realizadas tengan un papel parcial en la detención del deslizamiento.

Análisis de la demanda del recurso hídrico en la microcuenca del río Ciruelas (Costa Rica) de acuerdo con las actividades socioeconómicas

Kenneth Masís¹ & Natalia Gómez²

¹Tecnoambiente Centroamericano S.A. & Colegio Universitario de Alajuela

²Consultaría Ambiental Minera EIRL

kennethmn@gmail.com

Se ha realizado un estudio de cálculo de la demanda del recurso hídrico, atendiendo al desarrollo específico de las actividades socioeconómicas en la microcuenca del río Ciruelas, localizada en la subcuenca del río Virilla (cuenca del río Grande de Tárcoles, Vertiente Pacífica de Costa Rica). El objetivo principal del estudio ha sido calcular la diferenciación en el consumo de agua que tienen las diversas actividades socioeconómicas y la relación con su localización en el espacio geográfico en la microcuenca. Se calculó que el 77,9 % del consumo hídrico total corresponde a la actividad residencial ($7,1 \times 10^5$ m³ mensuales), seguidos por la actividad industrial (7,0%; $6,4 \times 10^4$ m³ mensuales), las actividades comerciales y de servicios (6,6%; $6,1 \times 10^4$ m³ mensuales), institucional (5,1%; $4,7 \times 10^4$ m³ mensuales), el sector agropecuario (2,5%; $2,3 \times 10^4$ m³ mensuales) y por último el sector turístico y recreacional (con apenas el 1,0%; $8,6 \times 10^3$ m³ mensuales). Aproximadamente un 65% de este consumo se obtiene de nacientes y tomas de aguas superficiales, mientras que el restante 35% se abastece a partir de pozos perforados que captan diferentes acuíferos. Se calculó una proyección en el comportamiento del crecimiento de la demanda del recurso para un sector y actividad específicos entre los años 2007-2015 del 115%. Se escogió esta fecha debido a que las políticas de ordenamiento territorial en el sector, están establecidas hasta ese año. A partir de lo analizado, se determinó que la vocación principal de la microcuenca del río Ciruelas consiste en el

desarrollo y mantenimiento ordenado de las actividades agrícolas, pecuarias, de conservación natural y para uso residencial, concluyendo que para tal fin deben proponerse mecanismos de gestión integral en los recursos hídricos, especialmente el del agua subterránea, apoyados por una colaboración interinstitucional que constituya la base en la búsqueda del desarrollo de la cuenca y espacios vecinos.

Tectonic geomorphology and forearc deformation along the Nicoya Peninsula seismic gap, Costa Rica

Jeffrey S. Marshall¹, Eli J. LaFromboise², John D. Utick¹, Fookgiin Khaw¹, Shawn C. Morrish¹, Peter Piestrzeniewicz¹, Reynicole C. Gilbert¹, Thomas W. Gardner³ & J. Marino Protti⁴

¹Cal Poly Pomona University, Geological Sciences Dept, Pomona, CA, 91768, USA

²California State University Northridge, Geological Sciences Dept, Northridge, CA, 91330, USA

³Trinity University, Geosciences Dept, San Antonio, TX, 78212, USA

⁴OVSICORI, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

marshall@supomona.edu

The Nicoya Peninsula, Costa Rica deforms in response to rapid NE subduction of the Cocos plate at the Middle America Trench (9 cm/yr). This emergent forearc peninsula lies 60-80 km inboard of the trench and coincides with a locked segment of the seismogenic zone. The Nicoya segment is a high-potential seismic gap, with a slip deficit of >5 m since the last major earthquake (M7.7, 1950). That event produced widespread damage and >1.0 m of coseismic coastal uplift. Net Quaternary deformation on the Nicoya Peninsula is recorded by emergent marine terraces at the coast, and uplifted alluvial fill within interior valleys. Recent field mapping, surveying, and isotopic dating provide new constraints on deformation patterns and upper-plate faulting. Local uplift anomalies reveal shallow faults that may accommodate a significant fraction of forearc deformation (shortening and/or lateral sliver transport). At the peninsula's southern tip (Cabo Blanco), a prominent uplifted marine erosion surface (Cobano surface) encompasses three distinct Pleistocene terraces at 30-220 m elevation. Preliminary OSL dating yields terrace ages consistent with OIS 3-5 sea level high stands (30-120 ka), indicating net uplift at 1.0-2.0 m/k.y. A NW-striking thrust fault (Delicias fault) offsets the upper terrace by 40 m, thrusting Cretaceous basalt over Pleistocene marine sediments. Radiocarbon ages for adjacent Holocene terraces (Cabuya surface) indicate recent uplift at 1.5-3.5 m/k.y. On the peninsula's central coastline (Puerto Carrillo to Playa Camaronal) marine terraces and related fluvial straths (Carrillo-Camaronal surface) occur at 20-40 m elevation. Correlations with dated Cobano terraces and Quaternary sea level curves suggest terrace formation between 80-120 ka (OIS 5) and net uplift at 0.2-0.3 m/k.y. Along the northern Nicoya coast (Tamarindo to Nosara), a 3 km wide wave-cut surface (Iguanazul surface) includes three treads with paleo-shorelines at 10-45 m elevation. Age correlations (as above) suggest terrace formation between 80-215 ka (OIS 5-7) and net uplift at 0.1-0.2 m/k.y. Radiocarbon ages for Holocene beachrock horizons are consistent with recent uplift at <0.5 m/k.y. Within the interior Morote Valley, geomorphic anomalies indicate deformation along the NW-striking Morote fault (e.g., uplifted and incised alluvial fill, irregular drainage networks, stream piracy, and abrupt mountain facets). Uplifted Pleistocene alluvium (La Mansion surface) is incised 5-40 m by stream networks. At one site, fluvial gravels overlie a paleosol on fine-grain wetland deposits, 10 m above local base level. In some areas, paleo-valley gradients are opposite that of modern incised streams, indicating capture and drainage reversal. The Morote fault forms a prominent NW-trending lineament, sub-parallel

to the plate margin. A composite focal mechanism for shallow seismicity along this trend (CRSEIZE) shows dextral slip for a NW-striking nodal plane, consistent with NW forearc sliver escape. The observed differences in Quaternary deformation along the Nicoya Peninsula coincide with three contrasting domains of subducting seafloor offshore (EPR, CNS-1, CNS-2). Upper-plate segmentation may reflect along-strike variations in subducting plate roughness, coupling, and seismogenic zone geometry (e.g., dip angle, depth of up-dip and down-dip limits). This segmentation may have implications for understanding the rupture behavior and earthquake hazards along the Nicoya seismic gap.

Estudio del fallamiento superficial en el Antiguo Centro de Managua, Nicaragua, destruido por el Terremoto de 1972

Eduardo Mayorga & Wilfried Strauch
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
eduardo.mayorga@gf.ineter.gob.ni

El presente trabajo trata del fallamiento geológico superficial existente en lo que fue el antiguo centro de Managua, que fue destruido por el terremoto de 1972. Uno de los componentes del proyecto “Saneamiento del Lago de Managua”, incluye la realización de anchas y profundas zanjas para instalar las tuberías de intercepción de aguas residuales, domiciliarias e industriales, y su traslado a la planta de tratamiento. Estas zanjas poseen diferentes profundidades, en dependencia de la morfología del terreno, variando en el rango de los 4 – 8 m. En 2003, se realizaron estas zanjas en el antiguo centro de la ciudad y se aprovechó esta oportunidad para estudiar ubicación y características de las fallas geológicas que atraviesan esta zona. Se le dio seguimiento a dichas excavaciones lográndose identificar planos de fallas geológicas relacionadas a los Sistemas de Fallas denominados como Falla Estadio, Los Bancos, Tiscapa y una zona de fallas anteriormente no identificada. Se logró establecer algunas diferencias en la actividad de las fallas en el período de tiempo cubierto por el estudio, es decir en el número de eventos y sus valores de desplazamiento. De la misma manera se logró a conocer la variación en las características litoestratigráficas del subsuelo de la zona. Esta variación se caracteriza por columnas litoestratigráficas compuestas solo por suelos aluviales; o solo por tefras (específicamente arenas volcánicas provenientes del volcán de Tiscapa) o por secuencia de estratos constituidos por material de caída (escorias, pómez, tobas arenosas, tobas cenizas, etc.) intercaladas por paleo-suelos. Se muestran las características de dichas fallas y del subsuelo mismo, a través de fotografías.

Paisajes volcánicos de la Patagonia extracordillerana, Argentina

Elizabeth Mazzoni
Universidad Nacional de la Patagonia Austral, República Argentina
gis@uarg.unpa.edu.ar; elimazzoni@yahoo.com.ar

La actividad volcánica en el extremo Sur del continente sudamericano se desarrolló con particular intensidad durante el Terciario Medio y Superior, tanto en el arco volcánico como en el ambiente de retroarco,

el cual se extendió hasta unos 300 km al E de los Andes. En este último ambiente se originaron sistemas de fisuras desde los que se derramaron basaltos alcalinos que conformaron plateau como la manifestación más representativa. No obstante, pueden reconocerse también conos de ceniza monogenéticos, muchas veces sobrepuestos a los anteriores, algunos grandes aparatos volcánicos y maars. En su conjunto estas manifestaciones, conformadas predominantemente por lavas básicas, reciben el nombre local de “escoriales”. Sus características topográficas y litológicas les permiten captar las escasas precipitaciones que caen en la región, constituyendo acuíferos de gran importancia. Sobre imágenes satelitales se identificó la totalidad de manifestaciones volcánicas con superficie aproximadamente igual o superior a 1 km² presentes en dos espacios administrativos, las provincias de Neuquén y Santa Cruz en la Patagonia Argentina. En conjunto cubren una superficie de 40.200 km², un 12 % del territorio considerado. Para cada una de ellas se obtuvo información topográfica, geológica, geomorfológica e hidrológica que permitió describir sus características y, asimismo, proponer un sistema de clasificación para estos escoriales. La mayoría están constituidos por lavas pertenecientes a un único ciclo efusivo (principalmente terciario) y poseen geomorfología superficial simple con bordes escarpados. Este tipo de borde delimita mesetas que se elevan varias decenas de metros sobre la superficie circundante. Casi el 70 % de los escoriales posee un desnivel inferior a los 100 m. El tamaño de los escoriales varía desde superficies inferiores a 1 km² hasta superiores a 3.000 km². La distribución de frecuencias de esta variable ajusta a una función exponencial negativa, con un claro predominio de las superficies pequeñas. Este comportamiento se explica en la preponderancia de coladas derramadas durante períodos preglaciarios, que fueron seccionadas posteriormente por procesos erosivos. El 60% de los escoriales posee humedales en sus alrededores, que indican la presencia de afloramientos de agua en sus bordes. El sistema de clasificación propuesto se basa en la combinación de seis dígitos, cada uno de ellos descriptor de una particular condición del escorial. Así, el primer dígito describe el tipo de escorial (cono volcánico o meseta); el segundo hace referencia al tipo de borde; el tercero describe las características geomorfológicas de la superficie del escorial; el cuarto, el tamaño del campo volcánico; el quinto la edad de las coladas y el sexto la presencia abundante o no de humedales en su proximidad, indicador de su importancia hidrológica. Las observaciones realizadas permitieron además definir estados de evolución de estos paisajes. La acción fluvial, presente y pasada, y la remoción en masa son los procesos geomórficos que mayor influencia ejercen en el modelado de los escoriales patagónicos.

Primeras descripciones de palinomorfos no polínicos como importantes indicadores paleoambientales en el sur de Costa Rica

S. Medeanic¹, N. Zamora² & I. C. S. Corrêa³

¹Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências - UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Caixa Postal 15.001, Porto Alegre, RS, Brasil. 91501-970

²Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências - UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Caixa Postal 15.001, Porto Alegre, RS, Brasil, 91501-970

³Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências - UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Caixa Postal 15.00, Porto Alegre, RS, Brasil, 91510-970

svetlana.medeanic@ufrgs.br; zamora14732@itc.nl; iran.correa@ufrgs.br

Esta investigación se desarrolla en los alrededores de Puerto Jiménez, península de Osa en el sur de Costa Rica, una de las regiones tropicales del continente, con amplio desarrollo de manglares. El estudio

de palinomorfos no polínicos es una herramienta importante para la comprensión de la historia geológica y tectónica relacionada con el levantamiento y el hundimiento en zonas costeras. Se describen en este trabajo los primeros resultados, así como, una descripción de la importancia de los palinomorfos encontrados en este sitio. Este trabajo se ha centrado en el análisis de muestras superficiales de un ambiente de estuario. Los resultados demuestran, a partir de palinomorfos, la información sobre la dinámica en relación con los procesos que ocurren en este ambiente. El estudio de palinomorfos no polínicos es ciertamente muy útil para las reconstrucciones paleoecológicas de ambientes costeros influenciados por oscilaciones del nivel del mar, los cambios climáticos y la tectónica. La diversidad de palinomorfos puede servir como indicadora valiosa para la evaluación de cambios rápidos, por ejemplo en el manglar, basado en el estudio de los sedimentos depositados en el pasado y recientemente. La investigación palinológica se efectuó a partir de trece muestras que fueron obtenidas a profundidades de entre 3 y 5 centímetros, de limos y arenas limosas. Para el análisis palinológico se utilizó el procedimiento químico propuesto por Faegri e Iversen (1975). Se identifican los diferentes porcentajes de dinoflagelados, Chlorophyta, cianobacterias, esporas y hyphae, hongos, microforaminíferos, escolecodontes y fitolitos. Además, se encontró que estos estaban más representados que el polen también identificado. Colônias de Botryococcus y microforaminíferos están presentes con mayor frecuencia según los cambios en la salinidad del ambiente directamente relacionado con la influencia marina. Se observaron cambios en los palinomorfos encontrados en puntos de muestreo específicos, que estaban, por ejemplo más erosionados (presencia de Glomus) y zonas de mayor anoxicidad (mayor contenido de cianobacterias). En ambientes de alta dinámica geológica, se puede ver afectada la preservación de los palinomorfos. Algunos de ellos, tales como hongos, microforaminíferos y escolecodontes, constituidos por quitina, son más resistentes a la destrucción y pueden ser preservados en los sedimentos, registrando más allá de las condiciones de la sedimentación. Estudios posteriores en cuanto a descripción y reconocimiento taxonómico son necesarios, para ahondar en la utilización de los palinomorfos, tanto el polen y esporas de plantas vasculares como los no polínicos para la interpretación de la paleogeografía y la evolución costera de la región.

Análisis de la situación ambiental y de aspectos del ordenamiento territorial para tres zonas propuestas para la construcción de una refinería en la costa del pacífico de Nicaragua

Javier Mejía, Luis Zúñiga, Jorge Martínez, Gonzalo Bonilla, Ana Luisa Rivas, Reinaldo Alemán, Edgard Espinales, Brenda Norori, Eduardo Pérez & Nubia Blanco
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
javier.mejia@ds.ineter.gob.ni

Como parte de un estudio multidisciplinario de factibilidad para la construcción de una refinería en la Costa del Pacífico de Nicaragua se realizó, en 2007, un análisis para tres posibles sitios conocidos como: Cabo Desolado (El Tránsito), Miramar y El Tamarindo (ENASAL). Estos sitios fueron tomados como referencia para el análisis y valoración de las principales variables e indicadores físicos, ambientales, socioeconómicos e infraestructurales para la fase de macrolocalización de la refinería y para la selección del área que ofrece mayores ventajas comparativas para la realización del proyecto. El trabajo que se presenta recoge lo esencial del análisis efectuado sobre los factores y amenazas naturales en apoyo a

los estudios de macrolocalización solicitados, correspondientes a aspectos de hidrografía, geomorfología, geología, suelos, amenazas naturales, ecosistemas costeros frágiles, paisaje, flora, fauna, red de drenaje, vulnerabilidad hidrogeológica, capacidad de dispersión de la atmósfera, actividades económicas, infraestructura y distribución espacial de la población. Estos factores de macrolocalización fueron identificados y analizados en función de establecer las mayores ventajas comparativas en cada uno de los sitios del área de estudio. La valoración se realizó a partir de información existente y de visitas de reconocimiento al área de estudio, considerando las características técnicas del proyecto, teniendo como principales elementos de esta valoración los aspectos referidos al atraque de los buques petroleros y al emplazamiento de las instalaciones. Se consideraron también aquellos aspectos que por su incidencia y magnitud, pudieran impactar en la localización final. Una vez procesada y analizada la información obtenida de cada uno de los factores de macrolocalización en el área de estudio, se diseñó una matriz de ponderación que integró cada una de las variables e indicadores analizados, a fin de establecer la ponderación con los puntajes obtenidos para cada uno de los sitios seleccionados.

Uplift of Cobano surface in response to the subduction of the Fisher Ridge, Nicoya Peninsula, Costa Rica

Walter Montero & Percy Denyer
Universidad de Costa Rica
wmontero@geologia.ucr.ac.cr

Enmedio fold and thrust fault system was identified in the Cóbano region (southern side of the Nicoya Peninsula) using structural data and geologic mapping. It includes the Enmedio thrust fault, a nearly E-W fault located at the outer southern border of the Cóbano planation surface and another thrust-sinistral fault which includes the San Isidro and Delicias faults, located inside of the previous surface. Northeast trending anticlinal folds were also identified inside of the Cóbano surface. The lateral and vertical growth of the previous anticlinal structures caused the folding of the Enmedio, San Isidro and Delicias faults. The Enmedio fold and thrust fault system is related to the subduction of the Fisher Ridge below the southern tip of the Nicoya Peninsula. Displacement along the Enmedio thrust fault caused the uplift and rotation of the Cóbano surface, which is related with the initial underthrusting of the Fisher Ridge during Pleistocene. The initial timing of the emergence of the Cóbano planation surface above sea level is defined by an angular unconformity between the nerithic marine Pliocene to Pleistocene Montezuma formation and abandoned Pleistocene fluvial terraces. The anticlinal folding is associated with flexuring above the axis of the linear and narrow subducted Fisher Ridge. The E to ENE sinistral to oblique sinistral-normal Río Ario fault system including the Manzanillo, Paquera, Pochote and Cóbano faults was identified along the northern border of the Cóbano planation surface. It belongs to the Central Costa Rica Deformed Belt, a wide fault belt crossing Central Costa Rica, related with the western limit of the Panama microplate with the Caribbean plate.

Deformación inducida por el campo de coladas de lava del volcán Arenal (Costa Rica), entre los años 1986 y 2000

Mauricio Mora¹, Philippe Lesage², Gerardo J. Soto³, Guillermo E. Alvarado³, Delioma Oramas Dorta⁴ & Geoff Wadge⁵

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

²Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, CNRS, Universidad de Saboya, Francia

³Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV), ICE, San José, Costa Rica

⁴Department of Geography, Environment and Disaster Management, Universidad de Coventry, Reino Unido

⁵Environmental Systems Science Centre, University of Reading, Reino Unido
mmmora@geologia.ucr.ac.cr

El volcán Arenal es un pequeño estratovolcán (~1750 m s.n.m., ~10 km³) que ha mantenido actividad eruptiva continua desde el 29 de julio de 1968. La actividad ha sido principalmente exhalativa en la cima, explosiones estrombolianas y vulcanianas, flujos piroclásticos de varios tipos, y sobre todo, la emisión de coladas de lava blocosas de composición andesítico basáltica, que han formado un campo de coladas en el sector occidental del cono. La tasa de emisión de lavas ha variado entre 1,2 m³/s (entre 1968-77) y 0,1 m³/s (2000-2008), siendo entre 0,3 y 0,8 m³/s en el lapso 1986-2000. Actualmente se producen cerca de 3,5×10⁶ m³ de lavas por año. Estudios sobre deformación y particularmente sobre inclinometría, se han desarrollado de manera intermitente desde 1969, pero no fue sino hasta 1985 que se establecieron mediciones sistemáticas por parte del Instituto Costarricense de Electricidad, a través de una red permanente de inclinómetros secos. El análisis de los datos para el periodo 1986-2000 revela una continua subsidencia detectada tan lejos como ~5 km del cráter activo. La mayoría de los vectores de inclinación apuntan al flanco occidental del volcán. Interpretamos esta deformación como el efecto del peso del campo de coladas de lava extruidas desde 1968. De acuerdo con la metodología de Pinel et al. (2000), hemos calculado las deformaciones elásticas inducidas por el peso del campo de coladas para los periodos 1988-1997 y 1988-2000. Para estos cálculos se han usado los volúmenes y espesores de las lavas apiladas obtenidos por Wadge et al. (2006), quienes usaron interferometría de radar, y estereofotogrametría, complementados con comparaciones a partir de trabajo de campo (Soto & Arias, 1996). Las lavas hasta el año 2000 se extendían sobre un área de 7,5 km², tenían un espesor máximo de 150 m y un volumen real de lavas (~30% de porosidad) de 0,70 km³ (peso total ~1,35 x 10¹² kg). Para la mayoría de las estaciones de inclinometría seca, la concordancia entre los datos observados y los vectores de inclinación calculados, es razonablemente buena, tanto en la amplitud como en el azimut. La pobre correlación obtenida para algunas estaciones se puede explicar por efectos tectónicos locales o por la inestabilidad de los monumentos topográficos. La mejor correlación sobre toda la red de inclinometría se obtiene al usar un módulo de Young de 1 a 8 GPa. Este rango corresponde con los valores estimados a través de investigaciones de refracción sísmica (Leandro & Alvarado, 1999) y son típicos de los depósitos piroclásticos y epiclásticos que subyacen al campo de lavas recientes.

Evaluación Probabilística de Riesgos para Centro América (CAPRA)

Sergio Mora

sergiomo@geologos.or.cr

El propósito general de CAPRA es el desarrollo técnico, científico e informático de una plataforma que evalúe el riesgo derivado de las amenazas naturales en los ámbitos territoriales y sectoriales del país. Sus objetivos específicos son:

1. Poner a disposición una plataforma de herramientas para la evaluar y comunicar el riesgo, sensibilizar a los tomadores de decisiones acerca del potencial de daño de las amenazas naturales y de la vulnerabilidad y formular estrategias para su gestión en los ámbitos sectorial, subnacional, nacional e internacional

2. Desarrollar un compendio de escenarios de riesgo, herramientas, indicadores, modelos y visualizaciones, acerca de las amenazas y elementos expuestos

Esta es una oportunidad para que el país consolide su información, conocimientos y eficiencia en la inversión preventiva, análisis beneficio/costo de la mitigación, incorporación del riesgo en el proceso de formulación de políticas públicas, ordenamiento territorial, mecanismos para la retención y transferencia del riesgo financiero, desarrollo de sistemas de alerta y preparativos para atender emergencias y desastres. El reto consiste en medir racionalmente (i.e. cálculo actuarial) los factores constitutivos del riesgo (i.e. amenaza, vulnerabilidad) para buscarles una solución adecuada y según criterios racionales. La plataforma utilizará la información existente para modelar estadísticamente las amenazas naturales (e.g. recurrencia, ocurrencia, distribución espacio-temporal) y crear representaciones cartográficas, según parámetros probabilísticos que vinculen la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Esto permitirá establecer criterios para diseñar proyectos de inversión y cubrir el costo de intervención preventiva.

El proceso se inicia identificando las intensidades capaces de generar daños y traducir estos a valores. Luego, se estima el costo de las pérdidas, los procedimientos para planificar la reducción de la vulnerabilidad y la protección financiera. Para ello, se evalúan, por ejemplo, a las fuentes sismogénicas y la materialización de los terremotos (e.g. intensidades, espectros, aceleración, atenuación) y se considera la vulnerabilidad asociada al encadenamiento de procesos secundarios destructivos (e.g. tsunamis, deslizamiento). En cuanto al volcanismo, se analizan la amenaza y vulnerabilidad generadas por las erupciones de ceniza, flujos piroclásticos, bombardeo balístico y lahares. Los ciclones se analizarán mediante la incidencia de sus lluvias, vientos, marejadas, deslizamientos e inundaciones. Las inundaciones se analizan según el origen de las lluvias (e.g. orográficas, convectivas), de acuerdo con su frecuencia, intensidad, duración, extensión espacial, condición de escorrentía, geometría, cobertura vegetal, tipos de suelos en las cuencas y áreas de inundación. Los resultados serán presentados en términos de daño potencial o pérdidas probables, los cuales servirán para estudios de protección financiera, relación beneficio/costo de la inversión de la mitigación y planes de acción territorial. CAPRA producirá herramientas de cálculo, modelos, atlas y escenarios para la evaluación probabilística multi-riesgo, para observar cómo afectan al portafolio y a cada elemento individual. Será posible visualizar los resultados mediante productos electrónicos y en papel.

Como el instrumento no será una “caja negra”, podrán modificarse sus componentes analíticos y módulos para adaptarlos y actualizarlos, según cada condición particular y de acuerdo con los avances tecnológicos disponibles. CAPRA será una plataforma de acceso abierto que facilitará la comprensión integral del riesgo derivado de las amenazas naturales y de las herramientas de su gestión, de acuerdo con el siguiente modelo analítico: Para organizar la agregación de la información y metodologías de análisis, se

utilizarán códigos e información abiertos (open source: www.opensource.org), lo que de manera resumida implica: 1) El ordenamiento de la información de acuerdo con estándares internacionales y su apertura a los usuarios interesados, 2) Interfaces flexible de programación que permitan el perfeccionamiento y adaptación de los modelos y aplicaciones y 3) El in-tercambio libre de la plataforma, su información y productos, para asistir el proceso de toma de decisiones. CAPRA se fundamenta en la ubicación y compilación de datos e información que ya existe, el acceso a los datos disponibles y la creación de nuevos tipos de información. Es evidente que este proceso involucra el establecimiento de relaciones específicas con quienes poseen la información y respetando los principios y normas derivados de los derechos de acceso, uso y reproducción. Los módulos de CAPRA han sido diseñados para ser modificados, mejorados y ampliados de manera constante, lo que permitirá la incorporación de información nueva o de modelos mejorados en el futuro, todo de una manera transparente.

Los suelos expansivos de la ciudad de Limón, Costa Rica: implicaciones constructivas y de mantenimiento

Rolando Mora

Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología
morach@geologia.ucr.ac.cr

Se ha revisado la geología de la Ciudad de Limón y se ha confeccionado un mapa geomorfológico siguiendo las recomendaciones de van Zuidam (1986), según las cuales se han identificado cinco formas o unidades del terreno, de acuerdo con su morfogénesis. El sector comprendido por la Unidad de Pendientes y Colinas Cársticas-Denudacionales presenta procesos de deterioro de viviendas, en esta unidad se encuentra la Urbanización Quiribrí. Esta unidad se caracteriza porque las depresiones y valles menores están rellenos por terrarosa (facies de areniscas de la Unidad Pueblo Nuevo) hacia el suroeste del área de estudio.

En el sector noreste, donde se encuentra la Urbanización Quiribrí, las depresiones y los valles menores se encuentran rellenos por los materiales de las facies de lutitas (arcillas) de la Unidad Pueblo Nuevo. Por otro lado, el mapa de suelos del área de estudio se ha confeccionado utilizando la información de 10 muestreos realizados por Ramos (2005), 17 pozos del archivo del Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA) (Ramos, 2005), estudios de suelos realizados en la urbanización Quiribrí (Molina, 2002 y 2004; Rodríguez & López, 2005) y los datos obtenidos por el autor a través de interpretación de fotografías aéreas, visitas de campo y ensayos de laboratorio. Considerando que la Urbanización Quiribrí se localiza en la Unidad de Suelos Los Corales y que los estudios de suelos realizados por Molina (2002 y 2004) y Rodríguez & López (2005) estudian este sector, se le brinda énfasis a la caracterización geotécnica de los suelos sobre los que se asienta este proyecto habitacional.

De los estudios de suelos consultados y de los ensayos realizados por el autor de este trabajo, se aprecia que todos los resultados se ubican en el ámbito de los limos de plasticidad extremadamente alta y las arcillas de plasticidad extremadamente alta, lo cual es un indicio muy claro de que se trata de suelos con un potencial de expansión muy alto y que para construir en ellos se deben de tener cuidados especiales. El material sobre el que se encuentra la Urbanización Quiribrí presenta una expansividad muy alta, una presión de hinchamiento superior a 300 kPa y un hinchamiento libre

superior al 10%, todo lo cual lo ubica con un suelo con el grado de expansividad más alto (IV). El proceso de deterioro de viviendas existentes se ha observado en tres proyectos diferentes, todos localizados en el mismo sector, estos son: Urbanización Siglo XXI, Urbanización Los Corales, Urbanización Quiribrí.

Los problemas en Los Corales y Siglo XXI han evolucionado hasta crear una condición de inestabilidad sumamente preocupante, algo similar a una reptación del terreno donde se localizan las viviendas. El problema de inestabilidad es una manifestación a mayor plazo de la deformación de los suelos expansivos y, si no se emprenden medidas correctivas, no se descarta su manifestación en la Urbanización Quiribrí. Se presentan las causas de los cambios en la humedad del suelo en la Urbanización Quiribrí, se incluyen las posibles acciones para controlar o para reducir al mínimo su efecto. Estas acciones deben practicarse cuanto antes en las viviendas construidas para mejorar el funcionamiento de sus fundaciones y estructuras. Muchas de estas acciones deben convertirse en una rutina de actividades de mantenimiento del dueño del inmueble.

Las extraordinarias erupciones de azufre del 2005-2006, Volcán Poás, Costa Rica

Raúl Mora-Amador, Carlos Ramírez & Guillermo E. Alvarado

Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Red Sismológica Nacional (RSN)

raulvolcanes@yahoo.com.mx

El volcán Poás se ha caracterizado al menos en los últimos 185 años a constante actividad fumarólica con cambios en los puntos de emisión a través del tiempo, además de presentar diferentes manifestaciones de azufre en el interior de su cráter. Liberación de gases sulfurosos en forma de plumas cypresoidales de diversos colores (500 t/d SO₂ en enero del 2006) son liberados a la atmósfera, emanaciones de fuentes de azufre que producen volcancitos de hasta tres metros, además de hornitos de azufre de donde escapan a la superficie flujos de azufre y se concentran pequeñas piscinas de azufre fundido.

Cuando el volcán entra en un estadio de mayo actividad es común observar durante meses masas de “natas” flotando de azufre nativo conformado por esférulas de textura esponjosa, en ocasiones huecas en el lago hiperácido cratérico.

A finales del año 2000 se empezó a notar una nueva actividad fumarólica al norte del intracráter conocido como “Fumarola Naranja” por sus fuertes colores amarillentos y naranjas debido a sublimados de azufre y sulfuros de hierro. Con el pasar del tiempo fue aumentando de temperatura mes a mes hasta formar un cono de al menos 1.3 m de altura que liberaba gases a 200-230°C (marzo 2005), en su interior se apreciaba el azufre color carmesí fundido.

Un flujo de azufre de 83 m de largo fue observado por primera vez después de su emplazamiento la tercera semana de mayo del 2005. Medidas recientes estiman el volumen del flujo en 12.5 metros cúbicos. Su color sugiere que fue emplazado a bajas temperatura y viscosidad (estimado en 113-160°C y ~ 10-1 poise). Dicho flujo presenta textura pahoe-hoe, cascadas de azufre y leeves decimétricos

Alrededor del cono formado de azufre se observaron erupciones de lapilli, lágrimas de Pele y cabellos de Pele y pequeñas piscinas de azufre fundido. A esta actividad le siguió la aparición de grandes cantidades de esférulas de azufre flotando en el lago hiperácido durante el mes de diciembre del 2005 culminando con una serie de erupciones freáticas en marzo del 2006 luego de 12 años de no reportarse ninguna.

Anteriormente en 1989 fueron reportados en el Poás volcancitos de azufre, piscinas de azufre fundido

y pequeños flujos de azufre pero ninguno alcanzó estas dimensiones. Históricamente se han reportado erupciones en aproximadamente 1300 volcanes, y flujos de azufre en menos de un 2% de los volcanes “activos” (~20 volcanes alrededor del planeta). Este tipo de vulcanismo es comparado con el que se presenta en la luna Io en Júpiter en donde los volcanes lanzan grandes cantidades de azufre fundido constantemente.

Modelado sísmico bidimensional de las cuencas de Barquisimeto y Cabudare en el Estado Lara (Venezuela) a través del análisis de perfiles de sísmica de refracción

C. Morales, C. Reinoza, C. Sánchez, J. Ávila & M. Schmitz

¹Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)
cmorales@funvisis.gob.ve

Con el objetivo de modelar la forma y la profundidad de las cuencas en las ciudades de Barquisimeto y Cabudare en el estado Lara, FUNVISIS ha realizado, durante los últimos 3 años, estudios de ruido sísmico, gravimetría, sísmica de refracción profunda y perforaciones geotécnicas profundas (hasta alcanzar tope de roca fresca). Este trabajo tiene como finalidad, mostrar en forma detallada cómo se realizó el análisis de los datos de refracción sísmica para lograr representar, en un modelo sísmico (2D), la profundidad y la forma estructural de ambas cuencas. Hasta la fecha, FUNVISIS ha realizado 7 perfiles sísmicos de refracción profunda en las zonas de estudio, 3 de ellos en Barquisimeto y 4 en Cabudare. Como primer paso, y con la intención de calibrar las velocidades y las profundidades obtenidas a través de la sísmica, se analizó el perfil litológico obtenido en una perforación profunda realizada en la terraza aluvial de Barquisimeto, donde se corrobora la presencia de sedimentos de edad Pleistoceno hasta los 91 m, profundidad en la cual se obtuvieron muestras de roca fresca (areniscas) provenientes probablemente de la Formación Bobare.

A raíz del procesamiento de los datos sísmicos, se obtuvieron como resultados destacados para el área de la ciudad de Barquisimeto: velocidades promedio entre 1000 y 1400 m/s para las ondas P y entre 450 y 850 m/s para las ondas S, en la primera capa, interpretada como sedimentos cuaternarios (Q3). La máxima profundidad interpretada de esta capa fue de 60 m. La base rocosa se interpretó, aproximadamente, a los 100 m de profundidad, con velocidades promedio de 3100 a 3200 m/s y de 1650 a 2000 m/s de ondas P y S, respectivamente. Aunado a ello, en el área de Cabudare, se destacan los siguientes resultados: para la capa de sedimentos cuaternarios (Q1), que rellena la cuenca de tracción se calcularon velocidades promedio de 350 a 800 m/s para las ondas P y de 200 a 350 m/s para las ondas S. El basamento rocoso se ubicó, entre 80 y 110 m en la parte norte de los perfiles (zona menos profunda), y entre 220 y 340 m hacia el sur de los tendidos (zona más profunda). Por último, con el objetivo de generar el modelo bidimensional de cada cuenca, todos los datos de profundidad obtenidos se introdujeron a un SIG, de donde se obtiene que la dirección preferencial de ambas cuencas, es en sentido NE-SW, con profundidad máxima de 120 m en Barquisimeto y 340 m en Cabudare. Esta dirección está directamente relacionada a la terminación noreste del sistema de fallas de Boconó y al régimen de esfuerzos imperantemente compresivos en dirección ortogonal. Estos resultados fueron comparados e integrados, junto a los obtenidos con los métodos potenciales (gravimetría y ruido sísmico ambiental), obteniéndose el modelo estructural 2D de la forma de ambas cuencas.

GIS-technology in the study of volcanic gas emissions: Poas Volcano, Costa Rica

Nury Morales-Simfors, Ake Sivertun & Johan Haraldson
GIS-Lab/University of Linköping, Sweden

Digital elevation model (DEM) and Triangulated Irregular Network (TIN) by means of GIS- technology have been used to integrate and analyze digital data collected during the eruption of 1989-90, 1994, 1999 at Poás Volcano, in order to study the impact of volcanic gases on the environment and human health. The results show that GIS-technology could be a very successful tool for the analysis and forecast of the behavior of volcanic emissions and their impact on the population and environment, but it is first necessary to improve the methods of field data collection, data compatibility and availability of data. Lengthy time-series of data should be collected in several monitoring stations to be able to correlate the data and gain more information of the phenomena studied. New methods of data integration into a GIS could be helpful to model volcanic gas emission and their impact on the population. This could be a valuable way to improve warning systems in many countries of the world.

Escenarios del terremoto de Piedras Negras en 1990 y el de Cartago en 1910

Aarón Moya
Laboratorio de Ingeniería Sísmica, INII-UCR
aaronm@inii.ucr.ac.cr

Mediante técnicas numéricas como la simulación de modelos estocásticos y de funciones de Green, se pretende reconstruir el registro del acelerograma del sismo de Piedras Negras del 22 de diciembre de 1990 y también un escenario del que pudo haber producido el terremoto de Cartago el 4 de mayo de 1910. Ambos eventos son importantes por cuanto fueron originados por fallamiento local, con hipocentros bastante someros y magnitudes probablemente muy similares. En esta investigación se trata de obtener los parámetros de tiempo de formación y tamaño de ruptura de ambos eventos así como relacionarlos con los efectos de sitio para explicar el nivel de daño observado en esas ciudades.

Inversión de efectos de sitio y factor Q para Costa Rica

Aarón Moya

Laboratorio de Ingeniería Sísmica, INII-UCR

aaronm@inii.ucr.ac.cr

Se utilizaron los datos de los registros acelerográficos de trece estaciones de movimiento fuerte para invertir los efectos de sitio y el factor Q usando inversión de cocientes espectrales. La técnica permite la obtención de los efectos de sitio absolutos usando tres eventos sísmicos de referencia de los cuales se obtienen tres espectros modelo. Los resultados indican que los efectos de sitio en Alajuela y Cartago son bastante significativos comparados con los del resto de las estaciones. El valor de la atenuación que se obtuvo es significativo para la parte central del país ya que es donde la mayoría de los eventos para la inversión se encuentran localizados.

The use of stable isotopes in the exploration for ore deposits: An example in the Oquirrh Mountains (Utah, USA)

Stephanie M. Murillo

New Mexico Institute of Mining and Technology, USA & Universidad de Costa Rica

smurillo@geologia.ucr.ac.cr

Fluids play a major role in the formation of ore deposits of hydrothermal origin, not only do they cause mineral deposits but they also cause mineralogical and isotopic changes in the host rocks. This change depends on temperature and on the chemical composition of both the host rocks and the fluids circulating through them. Areas with the highest fluid flow (higher water/rock ratio) feature rocks with the largest isotopic shift from their original values. One of the main attractions of stable isotopes is that they can be used to map “cryptic” alteration, helping to determine areas altered by fluids even though this alteration may not be visible in hand specimens or thin sections and this enables stable isotopes to be used as an exploration tool in mineralized areas. Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) stable isotopes were analyzed on limestones located near Bingham Canyon in the Oquirrh Mountains (Utah), to determine how stable isotopes vary locally around mineralized zones. A total of 150 samples were collected across two spatial scales encompassing both district wide variations and local variations around individual mineralized bodies. Thin calcite veins are very common in these limestones; in some cases these veins were thick enough to allow them to be sampled and they were analyzed separately from the rock samples. The sampled limestones have $\delta^{18}\text{O}$ values that vary from 1.7 to 26.1 ‰. Limestone $\delta^{13}\text{C}$ values range from -10.9 to 5‰. The veins are usually lighter than their host rock suggesting that they are of diagenetic origin. Two trends are seen in the isotopic composition of the limestones, including both altered and unaltered values. We believe that

at least two processes are needed to account for the distribution seen in the data. Possible processes are: hydrothermal alteration (accounting for the low oxygen values) and contact metamorphism (which could be responsible for the low carbon values.). Both carbon and oxygen show regional isotopic patterns.

Volcanic hazards of Telica, Cerro Negro and El Hoyo Volcanoes, Nicaragua

M. Navarro¹, T. Asahina² & W. Strauch¹

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

²Pasco Corporation, PASCO, Japan

martha.navarro@gf.ineter.gob.ni

A volcano hazard study was conducted for Telica, Cerro Negro and El Hoyo volcanoes, Nicaragua, based on geological and volcanological field investigations, air photo analyses, and numerical eruption simulation. These volcanoes are among the most active volcanoes of the country. The resulting volcanic hazard maps on 1:50,000 scale displays the hazards of lava flow, pyroclastic flows, lahars, tephra fall, volcanic bombs for an area of 1,300 square kilometers. The maps and corresponding GIS coverage was handed out to Central, Departmental and Municipal authorities for their use and is included in a National GIS on Georisks developed and maintained by Geophysical Department of INETER. This study was realized 2004-2006 through technical cooperation of Japan International Cooperation Agency (JICA) with INETER, upon request of the Government of Nicaragua.

Hazards map of Momotombo volcano (Nicaragua)

M. Navarro¹, I. A. Farraz² & M. A. Alatorre-Ibargüengoitia²

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM

Disasters associated with volcanic eruptions can be mitigated by using hazards maps. Hazards maps are the basic tool to communicate and relatively forecast the possible future behavior of a volcano during an eruptive event. Even though several efforts have been made to construct this kind of maps, every country, institution or research group build maps in different ways and, at present, no single criteria exists for construction of these maps. Experience obtained during construction of hazards maps in Nicaragua allowed to establish a methodology applicable at any case around the world. This methodology assumes that a hazards map is not a modified geological map, nor an isopach or isopleth map, nor a geomorphological map, but a map that shows the likelihood for the occurrence, distribution and/or range of certain volcanic

processes and their related products in a series of possible scenarios tailored for every case volcano. Our methodology implies compilation of available geological, cartographic, meteorological information and mapping, eruptive records and basic cartography. Basic geological fieldwork is desirable in order to recognize the features found in the geological literature and establish the representative range and distribution for every eruptive magnitude or scenario. Besides, computer simulation is an important part of the process, in order to reproduce past events, establish software parameters and then, create new simulations around the volcanic edifice using the calibrated parameters, according to established scenarios. Following this methodology, the resulting map should be an understandable map by authorities and general public, not only by experts. The logical consequence is a translation of the hazards map into a risk map. We have developed a hazards map for Momotombo volcano depicting 3 processes (ballistic projectiles, ash falls and laharc processes) with 3 different scenarios. For every process, we use a red color to distinguish the most likely scenario (large hazard, low eruptive magnitude), orange color for intermediate level of hazard and eruptive magnitude, and yellow for the less likely scenario but contradictorily the largest eruptive magnitude.

Caracterización tipológica de los diamantes de la región de Santa Elena de Uairén, estado Bolívar, Venezuela

J. A. Newman¹, D. T. Newman Carvalho¹, A. J. Rojas¹, A. L. Gandini¹, S. I. R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

newman@degeo.ufop.br.

Fueron estudiados 50 cristales de diamante de la región de Santa Elena de Uairén, Estado Bolívar, Venezuela. Con la finalidad de establecer una caracterización tipológica de los mismos, mediante estudios realizados a partir del análisis del Espectro infrarrojo de absorción por transformada de Fourier (FTIR) de los cristales. Los análisis fueron realizados en el Centro de Desarrollo de Tecnología Nuclear, de Belo Horizonte (LABESPECT-CDTN-CNEN-BH), para esto se utilizó un espectrofotómetro ABB Bomen, Modelo MB102. Todas las muestras fueron analizadas en estado bruto por lo cual se seleccionaron cristales que presentan por lo menos una superficie plana y con dimensiones aproximadamente entre 3 y 4mm. A partir de este estudio se determinó que entre los diamantes analizados se pueden reconocer los tipos IIa, Ib, IaA, IaB y IaAB, siendo que 2,0% corresponden al tipo Ib, 18,0% al tipo IaA, 26,0% al tipo IaB, 6,0% presentaron deformación plástica, estos en su mayoría de color marrón deduciendo que se trata de diamantes del tipo IIa, predominando los diamantes del tipo IaAB con 48,0%. Entre los diamantes que presentan nitrógeno se observó que 4,0% de las muestras presentan concentración de nitrógeno baja, 26,0% media y 74,0% alta. Además se observó que 30,0% de la muestra total de los diamantes presentan picos característicos que indican la presencia de hidrógeno. Generalmente presentan los dos picos característicos que indican la presencia de hidrógeno en las bandas referentes a 3.107 cm^{-1} y 1.405 cm^{-1} , siendo que el primer pico presenta mayor intensidad, en algunos espectros se puede identificar la presencia de los radicales metil y metileno. Identificados en los picos reconocidos entre 2.448 a 2.850 cm^{-1} y CH_2 entre los picos 2.917 y 2.925 cm^{-1} , también se pueden reconocer algunos picos relacionados con la presencia de CO-NH_2 con picos en 3.137 , 3.145 , 3.181 y 3.237 cm^{-1} . Se estudiaron las características del contenido y posicionamiento de nitrógeno que sustituye el carbono en la red cristalina del diamante determinando el estado de agregación del nitrógeno, así como defectos determinados mediante

la observación de los espectros de absorbancia específica y las plaquetas, para finalmente realizar una comparación con los valores cinéticos propuestos en la bibliografía con relación al tiempo de “estadía” mantelica de los diamantes, donde son expuestos a eventos diferenciados de temperatura y presión, antes de ser transportados hasta la superficie por kimberlitas y/o lamproitas, deduciendo que probablemente los diamantes estudiados, se remontan a un largo tiempo de estadía mantelica, sometidos a temperaturas de formación superiores a 1.100°C de esta forma se consiguió diferenciar dos grupos entre los diamantes de la región, determinando que ambos grupos pasaron por estados o eventos con diferentes temperaturas y presión. El primer grupo se caracteriza por el bajo estado de agregación, probablemente relacionado genéticamente con condiciones mantelicas próximas al límite de estabilidad grafito/diamante en torno de 150 km de profundidad. El segundo grupo se caracteriza por la ausencia de plaquets lo que permite pensar que las plaquets de nitrógeno fueron parcialmente destruidas para lo cual se requiere mayores temperaturas y presión, por consiguiente estos procesos debieron ser a mayores profundidades.

Estudios geoquímicos para la determinación de elementos contaminantes generados por la minería aluvional en la Región de Icabarú, Santa Elena de Uairén, estado Bolívar, Venezuela

J. A. Newman¹, D. T. Newman Carvalho¹, A. J. Rojas¹, A. L. Gandini¹ & S. I. R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

newman@degeo.ufop.br.

Los parámetros que definieron este trabajo fueron obtenidos a partir de estudios geoquímicos realizados en los afluentes y quebradas de la región de Icabarú. Done el objetivo principal fue estudiar la presencia de agentes contaminantes y el impacto ambiental ocasionado por la explotación minera en la región antes mencionada, localizada al Sur de la población de Santa Elena de Uairén, en el Estado Bolívar. Fueron consideradas principalmente las características físico-naturales de la zona, destacándose en general las condiciones del suelo, los cuerpos de agua y vegetación, en la región se distinguen geológicamente sedimentos pertenecientes al Grupo Roraima, estructuralmente se reconocen, anticlinales y sinclinales muy amplios con buzamientos suaves, geomorfológicamente la región esta conformada por montes conocidos localmente como Tepuyes y Penillanuras, la vegetación predominante es de bosques de galerías a orillas de los cauces de los ríos y sus afluentes. El clima puede describirse como Tropical Lluvioso, con una estación lluviosa a partir del mes de Abril hasta Diciembre y una estación seca desde Enero hasta Marzo. En los estudios del suelo fue realizado un muestreo en el cual se colectaron rocas inalteradas al igual que muestras alteradas, sedimentos en las “colas”, de los frentes de explotación y recolección de muestras de rocas en cortes mineros, activos y en otros que han sido abandonados. Para la determinación de minerales pesados presentes en el suelo se realizaron análisis mineralógicos mediante Difracción de Rayos X y Microscopia Electrónica, análisis químicos a partir de Absorción Atómica y Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-OES), con los que se determinaron concentraciones de los elementos mayoritarios y trazas. Las muestras de agua fueron recolectadas en el Eje Santa Elena de Uairén: Río Uairén, Río Surucún y Río Icabarú, el muestreo de agua fue realizado en época de lluvia y posteriormente en la época seca, los análisis “in situ” consistieron en la medición de pH, y posteriormente se realizaron análisis por Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente

Acoplado (ICP-OES. Se debe destacar que el muestreo se realizó en las cercanías de los diferentes sitios de actividad minera para la explotación de oro y diamante, ya que es evidente que los métodos empleados en las labores de explotación, causan la generación y aceleración de procesos erosivos, así como la degradación de las variables físico-químicas de los suelos. La influencia antrópica más notable en el área, es la deforestación. Los resultados permitieron determinar daños drásticos en los cuerpos de agua debido a la presencia de plomo, cadmio, arsénico y mercurio, se debe resaltar que se observaron en los cuerpos de agua, grandes cantidades de sedimentos que aumentan la carga de sólidos en suspensión y otros contaminantes como diesel. Estos elementos contaminantes también están presentes en altos porcentajes en los sedimentos, y por consiguiente en suelos de las áreas que contornan los locales donde fueron depositadas las “colas”.

Interpretación estadística de las características morfológicas del diamante de la región de Santa Elena de Uairén, estado Bolívar, Venezuela

J.A. Newman¹, D.T., Newman Carvalho¹, A.J. Rojas¹, A.L. Gandini¹ & S.I.R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

newman@degeo.ufop.br.

Este estudio consistió en el análisis de 5200 cristales de diamante entre las variedades gemológica e industrial, de la región de Santa Elena de Uairén, específicamente de los placeres aluvionales de las márgenes de los ríos Icabarú, Uaiparú, El Mosquito y Surucun, para tal fin fueron aplicados métodos estadísticos discriminantes enfocados en el análisis de un banco de datos generado a partir de la interpretación de imágenes obtenidas mediante Microscopía Electrónica de Barradura aplicando la técnica de EDS. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis de Imágenes del Departamento de Geología de la Universidad Federal de Ouro Preto, utilizando un microscopio electrónico de barrido Marca JEOL 5510. En este estudio fue adoptado el criterio que divide la morfología del diamante en formas primarias o simples donde se pudieron observar que los porcentajes de frecuencia para la región a partir de las muestras estudiadas son 24% rombododecaedros, 11% octaedros, 3% trioctaedros y 1% cubos, para las formas secundarias (resultantes de la reabsorción) la frecuencia fue de 5% rombododecaedro-octaedro, 4% octaedro-rombododecaedro, 3% cubo-octaedro, 2% cubo-octaedro-rombododecaedro, los cristales de hábito intermediario entre el octaedro de facetas y aristas planas y el rombododecaedro de facetas y aristas curvas muestran, en grados variables, la secuencia completa de transición entre el octaedro y el rombododecaedro. Esta transición de forma es ocasionada por la reabsorción de los cristales por el magma kimberlítico y/o lamproítico; también fueron observadas formas combinadas o policristalinas para los cuales se determinó una frecuencia de 10% geminados irregulares, 6% geminados de contacto, 6% agregados cristalinos, 15% cristales irregulares y 1% balas, los agregados cristalinos son definidos por asociaciones de dos a tres cristales, y la existencia de 9% fragmento de clivaje, con pérdida de masa que varía desde 10 a 60% de la forma original. Mediante el estudio de las características superficiales de los cristales se reconocieron figuras superficiales específicamente, las facetas muestran grados variables de curvatura y diversos patrones de micro-estructuras resultantes de la disolución provocada por agentes oxidantes. Las micro-estructuras más frecuentes son las formas escalonadas, colinas y micro-discos en (110), depresiones triangulares equiláteras (Trigons) en (111), y depresiones cuadráticas (Cuadrons) en (100). También fueron observados crecimiento en bloque, crecimiento laminar, estrías, surcos y colinas

que permitieron establecer la evolución morfológica, partiendo del octaedro primitivo y pasando por fenómenos de disolución originando formas de transición (111)+(110), (111)+(hkl), proporcionando hábitos rombododecaedricos (110) y hexaoctaedricos (110). Esta caracterización morfológica permitió discriminar agrupaciones diferenciadas, que muestran que en la región existe una distribución polimodal, que indica la posibilidad de que los diamantes sean provenientes de varias fuentes primarias, evidencia de esto es la existencia de especímenes cristalográficos que muestran determinadas características pertenecientes a ambientes diferenciados, adicionando a esto la frecuencia considerable de fragmentos de clivaje y la ausencia de minerales indicadores de rocas fuentes, es posible deducir que los depósitos diamantíferos actuales son el resultado de la acumulación de varios procesos sedimentarios que han sufrido varios procesos de “removilización” que además indica un transporte prologado y de larga distancia.

Estudios petrográficos y microtermométricos de las inclusiones fluidas presentes en los berilos de las pegmatitas del distrito de Santa María de Itabira, Minas Gerais, Brasil

D.T., Newman Carvalho¹, J.A. Newman¹, A.J. Rojas¹ & S.I.R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

daniela@degeo.ufop.br.

Las pegmatitas estudiadas están ubicadas en la porción occidental de la Provincia Pegmatítica Oriental de Brasil, Minas Gerais. Se encuentran encajadas discordantemente en rocas pertenecientes al Complejo Gneisico-migmatítico Guanhões y a los Granitos Borrachudos, estando orientados según la dirección de fracturas de las rocas encajantes. La importancia de estas pegmatitas esta relacionada a la obtención de berilo (variedades aguamarina y heliodoro). Los estudios petrográficos fueron realizados por medio de análisis de inclusiones fluidas (10 a 50µm), referentes a 23 cristales de berilo (aguamarina y heliodoro) para esto se utilizaron platinas de calentamiento Marca CHAIXMECA, acopladas a microscopios petrográficos. En general las inclusiones fluidas poseen morfologías irregulares que predominan sobre las regulares, con formas achatadas y alargadas. Las inclusiones fluidas primarias se distribuyen según orientaciones paralelas y perpendiculares en relación al eje c del mineral hospedero, pudiendo también ocurrir en forma aleatoria. Además se observa la presencia de inclusiones distribuidas en fracturas cicatrizadas, sugiriendo origen pseudosecundaria y/o secundaria. Las inclusiones primarias ocurren de forma rara, siendo que en algunos cristales predomina su presencia. En los cristales de aguamarina son frecuentes las estructuras de escape y estrangulamiento y la presencia del efecto “lluvia”. Las inclusiones fluidas pueden contener fases sólidas representadas por cristales anisótropos de color castaño-rojizo, verde, amarillo y azul. Muchas veces son constituidas por minerales euhedricos de alta birrefringencia, probablemente del grupo de los carbonatos. A temperatura ambiente predominan inclusiones fluidas trifásicas [H₂O_(l)-CO_{2(l)}-CO_{2(v)}], distribuidas a lo largo de planos de cicatrización de fracturas internas e intergranulares, indicando respectivamente, origen pseudosecundaria y secundaria. Son también observadas inclusiones bifásicas acuo-carbónicas (l-v), con CO₂ ya homogenizado, estas cuando poseen una fase sólida se tornan trifásicas (l-v-s1) y cuando poseen más de una fase sólida son multifásicas (l-v-s₁-s₂). Es común aun, la presencia de inclusiones monofásicas, bien como aquellas bifásicas con fase gaseosa de color gris oscuro. Las proporciones volumétricas entre la fase líquida y vapor varían de 10 a 90% en las inclusiones bifásicas. Los valores de temperatura de eutéctico (Te) de las inclusiones pseudosecundarias se encuentran en los intervalos de -86,0 a -72,0°C, -

78,0 a -75,0°C y -71,0 a -68,0°C, sugiriendo que se trata de un sistema acuoso enriquecido en Al^{3+} , Zn^{2+} y Li^{+} , con aportes de Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} . Los valores de las temperaturas del eutéctico de las inclusiones primarias se presentaron en los intervalos de -68,0 a -62,0°C y -42,0 a -35,0°C. Evidenciando que se trata de un sistema enriquecido en Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , con aportes de Zn^{2+} . Las salinidades fueron determinadas por medio de las temperaturas de fusión de hielo y de los clatratos, siendo representadas para las inclusiones pseudosecundarias en el intervalo de 9,25 a 12,0% en peso equivalente de NaCl. Y para las inclusiones primarias fue de 6,75 a 9,0% en peso equivalente de NaCl. Estos datos evidencian una evolución de los fluidos a partir de soluciones que contienen originalmente Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , ($\pm \text{Zn}^{2+}$). Para sistemas de mayor salinidad enriquecidos principalmente en Al^{3+} , Zn^{2+} y Li^{+} con mayores cantidades de CO_2 .

Evolución de los fluidos mineralizantes del Campo Pegmatítico de Marilac, Minas Gerais, Brasil

D.T., Newman Carvalho¹, J.A. Newman¹, A.J. Rojas¹ & S.I.R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

daniela@degeo.ufop.br.

Fueron realizados estudios microtermométricos en cristales de berilo de las Pegmatitas Ipê, Ferreirinha, Jonas Lima, Olho-de-Gato, Sem Terra y Escondido, con el fin de esclarecer la evolución del fluido mineralizante en el Campo Pegmatítico de Marilac. Se trata de pegmatitas poco zonadas, debido a la diferencia de presión para cristales originados en el mismo cuerpo. Los valores de las presiones mínimas de formación del berilo para las seis ocurrencias pegmatíticas indican que se formaron a bajas presiones ($\approx 1.500\text{Kbar}$). Las temperaturas del eutéctico de las inclusiones provenientes de Ipê, sugieren una evolución partiendo de sistemas acuosos (Na^{+} , K^{+}), con cantidades variables de Fe^{2+} y Fe^{3+} , para soluciones más ricas en Ca^{2+} . En cuanto que las inclusiones primarias presentan una distribución amplia de esa temperatura, las inclusiones pseudosecundarias, representativas de fluidos más ricos en álcalis, presentaron picos de -49,0°C y -39,0°C, evidenciando el aporte de Ca^{2+} en el sistema. Las inclusiones de Ferreirinha presentaron temperaturas del eutéctico sugiriendo un sistema rico en Na^{+} , K^{+} y Ca^{2+} , con cantidades variables de Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} y Zn^{2+} . Las inclusiones pseudosecundarias presentaron enriquecimiento en Zn^{2+} , Al^{3+} y Ca^{2+} , en el sistema. El estudio de las inclusiones de las pegmatitas de Jonas Lima y Olho-de-Gato presentaron registros sugestivos de soluciones ricas en Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} y Zn^{2+} , con cantidades considerables de Li^{+} . Las inclusiones pseudosecundarias de los cristales de morganita presentaron picos en -74,0°C, evidenciando el enriquecimiento en Li^{+} del sistema. Las inclusiones de los berilos de las pegmatitas Sem Terra y Escondido, presentaron picos en -53,0, -65,0, -68,0, -71,0 y -78,0°C, sugiriendo que se trata de una solución rica en Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} y Li^{+} . Los valores de la temperatura de eutéctico de las inclusiones secundarias evidencian el enriquecimiento del sistema en Li^{+} . La presencia de los elementos descritos anteriormente se justifica a partir de la paragenesis mineral de las pegmatitas y por los estudios químicos realizados para los diversos minerales de esos cuerpos. Fue evidenciada la presencia de Ca^{2+} en la solución, hecho justificado por la existencia de minerales ricos en ese elemento, como el apatito, así como por la composición química de los feldespatos asociados al berilo. Se sabe que sistemas cuya temperatura de eutéctico es $\leq -40,0^\circ\text{C}$, pueden significar enriquecimiento en calcio. Esta característica sugiere que

en la etapa del aprisionamiento de las inclusiones y cristalización del berilo, los fluidos deberían estar enriquecidos con ese elemento. El hierro debe haber sido un elemento importante en las soluciones por tratarse de un cromóforo de la aguamarina y aun por estar presente en las biotitas que ocurren en grandes cantidades en estas pegmatitas. La existencia de zinc en el caso de las pegmatitas de Ferreirinha, Jonas Lima, Olho-de-Gato, Sem Terra y Escondido, se hace relevante una vez que este elemento fue detectado en los análisis químicos de micas. La presencia de litio es más significativa en las pegmatitas Jonas Lima y Escondido, donde ocurren las micas litíferas. El boro es justificado por la existencia de las turmalinas.

Morfología de las inclusiones fluidas del berilo de la Pegmatita Lavra da Generosa, Campo Pegmatítico de Sabinópolis, Minas Gerais, Brasil

D.T., Newman Carvalho¹, J.A. Newman¹, A.J. Rojas¹ & S.I.R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

daniela@degeo.ufop.br.

La Lavra da Generosa se localiza a 19 km de la ciudad de Sabinópolis (Minas Gerais), en la localidad de Kilombo, siendo conocida como una importante productora de feldespato industrial (cerámica industrial), gemas (berilos, turmalinas, topacio, granates, monacita, etc.), y muestras de colección. Las pesquisas ya efectuadas en el área, abordaron principalmente, aspectos geoquímicos. La lavra se encuentra situada en la porción Este del Estado de Minas Gerais, en la Provincia Pegmatítica Oriental de Brasil, Distrito Pegmatítico de Santa Maria de Itabira en el Campo Pegmatítico de Sabinópolis. Ese cuerpo se presenta encajado en rocas Arqueanas pertenecientes a la Provincia Mantiqueira, con edad U-Pb de 3.130 ± 8 Ma. Se trata del mayor cuerpo de la región presentando 200 m de largo con 5 a 10 m de espesor, se encuentra encajado de forma discordante en el ortogneis, regionalmente conocido como Granito Borrachudos. Posee forma tabular, y exhibe intrusiones con orientaciones discordantes, presentando reacciones feldespáticas en la zona de contacto con la roca encajante. Para este trabajo fueron analizadas las inclusiones (10 a 50 μ m) presentes en 50 campos referentes a 35 láminas oriundas de 38 cristales de berilo (variedades aguamarina y heliodoro), provenientes de la Pegmatita Lavra da Generosa (0689217N-7933064E). Los estudios petrográficos y el mapeamiento de las inclusiones fluidas fueron realizados, objetivando estudios microtermométricos posteriores, utilizando un Microscopio Petrográfico Binocular Leitz Wetzlar, con ocular de 10x y objetivas de 3,5x, 10x y 32x/UT-50, en el Departamento de Geología de la Escuela de Minas de la Universidad Federal de Ouro Preto y del Instituto de Geociencias de la Universidad de São Paulo. De forma general, las inclusiones fluidas presentes en las muestras de berilo poseen morfologías irregulares, predominantes sobre las regulares (cristales negativos), ambas presentan secciones achatadas y alargadas. Se distribuyen según orientaciones paralelas, perpendiculares o inclinadas en relación al eje c del mineral hospedero, con una distribución en fracturas de cicatrización constituyendo inclusiones pseudosecundarias y/o secundarias, las inclusiones primarias ocurren raramente, no así en algunos cristales, esas fueron las formas predominantes descritas. Secciones de escape y estrangulamiento son frecuentes así como la presencia del efecto “lluvia”, en los cristales de aguamarina. Los sólidos aprisionados en las inclusiones fluidas, son, en su mayoría, anisótropos, y poseen coloración castaña-rojiza, verde, amarilla y azulada, siendo probablemente, paletas de mica, provenientes de los esquistos de mica de la Formación

São Tomé. Muchas veces se encuentran minerales euhédricos con alta birrefringencia que, probablemente representan minerales del grupo de los carbonatos. A temperatura ambiente, predominan para la Pegmatita Lavra da Generosa (variedad aguamarina) inclusiones fluidas trifásicas $H_2O(l)-CO_2(l)-CO_2(v)$, distribuidas en fracturas internas y/o planos de cicatrización, representando origen pseudosecundaria, además ocurren aun con frecuencia aquellas distribuidas en fracturas intergranulares de probable origen secundaria. Son observadas también, inclusiones fluidas bifásicas (l-v), además de inclusiones trifásicas y polifásicas, con individualidad de una o más fases sólidas. Es común aun la presencia de inclusiones bifásicas y monofásicas, cuya fase gaseosa presenta coloración gris-oscuro. La proporción volumétrica de las inclusiones bifásicas varía de 10 a 90%.

Características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas del sistema acuífero de Tecozautla (Estado de Hidalgo, México)

J. Núñez Benítez¹, T. Camargo Cruz¹, X. Font Cistero² & M. Viladevall Sole²

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra. Universidad del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4,5; Ciudad Universitaria. C. P. 42184. Pachuca Hidalgo. México

²Dept Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Fac de Geologia. Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, Spain

hidrosubterranea@yahoo.es; hidrogeologo_1602@yahoo.es

El área de Tecozautla se localiza en la parte Oeste del Estado de Hidalgo, México; se sitúa entre las coordenadas geográficas: 20° 22' 20" y 20° 39' 40" de Latitud Norte y 99° 30' 00" y 99° 49' 00" de Longitud al Oeste de Greenwich. Objetivo general. Se ha llevado a cabo estudios hidrogeoquímicos, químicos, geológicos e hidrogeológicos relacionados con la caracterización de la composición de las aguas subterráneas y superficiales, en la determinación del control de la calidad del agua destinada a uso potable y riego en el municipio de Tecozautla en el Estado de Hidalgo.

La zona de estudio del valle de Tecozautla está dominado, por las unidades geológicas: Formación Las Trancas, Formación El Doctor, Formación Méndez, Grupo Pachuca, Formación Don Guiñyó, Grupo San Juan, Formación Tarango, Depósitos Lacustres, Tobas San Antonio y San Francisco, Basaltos y Tobas Basálticas y depósitos Aluviales. Estas formaciones cuyas edades van desde el Jurásico superior al reciente. El comportamiento del agua subterránea está determinado por el marco geológico, el cual es regido, principalmente por tres factores que son: el estratigráfico, el geomorfológico y el tectónico estructural.

Entre los días del 25 al 31 de octubre del 2006, se realizó una campaña de muestreo de agua subterránea en la zona del sistema acuífero del valle de Tecozautla. De esta campaña, se seleccionaron 50 puntos de agua representativos del sistema acuífero, corresponden en su mayor parte a 44 pozos profundos, 4 manantiales, 1 pozo tipo noria y 1 geiser. En campo se determinaron *in situ* los siguientes parámetros: temperatura, pH, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos. En cada punto se tomaron dos submuestras de agua: una en botellas de polietileno de 250 ml de capacidad y la otra muestra en tubos de ensayo de 20 ml de capacidad, el agua fue filtrada y conservadas en frío; las muestras de los tubos de ensayo para su análisis de cationes fue acidificada hasta pH menor de 2 con ácido nítrico ultrapuro. Los análisis químicos de las muestras se realizaron en los Laboratorios de los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona, en España.

Con base en los análisis de las muestras de agua y estudio de las composiciones iónicas más significativas en la interpretación de los diagramas de Piper, Schoeller-Berkaloff y el mapa de diagramas de Stiff, se pudo determinar las facies de las aguas subterráneas de la región de Tecozautla como: Facies bicarbonatadas sódicas, Facies bicarbonatadas cálcicas y Facies cloruradas sódicas. Los resultados obtenidos de los análisis, se resume como las relaciones de los iones mayoritarios que superan los límites máximos tolerables en las muestras de agua: El Geiser (249,3 ppm) y Canal La Lumbrera (199,2 ppm) con Na⁺; Canal La Lumbrera (19,7 ppm), El Geiser (17,7 ppm) y San Antonio (16,5 ppm) con K⁺. En lo referente a los iones minoritarios y trazas superan las concentraciones máximas permitidas en las muestras: Canal La Lumbrera (96,3 µg/l) y El Banzha (92,2 µg/l) con Mn; El Geiser (43,8 µg/l) con As. Además, se puede observar que en las muestras: El Salto (13,5 µg/l) y El Cerrito (10,5 µg/l) sobrepasan el límite mínimo de As y sólo una muestra superó el límite máximo permitido de 25,0 µg/l de As.

Las muestras de aguas del acuífero del valle de Tecozautla, el contenido de mineralización en general va de medio a medio elevado (conductividades = 230 – 1190 µS/cm), y las aguas correspondientes a los pozos San Antonio, El Geiser y La Lumbrera presentan los valores más elevados entre 1020 a 1190 µS/cm. Las aguas subterráneas de la región de Tecozautla presentan un pH de carácter neutro y con una cierta tendencia a alcalina. En la mayoría de pozos que se analizaron las muestras de agua, se determinó que los nitratos superan el límite permisible de 10 mg/l, establecido por norma NOM-127 SSA1-1996 publicada en el año 2000. El origen de los nitratos puede estar relacionado con establos ganaderos, granjas avícolas y aguas residuales. La mayoría de las aguas subterráneas explotadas de pozos profundos son utilizadas para el riego intensivo de productos hortícolas como: maíz, alfalfa, pepino, calabaza, jitomate, chile verde, cacahuete, tomate, ejote, entre otros. Las aguas subterráneas son usadas en las granjas avícolas, establos ganaderos y en zonas recreativas como balnearios por considerarse como aguas termales en la mayoría de pozos y sólo 11 de son exclusivamente para consumo del municipio de Tecozautla. Las facies determinadas de acuerdo a la interpretación de los diagramas de Piper, Schoeller-Berkaloff y Stiff, a partir concentraciones iónicas más significativas son: bicarbonatadas sódicas, bicarbonatadas cálcicas y cloruradas sódicas.

Arsénico, antimonio y otros elementos tóxicos en aguas subterráneas que son consumidas en la ciudad de Zimapán (Estado de Hidalgo, México)

J. Núñez¹ & X. Font²

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra. Universidad del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5; Ciudad Universitaria. C. P. 42184. Pachuca Hidalgo. México

²Dept Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Fac de Geologia. Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, Spain

hidrosubterranea@yahoo.es; hidrogeologo_1602@yahoo.es

La contaminación por As en agua de uso potable, es una preocupación medio ambiental a nivel mundial. El As se ha encontrado en un número grande de fuentes de aguas subterránea en México. En algunas regiones de los estados, se muestran pozos en México, donde la concentración de As se presenta con valores mayores que 0,05 mg/l; y alcances más de 1,0 mg/l en algunas fuentes de suministro de agua

para consumo humano. Las regiones con problemas de contaminación por la presencia de AS en agua para uso humano en México son: Zimapán, Puebla, Cuautla, Los Azufres, Salamanca y Acámbaro, La Paz-Matehuala y Río Verde, Zacatecas, Comarca Lagunera, abarca los estados de Durango y Coahuila, Meoqui, Delicias, Camargo y Jiménez, Hermosillo y San Antonio. El área de estudio se localiza en la región noreste del Estado de Hidalgo a 126 km aproximadamente de la ciudad de Pachuca.

El marco geológico de la región, se encuentra dominado por rocas carbonatadas y terrígenas de edades Mesozoicas, cubiertas por una secuencia vulcano-sedimentarias del Terciario y por rocas ígneas extrusivas e intrusivas.

El objetivo del trabajo fue determinar el control de la calidad de las aguas subterráneas en Zimapán y establecer la relación litológica, con la presencia de arsénico, antimonio y otros elementos tóxicos en el sistema acuífero del cual se abastece a la población.

En el área de Zimapán, se ha realizando un muestreo sistemático de 30 puntos de agua para discernir las concentraciones de aniones, cationes y elementos tóxicos; y con estos poder determinar el control del quimismo y calidad del agua, siendo monitoreados desde 1996 al 2002. Las muestras, provenientes de fuentes subterráneas y superficiales fueron analizadas en los Laboratorios de los Servicios Científicos-Técnicos de la Universidad de Barcelona, España; se determinaron aniones mediante Cromatografía Iónica, cationes mediante Espectrometría de Masas de Plasma Acoplado Inductivamente, los bicarbonatos se obtuvieron por Volumetría ácido-base y los elementos traza como: Se, As, Sb, Cd, Ba, S y otros se determinaron mediante Plasma de Inducción Acoplada.

Los resultados obtenidos de los análisis incluyen elementos mayoritarios como: aniones, cationes y elementos traza. Se sintetiza las relaciones de los iones mayoritarios que superan los límites máximos tolerables en el control de la calidad del agua uso de bebida en las muestras: 14 (452,3 ppm), 15 (644,0 ppm) y 25 (778,0 ppm) con $\text{SO}_4^{=}$; 24 (19,0 ppm), 28 (17,5 ppm) y 29 (14,3 ppm) con K^+ ; 15 (287,8 ppm) y 25 (239,5 ppm) con Ca^{++} y 1 (62 ppm) con Mg^{++} . En lo referente a los iones minoritarios y trazas superan las concentraciones máximas permitidas en las muestras: 3 (59,7 ppb), 13 (50,1 ppb), 24 (1038,0 ppb) y 29 (929,1) con Mn; 11 (370,3) con Fe y 12 (225,1) con Zn; 11 (70,6 ppb), 13 (136,0 ppb), 15 (41,0 ppb) y 20 (28,7) con Sb; 2 (67,5 ppb), 8 (57,8 ppb), 9 (47,1 ppb), 10 (72,0 ppb), 11 (399,0 ppb), 13 (408,0 ppb), 14(38,3 ppb), 15 (127,00 ppb), 18 (58,1 pbb), 20 (38,8 ppb), 22 (27,1 ppb) y 24 (49,4) con As. Además, se puede observar que en las muestras: 12 (13,8 ppb), 19 (19,8 ppb), 21 (10,7 ppb), 28 (12,4 ppb) y 29 (14,5 ppb) sobrepasan el límite mínimo o nivel guía de As. Los tenores del As en las muestras analizadas de agua del acuífero de Zimapán durante el año, se determinaron valores de bajos a elevados. Como puede observarse, se hallaron concentraciones significativas de As en los pozos señalados con los números: 2, 8, 9, 10,11, 13, 14, 15, 18, 20, 22 y 24. Las concentraciones superan los límites permitidos por la norma mexicana, si consideramos el valor de 0,025 mg/L.

Conclusiones. El As se puede correlacionar de forma natural y por las actividades mineras, zonas de mineralizaciones, escorias de fundición, los humos de los hornos de fundición, los jales mineros y entre otros. Fue posible analizar el comportamiento del As con relación a otros parámetros y metales pesados, obteniéndose que el As, el 33 % de las muestras superan el nivel guía de 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ y el 23 % de las muestras superan el valor de concentración máxima de 50 $\mu\text{g}/\text{l}$. El 13 % de las muestras superan el valor de concentración máxima de 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ de antimonio. Los análisis y resultados de las aguas nos permitieron observar que van de poca a medio mineralizadas; así mismo, se determinaron anomalías puntuales en zonas mineralizadas, jales mineros y por las mismas rocas sedimentarias marinas. En general las muestras de aguas de Zimapán, su conductividad va de medio a medio elevada entre 198 y 974 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en aguas de pozos contaminados sus valores son elevadas entre 1485 y 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas del acuífero de

Zimapán tienen un carácter neutro con cierta tendencia a alcalina, son predominantemente oxidante y muy escasamente de carácter reductor. Además, en el acuífero volcánico se determinaron contenidos de As muy bajos, mientras en el acuífero de rocas carbonatadas sus valores van de bajos a muy elevados sus concentraciones de As.

Geología de la parte este de la hoja Dota 1:50000, aparición del Paleoceno en la estratigrafía

Luis Gmo Obando

Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

lobando@geologia.ucr.ac.cr

La zona de estudio muestra la estratigrafía de la Cuenca Térraba, esto es: -Formación Descartes, de edad Paleoceno, datada con *Morozovella velascoensis*, compuesta por intercalaciones centimétricas a decimétricas de areniscas y lutitas color negro y rojo a rosado. Con fuerte alteración hidrotermal.

- Formación Térraba (Oligoceno) compuesta por areniscas y lutitas negras.
- Formación Curré: compuesta por conglomerados, areniscas gruesas intercaladas con areniscas finas oscuras.
- Formación Caraigres, correspondiente a la cuenca del Valle Central, intercalación de areniscas y lutitas, localmente con fuertemente alterada hidrotermal.

Tectónicamente la zona está fuertemente tectonizada, inicialmente se presentan fallas inversas, luego estas fueron afectadas por fallas de desplazamiento de rumbo. La Falla Paquita, que recibe su nombre a partir del Río Paquita, es la falla transcurrente principal que afecta las secuencias sedimentarias dejando expuesto el Paleoceno.

Educación virtual en prevención de desastres utilizando un sitio Web, Modelo Conceptual

Luis Gmo Obando¹ & Carmen Jiménez²

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

²Instituto de Investigaciones en Educación (INIE), Universidad de Costa Rica & Dirección de Recursos Tecnológicos en Educación, Ministerio de Educación Pública (MEP)

lobando@geologia.ucr.ac.cr; carmenej2003@yahoo.com

Ha raíz de que nuestro país está continuamente expuesto a los desastres, se ha considerado importante la ejecución de programas orientados a la prevención de los desastres, el informe del Estado de la Nación revela que el 51% de nuestras escuelas no cuentan con un plan de emergencia orientado hacia los desastres. Considerando el Internet como una herramienta, esta será utilizada como medio para educar sobre la prevención de los desastres, en donde el público meta serán los niños de edad escolar de 9 años a 12 años (2do ciclo enseñanza general básica, del sistema educativo de Costa Rica). Por otra parte, los beneficios serán a nivel educativo (niñas, niños adultos y adultas) con planificación estratégica (Directoras y Directores de Escuela y Colegios), comunidades y sus dirigentes.

El sitio web, involucra los temas de inundaciones, tornados, sismos, volcanes, deslizamientos, tsunamis, tormentas (rayos), amenazas tecnológicas. Con la medida preventiva de su “antes, durante y después”. El modelo conceptual se desarrolla basado en los eventos de instrucción, esto es, actividades previamente planificadas para facilitar el aprendizaje de contenidos específicos, según los objetivos planteados. A continuación se indican los eventos de instrucción: a) focalizar la atención, b) informar a los estudiantes del objetivo de la actividad, c) estimular los recuerdos previos, d) presentar estímulos con características distintivas, e) activar la conducta, f) orientar el aprendizaje, g) proporcionar retroalimentación, h) evaluar el desempeño, i) promover la retención y transferencia del aprendizaje. El sitio web aplicará la filosofía tendiente a romper con el paradigma de que los desastres son malos y de naturaleza destructora a los cuales se les debe tener miedo no respeto. Para ello, se diseñarán iconos animados amistosos, los que serán los personajes presentadores de cada tema. Estos anfitriones tendrán un aspecto feliz y amigable, con colores vistosos propios de esas edades. Asimismo, la tipología será grande, vistosa y colorida destacando las palabras claves que representen el concepto por aprender.

Geoarqueología del Monumento Arqueológico Guayabo, Turrialba, Costa Rica

Luis Gmo Obando & Giovanni Peraldo
Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica
lobando@geologia.ucr.ac.cr; gperaldo@geologia.ucr.ac.cr

El Sitio Arqueológico Guayabo, en términos, generales, su mayor desarrollo fue entre los años 800-1300 d.C, su ocupación tomó 2400 años, su sociedad fue tribal-cacical, dadas las condiciones socio-económicas y su legado hoy día el Sitio Arqueológico representa una importante monumentos nacional. Los trabajos de restauración del sitio, requiere de un estudio geoarqueológico el cual mostró lo siguiente: Inundación de agua sobre las calzadas, que representan un flujo laminar constante, probablemente producto del colapso de los acueductos. Lajamiento persistente de las rocas, lo que representa un fenómeno de formacional característico de las rocas, representado por laminaciones. La petrografía mostró una roca una andesita basáltica con mucho vidrio en la matriz, la cual puede representar un problema debido a los procesos de bio-erosión representado por las plantas y los líquenes encostrantes. Se sugiere reparar los acueductos afectados y cubrir de la luz directa los sitios arqueológicos importantes, evitar en lo posible raspar la roca a fin de evitar erosión intensa.

Estudio y modelación cuantitativa del impacto ambiental generado por la explotación minera en los depósitos de arenas volcánica del suroeste de Cerro Motastepe, Managua, Nicaragua

Tupak E. Obando

Programa Interuniversitario de Doctorado y Master Universitario (Maestría) en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales de la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA, Huelva, España)

tobando_geologic@yahoo.com

Este estudio realizado al suroeste de Cerro Motastepe (Managua, Nicaragua) tuvo como propósito analizar impactos ambientales generados por explotación minera en arenas volcánicas del lugar para la planificación física y ordenación de este. El territorio de interés tiene forma rectangular con superficie de 80 km². El sitio fue seleccionado por la disponibilidad de datos técnicos, es un área de fácil acceso vehicular y próximo al centro urbano de Managua, en cuyos alrededores se emplazan diversas obras civiles tanto horizontales como verticales de importancia para pobladores del lugar y comunidades vecinas. Para esto, se compiló y analizó la información documental disponible en instituciones educativas, centros de investigación u organización de trabajos de Nicaragua. Se interpretaron cartografías geológica y topográfica a escalas varias. Se midieron e interpretaron parámetros de campo tomados en afloramientos rocosos y suelos usando equipos de medición electrónica. Se prepararon y usaron instrumentos técnicos de recolección de datos poblacionales, estructurales y ambientales. Se aplicaron técnicas estadísticas, geotécnicas (descriptiva, numérica e interpretativa) e iconográficas, programa informático ArcGis 9.3, y modelos numéricos predictivos específicos basado en Métodos Conesa Vítora Fernández y L. Leopold, $IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$; $(IT) K = \sum (MKJ IKJ)$; $IMK = IKaI + EKaE + DKaD$; $VIAK = (RK) aR (IMK)aIM (PK) aP$. Con ello, se determinaron 17 impactos ambientales, siendo una de las acciones mineras más perjudicial la Tipo B (movimientos de tierra) medida en 15,7% con importantes consecuencias sobre el Factor Físico Suelo, representando el 48% del total de factores ambientales afectados. Mediante las metodologías, Conesa Vítora Fernández (1993) y Leopold Lugones (1971), se clasifica los impactos entre Moderado y Compatible con importancia de efectos entre 19 y 46, es decir con carácter negativo. Los indicadores geo-ambientales arrojan valores altos principalmente para la Intensidad (I) y Extensión (EX), medidos en 8. Análogamente, se derivaron con método Leopold valoraciones cualitativas Muy Bajo a Bajo de relevancia de impacto ambiental con equivalentes numéricos entre 1,4 a 3,2 debido a episodios inestables en operaciones mineras extractivas puntuales, siendo aminorada por estado físico de suelos arenosos y rocas volcánicas, condiciones del terreno y rasgos topográficos locales. Se recomienda como parte de la solución a problemas surgidos, la educación y monitoreo ambiental, sesiones informativas y participativas entre instituciones responsables (gobierno municipal y empresa minera) con residentes afectados; regulaciones administrativas, y plan de labores mineras factibles y armoniosas con el ambiente; campañas de re-vegetación y medidas correctivas de suelos, su ordenación física, y vigilancia usando mediciones instrumentales in situ y de laboratorio.

Hidrogeología y evaluación de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero del Valle de Chimaltenango, en el altiplano central de Guatemala.

Eugenio O. Orozco & Isaac R. Herrera
Universidad de San Carlos de Guatemala
eugenioorozco@yahoo.com

El valle de Chimaltenango, se encuentra a una distancia de 60 km al este del valle central de la ciudad de Guatemala. Se localiza en la cuenca del río Guacalate, conocida como cuenca alta de la macrocuenca del río Achiguate. El presente trabajo es la fase inicial de un proyecto que persigue como fin el proporcionar a la región un programa de gestión integral del recurso hídrico subterráneo presente en la zona. Dicho valle está constituido por rellenos piroclásticos, ubicado entre las tierras altas volcánicas de Guatemala, región conocida como Altiplano Volcánico, y que debido a la tectónica presenta fallas normales que hacen que se encuentre limitado por depresiones profundas con paredes prácticamente verticales y montañas muy quebradas. Producto de ello, no presenta corrientes de agua superficiales, dependiendo fundamentalmente de las aguas subterráneas para el abastecimiento de los centros urbanos, agricultura e industria que en él se encuentran y que actualmente aprovechan desordenadamente el recurso hídrico.

En la zona, se definieron las unidades hidrogeológicas constituidas por rocas volcánicas fracturadas de tipo andesitas y en algunos casos ríolitas y los piroclastos del período Cuaternario, los cuales sobreyacen a las lavas como unidades acuíferas. El acuífero superior lo forman depósitos piroclásticos del período Cuaternario que cubren a las lavas, esta unidad acuífera, es la que predomina en el Valle de Chimaltenango (Chimaltenango y El Tejar), por los depósitos piroclásticos presentes en estas localidades, y presenta producciones relativamente altas de 95 a 113 l/s.

Los valores de transmisividad en el área varían desde 50 hasta 250 m²/día. En pozos perforados en materiales piroclásticos (tephras o tobas), con 100 y 150 m de profundidad varían de 285 a 350 m²/día. Estos valores se obtuvieron por medio de pruebas de bombeo con caudales de 25 a 39 l/s y con abatimientos entre 0,85 y 1,75 m. Se estimó un coeficiente de almacenamiento 0,01 y 0,02 lo que indica que es un acuífero libre o freático. Permeabilidades de 4 a 7,8 m/día, fueron obtenidas en los pozos perforados en piroclastos.

Con base en datos recopilados de niveles de agua subterránea, se definieron las isolíneas predominantes en el flujo del valle. Observándose una dirección de flujo de agua subterránea en el acuífero con una tendencia general de Noroeste a Sureste. De acuerdo con la dirección de flujo del agua subterránea presente en el acuífero, puede inferirse que el flujo responde a los cambios topográficos superficiales, desde una zona de mayor a menor altura.

En el valle de Chimaltenango, se presentan varias fuentes de contaminantes, puntuales y difusas, tales como vertederos sin controles técnicos, vertidos de aguas servidas urbanas y de procesos industriales y agroquímicos por agricultura intensiva. Por ello se evaluó la vulnerabilidad del acuífero del valle utilizándose el método GOD debido a la información disponible, generándose el mapa de vulnerabilidad respectivo en donde se observa que la mayor vulnerabilidad se presenta en las zonas urbanas.

Legislación minera de Costa Rica

Rosa María Ovares
Dirección Geología y Minas
ovaresa@gmail.com

La producción minera es un elemento indispensable en el progreso de cualquier Estado como fundamento necesario en la formación de las sociedades, la actividad minera es eje fundamental y juega un papel importante en el desarrollo nacional, y debe estar apoyada en una explotación racional de los recursos minerales existentes, de manera que el control ejercido por el Estado sobre dicha actividad sea positivo y conforme con el desarrollo sostenible.

El marco jurídico que regula la actividad minera en Costa Rica es la Ley 6797, Código de Minería, la Ley 8246 que modificó la primera en algunos aspectos y el Decreto Ejecutivo N° 29300-MINAE, Reglamento al cuerpo normativo indicado.

En Costa Rica el estudio y análisis de la evolución legislativa en esta rama del Derecho, indica que el dominio de los recursos minerales siempre lo ha tenido el Estado. El sistema de libertad de minas (uno de los sistemas de dominio de los recursos minerales en doctrina), adoptado en este país, ha sido y es, la base del ordenamiento jurídico aplicable a la materia minera. Con fundamento en ese dominio y a partir de la promulgación del actual Código de Minería, se han concedido al Estado costarricense, amplias facultades que lo caracterizan como administrador y empresario de los recursos minerales existentes en el territorio nacional.

Para promover el desarrollo de la actividad minera, es preciso que el Estado costarricense, haga uso de sus potestades en la planificación y organización de ese sector. Durante más de cinco años por disposición del Poder Ejecutivo, no se permitió la explotación del mineral oro a cielo abierto, con la publicación del Decreto Ejecutivo N° 30477-MINAE en el diario oficial La Gaceta N° 112 del doce de junio del dos mil dos, mediante el cual se declaró la moratoria nacional por plazo indefinido para dicha actividad en el territorio nacional. Es de vital importancia la apertura de este gobierno en la derogatoria de ese decreto, que se encuentra en trámite de publicación, ya que invita a la reactivación de la actividad minera metálica, en un momento oportuno con los precios en ascenso de los minerales metálicos en el mercado mundial.

Determinación de la recarga hídrica natural (por precipitación) de la subcuenca del río Panajachel, cuenca del lago de Atitlán, Solola, Guatemala

Tomás A. Padilla
Recursos hídricos e hidrogeología, Facultad de Agronomía, Usac, Guatemala
tpadilla67@hotmail.com

El principal cuerpo de agua en el área, es el Lago de Atitlán, es una depresión geológica original de 900 metros de profundidad, de los cuales 300 están ocupados por sedimentos lacustres y material eruptivo de los volcanes del lago, el agua ocupa otros 300 m y los 300 m restantes constituyen la altura actualmente visible de la caldera. La superficie del espejo de agua (a 1562 msnm) es de aproximadamente 125 km², haciendo un volumen de 37,500 millones de metros cúbicos (37.5 km³). cuyas aguas drenan hacia el

océano Pacífico, en forma subterránea.

La subcuenca del río Panajachel, es la segunda área principal de captación con una extensión de 74 km², localizada en la parte norte de este lago, el área de esta subcuenca presenta pendientes altas, por lo que existe mucho escurrimiento superficial y la cantidad de recarga hídrica es de tipo subsuperficial, la cual alimenta pequeños manantiales. Las series de suelo presente en el área es Camanché (Cm), los cuales se desarrollaron a partir de piroclastos de caída. Las características físicas de los suelos son: textura franco arenosos, con valores de capacidad de campo de 30%, punto de marchitez de 18%, y densidad aparente de 0,95 gr/cm³ y la serie Patzité (Pz), los cuales se han desarrollado a partir de piroclastos y lavas fracturadas, con textura franco arenosa y valores de capacidad de campo de 34,43%, punto de marchitez de 20,20%, y densidad aparente de 0,769 gr/cm³, la precipitación media es de 1845 mm anuales, distribuida en los meses de mayo a noviembre, la temperatura en el rango de 9,1 a 21,1°C, el punto de aforo esta a 1564 m s.n.m. y su cota mas alta se localiza a 2690 m s.n.m., pertenece a la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas.

Evaluación de riesgos geotécnicos ambientales generados por procesos geodinámicos externos en asentamientos urbanos populares en Venezuela

Carlos A. Padrón

Universidad Bolivariana de Venezuela, Caracas, Venezuela

carlospadron21@yahoo.com

El derecho a la vivienda y a la tierra son derechos humanos y es deber del Estado ejecutar políticas para hacerlos efectivos, ya que millones de familias viven en asentamientos espontáneos urbanos o barrios y urbanizaciones populares, y que en ellos se han formado comunidades de largo arraigo, que requieren una mayor atención por parte del Estado para elevar su calidad de vida. Estas consideraciones son una muestra de la decisión y de la acción estratégica del Estado para solventar los problemas de hábitat y vivienda en nuestro país. Es por ello, que desde la Universidad Bolivariana de Venezuela se dan respuestas a estos problemas a través de un equipo interdisciplinario y multidisciplinario con amplio conocimiento en el tema de la Gestión del Riesgo, y que a corto plazo proyecta conformar una red que integre a todas aquellas instituciones y organizaciones que puedan cooperar de manera sustantiva en el desarrollo de la gestión del riesgo a nivel nacional. Desde el Programa de Arquitectura de la UBV se impulsa la creación de aulas de evaluación del riesgo, similar a la experiencia que se lleva a cabo en la actualidad en el Instituto Venezolano de Sismología (FUNVISIS), donde se capacitan a niños y adultos ante eventos sísmicos. El Aula de Evaluación de Riesgo tiene como objetivos principales caracterizar y cuantificar las zonas de riesgo en asentamientos populares, capacitar a las comunidades organizadas en el tema del riesgo y sus implicaciones en zonas con amenazas a eventos naturales y antrópicos, analizar la vulnerabilidad de los núcleos urbanos frente a los desastres naturales o producidos por los humanos a nivel regional y local, con el fin de aumentar la sostenibilidad social, física, ambiental y económica de los asentamientos existentes y entre otros objetivos promover estrategias de mitigación y prevención de desastres, con base en el desarrollo endógeno y sostenible, que impacten en lo local, lo regional y lo nacional, que simultáneamente corrijan todos aquellos desaciertos que han venido caracterizando el tema de la gestión del riesgo.

Utilización de niveles piroclásticos como niveles de guía cronoestratigráficos en la industria del petróleo, Sierras Subandinas, noroeste Argentina

R. Pereyra¹, R. Becchio¹, R. Hernandez², J. G. Viramonte¹ & A. Schultz³

¹Instituto Geonorte. Universidad Nacional de Salta. Argentina. CONICET

²XR-GEOMAP

³Tectpetrol

chiqui@unsa.edu.ar

Las secuencias neógenas del Noroeste de Argentina poseen numerosas intercalaciones de niveles piroclásticos, característica que permitió desarrollar una técnica de identificación, discriminación y correlación de dichos niveles de acuerdo a la asociación de minerales pesados que cada uno posee. Los niveles de tobas representan la acumulación de piroclastos de caída en facies distales correspondientes al activo volcanismo calcoalcalino explosivo desarrollado en los Andes Centrales, durante el Terciario Medio- Superior. La gran dispersión areal ocurrida en corto tiempo y sobre diferentes ambientes, permitió utilizar a estos depósitos como herramienta de correlación cronoestratigráfica. Los resultados obtenidos demuestran que la técnica es un complemento importante junto con otras técnicas de estudios (estratigráficos, paleomagnéticos, dataciones radiométricas, geofísica, etc), para la interpretación de estudios estratigráficos.

En el presente trabajo se brindan los resultados obtenidos a partir de depósitos distales de ceniza volcánica en el ambiente de Sierras Subandinas (noroeste de Argentina). La columna estratigráfica está conformada por depósitos de antepaís del Mioceno-Pleistoceno (15 Ma - 250 ka). En estudios anteriores los depósitos sólo se diferenciaban en base a sus aspectos macroscópicos, como el color, en: Grupo de Tobas Blancas y Grupo de Tobas Grises.

La metodología de trabajo consistió en la separación de minerales pesados ($\delta > 2.8$) mediante técnicas densimétricas y magnéticas. Para cada nivel piroclástico se estableció la asociación mineralógica característica o la presencia de una fase mineral única como granate, titanita, monacita. La ausencia de alguna fase o asociación mineralógica permitió también discriminar los niveles de tobas.

Para el caso testigo estudiado se identificaron las siguientes fases minerales: piroxenos (orto/clinopiroxeno), hornblenda, titanita, monacita, granate, apatita, zircón, turmalina, magnetita, ilmenita y hematita.

Sobre siete perfiles estratigráficos estudiados en la región de Sierras Subandinas se discriminaron ocho (8) niveles piroclásticos denominados: Tobas Granatífera; Titanífera con Hornblenda y Piroxeno; Titanífera con Hornblenda; Titanífera; Monacífera; Piroxénica y Tobas Andesítica Hornblendífera; Bipiroxénica; Apatítica. Un caso particular es la Toba Granatífera (Toba Corte Blanco), que constituye un nivel estratigráfico guía para todo el noroeste argentino, por su mineralogía particular (grt) y su gran distribución areal.

Con el fin de ajustar la correlación de las columnas estratigráficas y paleomagnéticas se realizaron 18 dataciones Ar/Ar en biotita de niveles piroclásticos. De esta forma se logró mejorar la confiabilidad de la correlación de los niveles de tobas (Hernandez et al., 2002) y definir precisas líneas tiempo para el ambiente de Sierras Subandinas.

Según la experiencia realizada, la caracterización de niveles piroclásticos, constituye una herramienta válida a utilizar en combinación con otras metodologías para ajustar la cronoestratigrafía asociada a cuencas petroleras de antepaís.

Resultados de más de una década de monitoreo geodinámico en la Península de Nicoya, Costa Rica

Marino Protti¹, Víctor González¹, Susan Schwartz², Timothy Dixon³, Teruyuki Kato⁴ & Yoshiyuki Kaneda⁵

¹Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional (OVSICORI-UNA) y Grupo Académico Informal OVSICORI Provisional, Costa Rica

²University of California, Santa Cruz, EEUU

³University of Miami, EEUU

⁴Tokyo University, Japón

⁵IFREE-JAMSTEC, Japón

El segmento de Nicoya de la zona de subducción en Centroamérica ha sido reconocido como una brecha sísmica madura con potencial para generar un gran terremoto en el futuro cercano (ocurrieron grandes sismos ahí en 1853, 1900 y 1950). El bajo nivel de actividad sísmica de fondo y la rápida deformación del arco externo indican que se trata de una falla con un fuerte acople elástico. Dado su alto potencial sísmico, la cantidad de información científica disponible y especialmente el hecho de tener una península situada justo sobre el contacto entre las placas, esta brecha sísmica fue seleccionada como uno de los dos sitios para el desarrollo del experimento internacional de la zona sismogénica (SEIZE por sus siglas en inglés). Por más de una década se ha venido desarrollando una iniciativa internacional, que involucra instituciones de Costa Rica, Estados Unidos y Japón, con el fin de documentar la evolución de la acumulación y liberación de energía a lo largo de esta brecha sísmica. Esta iniciativa incluye la instalación y operación de redes sísmicas y geodésicas de observación sobre la falla. Esfuerzos internacionales de colaboración están enfocados a la expansión de estas redes de observación para mejorar la resolución en la detección y localización de sismos silenciosos y para registrar todos los cambios posibles antes, durante y después del próximo terremoto bajo la península de Nicoya. Estaremos presentando resultados y contribuciones que esta red de monitoreo geodinámico en la península de Nicoya ha aportado al entendimiento del conocimiento mundial sobre los procesos de subducción.

El volcán Nevado del Huila (Colombia) y sus erupciones en el 2007

B. Pulgarín, C. Cardona, C. Santacoloma & A. Agudelo
 INGEOMINAS –Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán
 agudelo@ingeominas.gov.co; bpulgarin@ingeominas.gov.co

El Complejo Volcánico Nevado del Huila (CVNH), la mayor altura en los Andes colombianos (5364 msnm), es un estratovolcán predominantemente efusivo (andesítico), que no presenta cráter visible y está conformado, en su cima, por cuatro picos (Norte, La Creta, Central y Sur) que representan antiguos centros de emisión, y por varios domos en la parte sur. Tiene una cubierta glaciaria de aproximadamente 11 km² (a Febrero de 2007). Domos y depósitos de flujos de lava de corta longitud (< 3 km) representan la última evolución del CVNH, con productos más viscosos y de menor volumen. La única actividad

volcánica conocida ha estado relacionada con aguas termales y actividad fumarólica, hasta las erupciones que tuvieron lugar en el 2007, convirtiéndose éstas en las primeras erupciones históricas registradas en este volcán. El 18 de febrero se registró la ocurrencia de un enjambre de 108 eventos sísmicos VT, localizados en la parte superficial del edificio volcánico, posterior a este episodio el sistema entró en excitación con generación de sismos de fractura, acompañados esta vez con una alza significativa de eventos LP. Finalmente el 19 de febrero a las 08:53 a.m., hora local, se presentó una erupción freática, que tuvo asociada: (1) una columna de aproximadamente 4 km de altura, (2) la formación de una fisura de 2 km de largo, en dirección N-S, en la parte alta del edificio volcánico entre los picos Central y la Cresta, (3) la generación de cenizas que cubrieron el Pico Central y (4) la formación de un pequeño lahar que se encaminó por el flanco occidental del edificio y siguió el cauce del río Páez, recorrió unos 40 km con una profundidad máxima de 2 a 3 m, pero que no causó daños considerables. Posteriormente, en marzo se evidenció una relajación parcial del sistema, con escasas y pequeñas emisiones de ceniza, hasta el 17 de abril, cuando se registró un nuevo incremento en la actividad sísmica, con un enjambre sísmico de eventos VT, de carácter superficial y localizados sobre el pico central; luego se registró un gran número de sismos LP, los cuales desencadenaron finalmente en una nueva erupción freática a las 02:58 a.m. del 18 de abril; esta erupción originó: (1) una nueva fisura que atravesó los costados SW y NE del pico central, con una longitud de 2,3 km, (2) generación de escasa ceniza de caída, que cubrió el Pico Central (3) pérdida de una porción de masa del glaciar el Oso (al E) y (3) formación de un nuevo lahar de volumen mucho mayor al anterior (10 m de profundidad, 150 km de recorrido, un volumen cercano a los 50 millones de m³ y velocidades máximas de 80 km/h en los primeros 50 km, el cual esta vez se encausó por los ríos Páez (al W) y Símbola (al E), afectando importante infraestructura vial, y dejando incomunicada la población de Belalcazar, principal centro urbano cercano al volcán, pero sin causar pérdidas de vida, gracias a la oportuna alerta y evacuación de la población. De acuerdo con las evidencias, ambos lahares están asociados con la expulsión de volúmenes considerables de agua caliente del interior del volcán a través de las grietas formadas en el momento de las erupciones, ya que no se ha detectado la generación de material juvenil.

Cronoestratigrafía del Terciario mediante nanofósiles calcáreos en el Campo Orocuál, área norte de Monagas, cuenca oriental de Venezuela

Livia Maita

PDVSA Exploración Oriente, Gerencia de Operaciones Corporativas de Laboratorios y Nucleotecas Oriente, Laboratorio Geológico Oriente
maitalav@pdvsa.com

Se presentan los resultados de un estudio bioestratigráfico mediante nanofósiles calcáreos, en muestras de canal y núcleo procedentes de cuatro pozos (A, B, C y D) del Campo Orocuál, Área Norte de Monagas, Cuenca Oriental de Venezuela. El estudio se realizó para definir la cronoestratigrafía de la sección estratigráfica de interés petrolífero, contribuyendo a estimar los espesores de las unidades litoestratigráficas y, de esta manera, disminuir el riesgo exploratorio antes y durante la perforación, maximizando la confiabilidad en el seguimiento operacional de pozos, aportando datos para la documentación del sistema petrolífero y disminuyendo los costos operativos. Los resultados del análisis de nanofósiles permitieron definir la cronoestratigrafía de la columna de edad Terciario, integrada de tope a base (en orden de perforación) por las formaciones: Mesa/Las Piedras (Plio-Pleistoceno), Carapita (Mioceno medio a Oligoceno),

Areo, Los Jabillos (Oligoceno), Caratas (Eoceno) y Vidoño (Paleoceno). Los resultados corroboran la utilidad de los nanofósiles calcáreos como herramienta bioestratigráfica en los intervalos estudiados, permitiendo definir con exactitud las zonas de Martini (1971, calibradas con Bergreen, 1995): NN6, NN5 (Mioceno medio), NN4 (Mioceno temprano a medio), NN3, NN2 y NN1 (Mioceno temprano), NP25, NP24 (Oligoceno), de acuerdo con los eventos de últimas apariciones de los siguientes biomarcadores: *Cyclicargolithus floridanus*, *Helicosphaera euphratis*, *Sphenolithus heteromorphus*, *Helicosphaera ampliaperta*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus disbelemnus*, *Sphenolithus delphix*, *Helicosphaera carteri*, *Reticulofenestra bisecta* y *Helicosphaera compacta*. Estas zonaciones basadas en nanofósiles se corresponden con sus equivalentes definidas por foraminíferos planctónicos.

Estratigrafía de pozos como un aporte al conocimiento de la geología del Cuaternario del valle de El Guarco (Cartago), Costa Rica

Enrique Quintanilla¹, Guillermo E. Alvarado^{2,3}, Claudia Marín¹ & Melissa Durán¹

¹Geólogo(a) consultor(a)

²Área de Amenazas y Auscultación Sismológica y Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad,

³Universidad de Costa Rica

quikegeo@gmail.com

El valle de El Guarco es una depresión intermontana, colmatada por productos volcánicos (debris flows, debris avalanches, coladas de lava) y volcano-sedimentarios (coluvios, depósitos lacustres y fluviales) procedentes del volcán Irazú y de los cerros sedimentarios adyacentes (calizas, lutitas, diques, coladas masivas y andesitas en almohadillas). Con base en la interpretación de 85 perforaciones (profundidades entre 31 y 200 m), se ha realizado una correlación de litologías en tres sectores principales (occidente, centro y oriente) de la ciudad de Cartago y alrededores. El sector occidental mostró un basamento sedimentario Mioceno seguido por una serie de coladas de lava de 18 m de espesor. Esta secuencia está sobreyacida por al menos 4 eventos, alternando lahares y debris avalanches (espesor total de 67 m), separados por lentes arcillosos, que pueden interpretarse como paleosuelos. Un depósito lacustre - palustre y un depósito de debris avalanche de unos 6000 años de antigüedad (Unidad Reventado), coronan la secuencia en el Holoceno. El sector central muestra en su parte basal una serie de coladas de lava (52 m), seguida por depósitos laháricos (130 m de espesor total). El sector oriental se caracteriza igualmente por poseer lahares (46 m de espesor) sobreyacidos por 75 m de lava, a su vez cubierta por lahares. Al tope de la secuencia se encuentra la facies distal del debris avalanche del Reventado restringido al occidente, y lahares históricos mayoritariamente en los cauces. Las correlaciones estratigráficas evidencian la existencia de coladas de lavas sepultadas, más extensas de lo que la morfología sugiere, así como la paulatina colmatación de la cuenca en el Pleistoceno Medio-Superior por productos epiclásticos. Con base en la estratigrafía y correlación con hallazgos paleomastozoológicos, se puede interpretar que los depósitos del Pleistoceno Superior (?) están muy superficiales al sur del valle; mientras que hacia el oriente, predominan los depósitos del Holoceno. Además, los perfiles estratigráficos confirman la presencia del sistema de fallas de Aguacaliente, que cruza el valle del Guarco.

Sedimentología del frente costero del Puerto de Altamira, en el sur de Tamaulipas, México

Ana Laura Ramírez¹, Felipe de Jesús Carrillo¹ & Gerardo Sánchez²

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira del Instituto Politécnico Nacional

²Universidad Autónoma de Tamaulipas
alamirezt@ipn.mx

El presente trabajo sintetiza la información textural y de composición mineral de los sedimentos costeros recientes en las Playas Miramar y Altamira, situadas en el frente costero del Sur de Tamaulipas en el Golfo de México. Este estudio integró el análisis de un total de 24 sitios de muestreo en los cuales se recolectaron 96 muestras de sedimentos recientes, siendo marcados en cada sitio cuatro puntos de muestreo (duna, berma, zona de rompiente, y playa sumergida) a lo largo de las playas antes mencionadas. El tamaño de los sedimentos se determinó por técnicas mecánicas, mediante tamices a $\frac{1}{4}$ de ϕ usando la Serie de Tamices Standard U.S., mientras que la composición mineral fue determinada por microscopía óptica y difracción de rayos X, tratándose estadísticamente los resultados por el método de análisis de componentes principales. Los resultados muestran que las playas adyacentes a la escollera norte del Puerto de Altamira y a la escollera sur del Puerto de Tampico, comparten similitud en tamaño de sedimento con mayor homogeneidad y clasificación con dominancia de arenas finas y muy finas, caracterizada su composición por sedimentos de tipo terrígeno, mientras que en la Playa adyacente a la escollera sur del Puerto de Altamira se observó una muy mala clasificación con una amplia dispersión en el tamaño de los sedimentos presentando arena fina en la playa sumergida, así como arenas muy gruesas a gravas, la composición mineral de estos sedimentos fue predominantemente terrígena con una componente importante de fragmentos de roca. Los sedimentos de la playa de Altamira limítrofes con Miramar, presentaron una composición predominante sobre la fracción biogénica constituida por fragmentos de concha y una terrígena constituida por fragmento de roca. En consecuencia se infiere que la variación de los aportes de sedimentos de los ríos que desembocan en la zona de influencia de los dos puertos como lo son el Río Tigre, Barberena y Pánuco así como las condiciones antropogénicas, llevaron al cambio en la morfología de costa después de la construcción de Puerto de Altamira en 1982. El presente estudio, tiene impacto en ciencias como la geología y ecología, entre otras y permite reconocer a la actividad antropogénica como factor decisivo en el equilibrio del medio ambiente, y al desarrollo sustentable como la opción que tiene la sociedad para asegurar la calidad de vida futura a la luz de ciencia y la tecnología.

Tratamientos en la fundación de una presa de gravedad de concreto compactado con rodillo, en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, Costa Rica

Nancy Ramírez¹, Marlon Jiménez² & Johnny Piedra³

¹ICE, Pirrís H. P., Foundation Dam Treatments Inspection Team

²ICE, Pirrís H. P., Foundation Dam Treatments Inspection Team

³ICE, Pirrís H. P., Foundation Dam Treatments Inspection Team

narami@ice.go.cr; majimenez@ice.go.cr; jpiedra@ice.go.cr

Como parte del plan de generación eléctrica del Instituto Costarricense de Electricidad, se encuentra el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, actualmente en construcción. Aprovechará el agua del río Pirrís para incorporar 128 MW al Sistema Eléctrico Interconectado, a partir del verano del 2010. Este proyecto contempla la construcción de una presa de gravedad de concreto compactado con rodillo (CCR) de 113 metros de altura. Será la presa más alta de todas las construidas en el país y también la más alta con esta tecnología.

El macizo de fundación, está constituido por rocas sedimentarias de origen marino tales como lutitas, areniscas y conglomerados (calcáreos y silíceos) correlacionados con la Formación Térraba. Esta secuencia estratificada tiene un buzamiento hacia el oeste-noroeste (270° - 290°), con un ángulo de 15° en promedio. Además, se suman una serie de fallas con movimiento relativo de rumbo, las cuales atraviesan dicho macizo con una orientación general norte-sur.

Todas estas condiciones geológicas especiales del sitio, establecieron la necesidad de implementar tratamientos dirigidos a homogenizar la roca en términos de deformabilidad. Se llevan a cabo tratamientos tales como la sustitución de zonas de fallas por concreto, inyecciones de consolidación sistemáticas, y la aplicación de medidas correctivas para mantener la estabilidad de los taludes excavados (llaves de cortante, pernos pasivos sistemáticos y puntuales, principalmente). Parte de estos tratamientos fueron complementados con la construcción de una cortina de impermeabilización, la cual requirió de la excavación de 800 m de galerías, distribuidas en cuatro niveles y un poco más de 40 000 m de perforación para inyectar en la roca lechadas de agua y cemento. Adicionalmente, se han excavado cuatro galerías de drenaje para un total de 200 m de longitud desde las cuales se harán perforaciones con el fin de disminuir el efecto de la subpresión bajo la presa una vez llenado el embalse. Por otro lado, se está construyendo un muro de cortante, el cual consiste en una excavación subterránea en la margen izquierda (5 metros espesor promedio y 76 m de altura), con el objetivo de reducir los esfuerzos de cizalla a lo largo de las fallas estratigráficas.

Los taludes de fundación de la presa han sido cubiertos con concreto lanzado para protegerlos contra la intemperie y evitar la descompresión.

La experiencia lograda con este trabajo, así como su aporte al conocimiento geotécnico, radica en que los diferentes tratamientos en la fundación de esta presa, se aplicaron siempre en función de las condiciones geológico-geotécnicas del macizo, definidas en las etapas de investigación y corroboradas durante la excavación final.

Estabilidad del perfil longitudinal de la parte baja de la cuenca Grande de Tárcoles debido a las extracciones de materiales de construcción, Costa Rica

Roberto Ramírez

Servicio nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento SENARA

ramírez@senara.go.cr

El estudio abarca la parte baja de la cuenca del río Grande de Tárcoles. Por las condiciones dinámicas del río en esta parte se extraen importantes volúmenes de materiales, debido a la facilidad de extracción, como también los tamaños de los materiales, que no requieren de un gran procesamiento. El objetivo de la investigación es la evaluación del impacto de extracciones de materiales de construcción en el perfil longitudinal de la parte baja del río Grande de Tárcoles. Se realizó una caracterización de la zona: morfometría, geomorfología y geología de la parte baja de la cuenca, se realizan análisis mecánicos de los materiales para ser utilizados en construcción. Se evaluó toda la información hidrológica y se determinó una curva de duración de caudales. Se realizaron perfiles longitudinales y transversales, como también se calcularon los parámetros hidráulicos para determinar la carga de fondo (Ecuaciones de Meyer-Peter y Muller). Finalmente se desarrolló un modelo hidráulico de arrastre de fondo y estabilidad longitudinal del cauce. Considerando el régimen de extracción y para un caudal de 743 metros cúbicos por segundo, se modeló la estabilidad del cauce, donde se observa que las extracciones son superiores al arrastre de fondo que el río posee. Este tipo de impacto puede poner en peligro la infraestructura instalada en el cauce, por ejemplo puentes, como también se puede presentar inestabilidad lateral y causar daños a las construcciones cerca de las áreas de protección.

Recarga potencial de los acuíferos Colima y Barva, Valle Central, Costa Rica

Roberto Ramírez

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento SENARA

ramírez@senara.go.cr

El proceso de recarga de los acuíferos Barva y Colima, se da principalmente por infiltración de la lluvia y percolación vertical de los acuíferos superiores a los inferiores. También estos acuíferos se recargan por medio de zonas preferenciales (ríos influentes). La metodología consistió en calcular la precipitación que infiltra, luego por medio de un balance de humedad de suelos se obtuvo la recarga potencial del acuífero. La recarga potencial calculada para los acuíferos Barva y Colima fue de 9.720 litros por segundo (605 milímetros) y la extracción calculada por medio de pozos legales e ilegales al 31 de diciembre del 2006 (registrados en SENARA) fue de 9.870 litros por segundo. Con los datos anteriores la demanda supera la oferta hídrica subterránea (recarga del acuífero), por lo tanto debe tomarse medidas de no permitir perforaciones, hasta que se instalen medidores de caudal en los pozos, también estudios que puedan reevaluar la extracción. El análisis de recarga potencial no considera que pueden existir cambios importantes, por ejemplo, efectos del cambio climático, impermeabilización de áreas de recarga por crecimiento de la superficie construida y efectos de contaminación de las fuentes que abastecen a los diferentes usos.

Cómo estudiar fósiles con las herramientas actuales de reconstrucción filogenética

Axel P. Retana-Salazar

Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic), Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica

Habitualmente los biólogos obvian la información que se puede obtener de las formas de vida fosilizadas argumentando problemas de preservación y muestra. Sin embargo, esto no dista mucho de las actuales descripciones de especies utilizando un único ejemplar donde solo existe el holotipo. Los fósiles son de indiscutible valor biológico en la determinación de edades, como en la ubicación de los momentos de aparición y diversificación de los grupos actuales (Forey 1994). Sin embargo, el uso que se hace de ellos no es siempre el correcto a la hora de ubicarlos dentro de las filogenias actuales. En muchos casos se parte del precepto de que los fósiles deben considerarse ancestros de los grupos actuales y que por ende deben exhibir caracteres ancestrales o plesiotípicos. Esta consideración ha sido cuestionada ampliamente, y actualmente se considera que los fósiles deben tratarse como un dato más en la matriz de especies (Nelson 1973, Donoghue et al 1989, Forey 1994). Al trabajar material fósil es imposible observar todos los caracteres que obtenemos de los demás grupos existentes, estas carencias obligan a llenar la matriz con (?) en aquellos sitios donde se desconoce el estado de carácter. Esta práctica tiene un problema derivado de las limitaciones de los algoritmos para la reconstrucción filogenético, que produce arreglos filogenéticos falsos, fundamentados en la interpretación de la computadora de los (?) (Platnick et al 1991, Arnedo 1999). De ahí que la propuesta metodológica que se hace en este trabajo es efectuar la reconstrucción filogenética en tres pasos a) reconstruir la filogenia de los grupos actuales excluyendo los fósiles, b) reconstruir la filogenia incluyendo las formas fósiles con igual codificación en análisis separados, y excluyendo los caracteres que se han codificado como (?), c) incluir los fósiles en la topología obtenida en el paso (a) en las posiciones establecidas en el paso (b) con lo que se obtiene la posición más probable de los fósiles en relación con los grupos actuales. En muchos casos se pueden obtener varios arreglos posibles lo cual se puede solucionar determinado cual es el arreglo de menor entropía (Brooks y Wiley 1991, Retana-Salazar 2008).

Un nuevo género fósil del grupo de los Aeolothripoideos

Axel P. Retana-Salazar¹ & Sonja Wedermann²

¹Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic), Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica 2060, San José, Costa Rica

²Forschungsinstitut Senckenberg, Paleontology, Senckenberg-Anlage 25 D-60325 Frankfurt/Main, Germany

Un total de tres fósiles de la colección Messel del Museo de Senckenberg se han analizado concluyendo que se trata de un nuevo género del grupo de los Aeolothripoideos. Este fósil data de 47 millones de años y presenta caracteres muy particulares de importancia en la clasificación de los actuales Aeolothripoideos. En

la actualidad es un grupo controversial dentro de los taxónomos y sistématas ya que algunos distinguen una serie de familias mientras que otros aceptan solo una o dos. En forma generalizada se aceptan las familias Melanthripidae y Aeolothripidae (Bhatti 2006), aunque algunos autores argumentan que la primera es un grupo caracterizado por plesiomorfías lo cual le resta validez como grupo natural. Los Aeolothripidae cuentan con cerca de 30 géneros de los cuales 4 se conocen solo de formas fósiles, limitándose este registro paleontológico solo al ámbar del Báltico (Peñalver 1998). Ross y Jarzembowski (1993) indican el primer registro de la familia en el Cretácico. De los géneros fósiles se ubican en Melanthripidae Eocranothrips y Archanthothrips y en Aeolothripidae Lithadothrips y Rhipidothripoides (Schlephake 2001). La forma fósil estudiada en este trabajo presenta la típica conformación de la antena de los Melanthripidae como la estructura de la cápsula cefálica, sin embargo no hay evidencias de setotaxia de la cabeza la cual es muy desarrollada en los Melanthripidae, por otra parte la estructura del pronoto es característica de los Aeolothripidae, carente totalmente de setas postermanrginales y anteromarginales desarrolladas. La antena muestra ciertas similitudes con la de Lithadothrips en los artejos totalmente separados sin formar un estilo terminal, sin embargo la estructura de los antenómeros en Lithadothrips es muy compleja y evidencia una clara especialización que no se manifiesta en el nuevo taxon estudiado. Los caracteres estudiados ubican a este grupo como una forma intermedia diferente de todas las actuales y fósiles descritas por lo que se considera es un nuevo género. Su ubicación precisa dentro de la filogenia de los Aeolothripidae se haya en estudio.

Aplicaciones que agregan valor a la fragmentación en voladuras

Orlando Reyes & Christian Guerrero

Orica Centro América S.A

orlando.reyes@orica.com; christian.guerrero@orica.com

El estudio contempla algunas aplicaciones específicas de detonadores electrónicos de última generación, que utilizados correctamente, y aplicando el conocimiento y la experiencia de nuestros profesionales, disminuyen o eliminan la dilución en voladuras de mineral aurífero .

Concientes de las pérdidas que deben soportar las operaciones mineras en la extracción del oro, producto de la dilución, y ante la necesidad de disminuir el costo global mina, maximizando el rendimiento y disminuyendo las pérdidas por el factor dilución, aspecto difícil de controlar con detonadores pirotécnicos, ORICA presenta aquí un resumen de estudios realizados para disminuir pérdidas por dilución, mediante la aplicación de uso eficiente de detonadores electrónicos, los cuales permiten realizar una voladura de forma tal, que es posible controlar la fragmentación y desplazamiento del mineral según necesidades.

El soporte previo a las voladuras, debe contemplar modelamientos numéricos, y la caracterización de la roca e identificación de las áreas mineralizadas, ya sea mediante estudios geológicos o softwares de aplicación específicas en este campo, e importante destacar que este trabajo fue posible gracias al trabajo en equipo y mancomunado entre el personal de la mina y los profesionales de ORICA, aplicando nuestro principio “The Power of PartnersShip”.

Hoy en día estas aplicaciones son de uso común en la mediana y gran minería de Europa, Norteamérica y Sudamérica, sin distinción del tipo de material a extraer.

Incrustaciones de silicato de hierro amorfo en tuberías superficiales en el Campo Geotérmico Miravalles, Costa Rica: caracterización y condiciones geoquímicas de su formación

Alejandro Rodríguez

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) & Centro de Servicio de Recursos Geotérmicos, Guayabo de Bagaces, Guanacaste Costa Rica

arodriguezba@ice.go.cr

Las incrustaciones formadas en tuberías superficiales en el Campo Geotérmico Miravalles, como resultado de la mezcla entre fluidos neutros y ácidos han sido caracterizadas mediante análisis químicos, difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microanálisis por espectroscopia de emisión de energía dispersiva de rayos X (EDS). Consisten en un silicato de hierro amorfo, químicamente homogéneo, con una estequiometría similar al mineral minesotaita ($(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$). Con la ayuda de programas de cómputo de especiación química (WATCH y EQ3NR) y de “reaction path modelling” en sistemas geoquímicos acuosos (EQ6), las condiciones geoquímicas de la formación de las incrustaciones fue modelada. Los experimentos de mezclas simulados con EQ6, entre fluidos neutros y ácidos, determinaron un rango para el log K de la disolución del silicato de las incrustaciones entre 11 y 13 unidades. Por encima de este rango, las probabilidades de sobresaturación de este compuesto son muy altas. Con base en una serie de escenarios de mezcla, se sugiere una acidificación de los fluidos neutros a un valor de pH de 6,0; con el propósito de prevenir la formación de incrustaciones.

Interpretación geofísica en los depósitos de topacio imperial presentes en el eje E-W del Anticlinal de Mariana, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

A. J. Rojas¹, M. S. C. Barbosa¹, A. L. Gandini¹, D. T. Newman Carvalho¹, A. J. Newman¹, R. D. A. Hernandez¹ & S. I. R. Torres²

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

arol@degeo.ufop.br.

La región de Ouro Preto es ampliamente conocida por sus depósitos de topacio imperial, existen varios trabajos publicados sobre la región, los cuales abarcan aspectos mineralógicos y geológicos, faltando aún indicios para un completo entendimiento de su génesis. En la región existen más de veinte ocurrencias o yacimientos de topacio imperial que están distribuidas a lo largo del eje E-W del Anticlinal de Mariana, que corresponde a la porción sureste del Cuadrilátero Ferrífero, donde la única ocurrencia que se encuentra en el flanco norte es la del Distrito de Antônio Pereira. Siendo que los fluidos mineralizantes percolaron por fracturas dando origen a vetas hidrotermales encajadas en mármoles dolomíticos y cuarcitas hematíticas. Dentro de las características sobresalientes de los cristales de topacio imperial, podemos citar las inclusiones hospedadas en los mismos. Del lado oeste los cristales presentan innumerables inclusiones fluidas pasando prácticamente desapercibida la presencia de sólidos. En la mina de Vermelhão que se encuentra más al este, las inclusiones fluidas son ricas en sólidos accidentales (carbonatos) y algunos de saturación,

como la halita. En la Región de Antônio Pereira el mayor número de inclusiones son cristalinas (cuarzo, dolomita, hematita, mica, rutilo, etc.), mientras que la presencia de inclusiones fluidas es muy escasa. Los estudios microtermométricos realizados por Gandini (1994) en inclusiones fluidas de cristales de topacio imperial de las minas de Caxambu/Rodrigo Silva y Boa Vista, indicaron que el aprisionamiento ocurrió a partir de fluidos originalmente inmiscibles, en condiciones de temperatura y presión de 310°C, 2.950bar y 320°C, 3.100bar, respectivamente. En el caso de las ocurrencias en las minas de Vermelhão y JJC, Almeida (2004) demostró que el aprisionamiento de las inclusiones ocurrió en condiciones de temperatura y presión de 410°C y 5.400bar, respectivamente, a partir de fluidos originales homogéneos, coherente con la formación de topacio a mayores profundidades. A partir de estos datos surgen dos hipótesis para explicar el posicionamiento actual de estas ocurrencias. La primera es debido a fallas normales, de tipo horst y grabens (Santos 1998). La segunda es debido a fallas de corrimiento. Esta última hipótesis parece ser más plausible a partir de la interpretación de los datos geofísicos. Mediante el análisis de datos aerogeofísicos (CODEMIG 2.001), existentes en el área, referentes a magnetometría y gamaespectrometría, en escala de semi-detalle (1:25 000), fue observado que la región de Antônio Pereira donde se encuentra la ocurrencia de topacio imperial, esta caracterizada por anomalías en el mapa de Parámetro F con altas concentraciones que van desde 0,5 hasta 0,8 cps, evidenciando el evento de hidrotermalismo. Por medio de inversión de los datos magnetométricos (deconvolución de Euler 2D), se observó la presencia de discontinuidades (fallas) que pueden ser los canales por donde percolaron los fluidos hidrotermales, Barbosa et al. (2007). Finalmente comparando el perfil de inversión realizado en el flanco sur del Anticlinal de Mariana con el perfil del flanco norte, se puede concluir que las ocurrencias del flanco sur se encuentran fuertemente más tectonizadas de que las que se encuentran presentes en el flanco norte.

Control estructural de la mineralización de topacio imperial en el Cuadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, República Federativa de Brasil

A. J. Rojas¹, I. Endo¹, A. L. Gandini¹, R. M. S. Bello², J. A. Newman¹, D. T. Newman Carvalho¹, S. I. R. Torres³ & R. D. A. Hernandez¹

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Universidad de São Paulo, Instituto de Geociencias, Brasil

³Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela
arol@degeo.ufop.br.

Diversos estudios indican que la mineralización de topacio imperial representa la manifestación del proceso neumatolítico/hidrotermal, debido a esto no hay un consenso en cuanto a la edad de esta mineralización. A través de un levantamiento detallado de campo y análisis estructural y petrográfico se demostró que las ocurrencias principales de topacio imperial, conocidas en la Región de Ouro Preto y que se encuentran localizadas en los Sinclinales Dom Bosco y Santa Rita, están hospedadas en horizontes carbonáticos de las Formaciones Cercadinho, Fecho do Funil y Gandarela incluso hasta las facies carbonáticas del Grupo Sabará (Endo et al., 2007). Estructuralmente la migración y la deposición de los fluidos mineralizantes del topacio son controlados por los esfuerzos tectónicos que originó el sistema de pliegues de los ejes N-S del Cuadrilátero Ferrífero. En el dominio del Sinclinal Santa Rita, en la Región de Antônio Pereira, el topacio imperial ocurre tanto en los mármoles dolomíticos de la Formación Gandarela así como en cuarcitas ferríferas y horizontes carbonáticos de las Formaciones Cercadinho y Fecho do Funil.

Según Gandini (1994), estas vetas de cuarzo además de la presencia de topacio contienen mica, florencita, y rutilo. Los cuerpos mineralizados poseen geometrías variadas (tabular, rods), con dimensiones que varían de algunos centímetros a decímetros y raramente métricas. Las relaciones estructurales muestran que las vetas que contienen el topacio imperial están asociadas a un sistema de fracturas de extensión relacionado a los pliegues suaves de direcciones axiales N-S y E-W bien como en boudines de direcciones paralelas y ortogonales a los ejes de esos pliegues. Las direcciones principales de las fracturas de extensión son N-S y E-W con buzamientos que varían de 60 a 80°. Los ejes de los boudines poseen direcciones N-S y E-W. En el dominio del Sinclinal Dom Bosco, las mineralizaciones de topacio imperial están condicionadas por las mismas secciones deformacionales identificadas en la Región de Antônio Pereira. Estudios previos, basados en evidencias indirectas, presentaron hipótesis sugestivas de que el fluido mineralizante haya sido generado en uno de los procesos tectónicos que afecto la Región del Cuadrilátero Ferrífero, como lo es el evento Transamazônico (Pires et al., 1983); o el evento Brasileño (Morteani et al., 2002; Almeida, 2004) o aún el evento tectónico relacionado al período meso-cenozoico (Olsen, 1971; Ferreira, 1983, 1991; Gandini, 1994). En el presente trabajo las evidencias petrográficas y estructurales indican que la mineralización de topacio se encuentra hospedada en secciones estructurales originadas durante el evento tectono-metamórfico de edad Brasileña (600 Ma) que afecto la Región del Cuadrilátero Ferrífero. Estas secciones son reconocidas y caracterizadas por diversos autores (e.g. Endo, 1988, 1997; Marshak & Alkmin, 1989; Chemale Jr et al., 1992). Los fluidos neumatolíticos/hidrotermales se depositaron en sitios extensionales asociados a los pliegues en horizontes carbonáticos del Supergrupo Minas. Adicionalmente, la deposición de topacio puede ser cogenética a la última generación de las vetas auríferas del Cuadrilátero Ferrífero así como a las ocurrencias de fluorita, barita, turmalina y cinabrio dentro de otros minerales post-magmáticos del evento Brasileño.

Caracterización química y mineralógica del topacio imperial del Distrito Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

A. J. Rojas¹, P. E. Hoffmann², J. A. Lobo², J. A. Newman¹, D. T. Newman Carvalho¹, S. I. R. Torres³ & R. D. A. Hernandez¹

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Física de Superficies, Venezuela

³Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

arol@degeo.ufop.br.

El topacio es un nesosilicato de fórmula $\{Al_2SiO_4[Fx(OH)_{1-x}]\}$ perteneciente al sistema ortorómbico. Existe una variedad de este mineral muy rara en el mundo que es el topacio imperial, destacándose dentro de sus características más apreciadas el color y belleza. Generalmente ocurre en dimensiones que pueden variar desde 1 a 4 cm, presentando terminación bipiramidal. La mina de topacio imperial que se encuentra ubicada en el Distrito de Antônio Pereira se localiza en la porción centro-sur del Estado de Minas Gerais, aproximadamente a 106 km de Belo Horizonte, que es la capital del estado, y a 7 km al noreste de la ciudad de Ouro Preto. Estudios estructurales realizados en la Región de Antônio Pereira comprueban que el topacio imperial se origina en vetas centimétricas a decimétricas, tanto de cuarzo como carbonáticas presentes en los mármoles dolomíticos de la Formación Gandarela y también en cuarcitas ferríferas de la Formación Cercadinho que pertenecen al Supergrupo Minas (Cuadrilátero Ferrífero). Estas vetas contienen además,

mica, florencita (aluminofosfato de Ce), rutilo y cuarzo. En esta pesquisa fueron estudiados cristales de topacio imperial, los cuales se caracterizaron química y mineralógicamente a través de análisis de Microscopia óptica, Densidad relativa, Difracción de Rayos X, Espectroscopia infrarroja de absorción por transformada de Fourier (FTIR) y Análisis Termogravimétricos y Diferenciales (ATG/ATD). Los índices de refracción están comprendidos entre 1,622 y 1,630 para n_X, entre 1,624 y 1,632 para n_Y, 1,633 y 1,640 para n_Z y su birrefringencia varió entre 0,008 y 0,011. La densidad relativa de los cristales estudiados varió entre 3,46 a 3,58. Los parámetros de celda unitaria del topacio variaron de 4,658 a 4,663 Å para a_o, de 8,823 a 8,832 Å para b_o, de 8,832 a 8,389 Å para c_o, y el volumen de celda unitaria fue de 344,65 a 345,46 Å³. Los porcentajes de flúor se presentaron entre 16,48 y 17,05%. Estos resultados de un modo general confirman los estudios realizados anteriormente por científicos como Rosenberg (1967) y Ribbe & Rosenberg (1971), que relacionan el aumento del tenor de flúor del topacio con el aumento en los valores de densidad y a su vez en la disminución de los índices de refracción y del valor de b_o de los parámetros de celda unitaria. Los espectros de absorción en el infrarrojo, evidenciaron bandas de sustancias tales como H₂O, CH₄, CO₂ etc, que pueden estar presentes en las inclusiones fluidas del mineral. Los picos de absorción a 3,414 cm⁻¹ y 1,620 cm⁻¹ indican el estiramiento y deformación del H₂O respectivamente, la banda observada a 2,352 cm⁻¹ comprueba la existencia de CO₂, así como la banda a 3,000 cm⁻¹ indica la presencia de CH₄. El pico próximo a 3.640 cm⁻¹ es atribuido al estiramiento del OH⁻ que refleja una fuerte sustitución de flúor por OH⁻. En los análisis termogravimétricos y termodiferenciales se observó para todas las muestras una estabilidad térmica hasta los 1.000 °C. Ocurrendo la primera pérdida endotérmica de peso de aproximadamente 5,3% próxima a la temperatura de 1,209 °C y una pérdida mayor de (10,5 a 17%) en un pico de temperatura cercano a 1,340 °C.

Estudio petrográfico de las inclusiones fluidas presentes en el topacio imperial del distrito de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

A. J. Rojas¹, D. T. Newman Carvalho¹, J. A. Newman¹, S. I. R. Torres² & R. D. A. Hernandez¹

¹Universidad Federal de Ouro Preto, Departamento de Geología, Escuela de Minas, Brasil

²Instituto Nacional de Geología y Minería, Venezuela

arol@degeo.ufop.br.

La mina de topacio imperial objeto del presente estudio, se encuentra situada en la porción centro-sur del Estado de Minas Gerais, aproximadamente a 106 km de Belo Horizonte y a 24 km al noreste del Município de Ouro Preto. El acceso al área se da por la carretera BR-356, hasta el Município de Mariana y por la MG-129, hasta el Distrito de Antônio Pereira. Las pesquisas realizadas en la región abordan principalmente datos mineralógicos y geológicos, sin existir actualmente ningún consenso en lo que se refiere a su génesis. Siendo así estudios preliminares del topacio imperial de esta mina demuestran que sus características mineralógicas son distintas de las demás ocurrencias de este mineral. El topacio imperial de la mina de Antônio Pereira ocurre en vetas de cuarzo hospedadas en dolomitas alteradas “borra de café” de la Formación Gandarela y en itabiritas de la Formación Cauê. Estas vetas, que además contienen, mica, rutilo, y florencita ((CeAl₃[(OH)₆(PO₄)₂]), son supuestamente cogenéticas a las vetas auríferas de la cantera de Antônio Pereira. A través de estudios petrográficos de las inclusiones fluidas presentes en 4 cristales de topacio imperial de esta mina, se determinaron sus características de distribución, modo de ocurrencia y origen, estos fueron efectuados en los Laboratorios de Inclusiones Fluidas del Departamento de Geología

de la Universidad Federal de Ouro Preto y el Instituto de Geociencias de la Universidad de São Paulo, utilizando microscopios petrográficos Leitz Wetzlar. De modo general fue observado que las inclusiones poseen morfologías variables, presentando desde contornos regulares hasta formas extremadamente irregulares. Mientras que inclusiones con orientaciones paralelas y perpendiculares en relación al eje cristalográfico c ocurren de modo aleatorio o agrupadas en uno o más núcleos de concentración, sugiriendo origen primaria. Destacándose entre estas, las inclusiones que poseen prolongaciones, predominantemente orientadas a lo largo del eje c y aquellas de morfologías características que se presentan en forma de peine. Es común la presencia de estructuras de escape y estrangulamiento indicativas de modificaciones posteriores al aprisionamiento. A temperatura ambiente estas inclusiones son predominantemente bifásicas ($l + v$) con fase acuosa bien desarrollada, siendo también observadas inclusiones trifásicas ($l + v + s_1$) y polifásicas ($l + v + s_1 + s_2$) contentivas de una o más fases sólidas. La proporción volumétrica entre las fases vapor y líquida, para las inclusiones bifásicas varía entre 40 y 60%. Los sólidos aprisionados en las inclusiones fluidas, son en su mayoría anisótropos, con características ópticas que sugieren que sea posiblemente hematita. Las inclusiones secundarias y pseudosecundarias trifásicas están compuestas por $H_2O_{(l)} + CO_{2(l)} + CO_{2(v)}$, y se distribuyen según planos de cicatrización de fracturas transgranulares e internas, respectivamente. También ocurren inclusiones monofásicas gaseosas, probablemente resultantes de modificaciones posteriores al aprisionamiento. Se puede decir que la presencia constante de sólidos en las inclusiones fluidas en cristales de topacio apenas es paralelo al caso de las minas de Vermelhão y JJC, siendo, por tanto, una característica que las distingue de aquellas presentes en los cristales de varias ocurrencias ya estudiadas de la Región de Ouro Preto.

Geología de la hoja Naranja (1: 50 000), Costa Rica

Vanessa Rojas¹, Patrick Durán² & Guillermo E. Alvarado^{2,3}

¹Dirección de Geología y Minas

²Escuela Centroamericana de Geología

³Instituto Costarricense de Electricidad

Se presenta el avance de la integración geológica de la Hoja Naranja (1: 50 000), realizado mediante la recopilación de los mapas e informes efectuados en las campañas geológicas de 1976, 1993-1995, integración de datos de perforaciones, así como trabajo de campo por parte de los autores. El basamento local está representado por la Formación Grifo Alto compuesta por lavas andesíticas hasta basálticas y en menor medida por brechas y diques. Posee un espesor de unos 500 m y una edad Pliocena. Localmente, está sobreyacida por la Unidad Toba café con fragmentos líticos, localmente intercaladas con gravas y lutitas tobáceas, con un espesor máximo de unos 50 m. Los cerros Tacaes representan las lavas antiguas (0,5 Ma) de los estratovolcanes, sobreyacidas localmente por algunas ignimbritas de Tiribí y pre-Tiribí (p.ej. Puente de Piedra?). La Formación Alto Palomo aflora principalmente hacia la parte central y NW de la hoja y está compuesta por varios flujos de lapilli pumíticos, con ocasionales niveles de ceniza, brechas locales y moldes de materia orgánica, con un espesor de unos 20 m y edad de Pleistocena Media. Los depósitos lacustres de Palmares (0,6 Ma - 0,2 Ma) son, en parte, productos de la erosión de dichas pómez y están representados por tobetas, volcarenitas, conglomerados pumíticos, tobas pisolíticas y tierra de diatomeas. Posee varios restos fósiles de megafauna extinta. Su espesor máximo es de unos 50 m. Seguidamente, tenemos la Formación Colima (Intracañón), constituida por pórfiros andesíticos y lavas afíricas, con intercalaciones de tobas y autobrechas, con un espesor máximo de 20 m. La Formación Tiribí (0,32 Ma) está compuesta por flujos ignimbríticos con fiames, fragmentos de escoria negra y pómez, que localmente llegaron hasta el lago, en vías

de colmatación. Su espesor máximo de 20 m. Coronan la secuencia, los depósitos epiclásticos y piroclásticos de los volcanes Poás y Barva, compuestos principalmente por tobas y lavas. Dentro de las principales estructuras localizadas, se encuentra la falla de Alajuela. Otras estructuras importantes son los alineamientos en dirección NE-SW que se ubican al sur de Palmares, y otros con dirección NW-SE localizados la norte de Palmares y al este de San Ramón. Varias de estas fallas cortan rocas de edad Cuaternaria, y por lo tanto son potencialmente activas. Las estructuras volcánicas reiteradamente mencionadas en la literatura, son las llamadas calderas de Palmares y la de San Ramón. Los estudios preliminares llevados a cabo hasta ahora, sin embargo, no aportan evidencias a favor de su existencia, al menos con como cadenas asociadas con ignimbritas. El origen del antiguo lago de Palmares debe aún evaluarse como una obstrucción todavía no del todo clara de la cuenca, a la luz del arribo de las lavas de los volcanes durante el Pleistoceno Medio.

Estudios de hidrogas en Costa Rica

Wilfredo Rojas¹ & German Leandro²

¹Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica, Apdo. 214-2060, San Pedro

²Instituto Costarricense de Electricidad, ICE

wrojas@geologia.ucr.ac.cr

Se presenta un análisis basado en los estudios de geofísica submarina y perforaciones de las campañas de los barcos: Sonne, Meteor, Jorge Washington y Prof. Polskov, de los proyectos: PACOMAR, TICOSECT, PAGANINI (1992 – 2004) y una tesis de postgrado de la Universidad de Hannover, Alemania.

Los expositores Rojas y Leandro, han dado seguimiento en los últimos años a los descubrimientos científicos que se han logrado con las investigaciones submarinas frente la costa pacífica de Costa Rica, por las campañas geofísicas ya mencionadas. Entre sus resultados está el descubrimiento y delimitación de un gran yacimiento de hidrogas, en estado sólido, ubicado a profundidades de alrededor de 2000 m, al norte de la fosa Mesoamericana, frente a la costa pacífica de Costa Rica, entre los 30 a 70 km de nuestra línea costera, ubicada en la zona marítima comercial.

Los yacimientos son del tamaño equivalente a una área de 1/6 del territorio continental costarricense y éste figura entre los más extensos de los investigados en el planeta. Esto se puede comprobar en una tesis doctoral en proceso, efectuada por el Geof. Temmler del Centro de Ciencias Marinas de la Universidad de Hannover, Alemania.

Se cree, que el hidrato de metano (CH₄) será el combustible del futuro, al momento que finalice el petróleo (dentro unos 25 años) y Costa Rica tiene hasta ahora yacimientos destacados a nivel mundial de CH₄ en estado sólido. Pero hasta el momento la ingeniería no ha podido aun resolver el problema de como extraer ese recurso. Se espera que a mediano plazo, habrán encontrado la forma de hacerlo, máxime con el interés mostrado por los europeos, norteamericanos y japoneses, por identificar desde ya los sitios donde están esas reservas.

Se ha dado una alerta, sobre esta existencia, puesto que, efectivamente, el hidrato de metano, posee un enorme potencial energético y si existe en nuestras costas, nos puede colocar en una posición estratégica desde el punto de vista de los recursos o exponernos a catástrofes ambientales si no se extrae correctamente.

Estudio de efecto de sitio en el área urbana de la ciudad de Masaya, Nicaragua

C. Romero López

Centro de Investigaciones Geocientíficas- CIGEO-UNAN, Managua

claro@cigeo.edu.ni

El estudio del efecto sitio en la zona urbana de Masaya esta orientado a conocer la respuesta dinámica del suelo o sitio en sus diferentes modos de vibrar ante un evento sísmico, para ello, se realizan unas series de mediciones de microtemores mediante acelerómetros digitales K2 de Kinematics y Etna de fabricación USA.

Con los registros digitalizados de los microtemores, se estiman las Funciones de Transferencia Empírica (FTE), mediante la técnica de Nakamura, que establece la relación entre las componentes Horizontal-Vertical (H/V) y Transversal-Vertical (T/V) y de las cuales se determinan las Frecuencias dominantes (F0), los Períodos (T0) y Amplificaciones relativas (A0) de los suelos en estudio.

Para fundamentar los datos empíricos se desarrollan curvas de Funciones de Transferencia Teóricas (FTT), las cuales se determinan por el método teórico de Haskell, y del cual son necesarios datos de velocidades de las ondas sísmicas en los estratos de los suelos en que se realizan las mediciones de microtemores. Por tanto, se determinaron velocidades en los diferentes estratos, para ello, se realizaron en la ciudad de Masaya, estudios de prospección sísmica de ondas SH. Con los resultados de este estudio, pudo ser posible generar con Haskell curvas de características Teóricas que se relacionan muy bien con las curvas Empíricas encontradas en el sitio.

De los valores de F0, T0 y A0, en las diferentes microzonas a las cuales se les encontró las FTE, se desarrollan mapas de periodos dominantes y amplificaciones relativas sobre el área urbana de Masaya.

Con los resultados obtenidos mediante estos diferentes procedimientos y el método de Haskell aplicable solo a condiciones homogéneas, se logro hacer estimaciones de las FTE sobre la zona de estudio y obtener un mapa de Isoperíodos sobre el área urbana de Masaya, que puede ser utilizado por las Autoridades Municipales para realizar futuros estudios de Vulnerabilidad Estructural, Gestión de Riesgo Sísmico y Ordenamiento Territorial.

Tectonic evolution and paleogeography of the Mesozoic Pucará Basin, Central Peru

Silvia Rosas¹, Anthony Tankard² & Lluís Fontboté³

¹Pontificia Universidad Católica del Perú

²Tankard Enterprises

³University of Geneva

brosas@pucp.edu.pe

The Pucará basin of Peru is an elongate trough that subsided landward of a NNW-trending structural high during Late Triassic – Early Jurassic time. It formed as a postrift regional sag as the earlier Triassic fault-controlled Mitu rifts were yoked together. The rift and the transitional postrift basins were associated

with a NW-striking sinistral shear zone that controlled isopachs and facies distributions, and resulted in magmatism and mineralisation along its trend. There is also a distinct association of later dolomitization and MVT lead-zinc mineralization with these basin-forming shear zones. Although basaltic and andesitic extrusives are common, there is no evidence that the Pacific margin was a magmatic arc until upper Pucará time, and then only weakly developed in northern Peru. Except in the upper Pucará of northwest Peru, geochemical studies, including whole rock and trace element analyses, indicate that the intercalations of volcanic material have intraplate rift affinities. The basin fill has a three-part stratigraphic subdivision, comprising lower and upper carbonate platforms with an intermediate phase of basin over-deepening and sediment starvation that resulted in a regional organic-rich argillaceous drape. Throughout, stratigraphic accumulation was dominated by axial patterns of onlap and progradation, although facies characteristics show that this was augmented by periodic flooding of the western basin-margin high. Marine invertebrate fossils indicate normal marine salinities. Sedimentological interpretation is based on a SW - NE transect in the southern part of the Pucará basin. The Chambará (Norian - Rhaetian) and Condorsinga (Toarcian) formations were constructed principally by shallow-water carbonate sedimentation in lagoon-like subtidal, intertidal, and supratidal paleoenvironments. The subtidal carbonate platform is dominated by oolitic grainstones with subordinate bioclastic packstones. Subordinate open-basin facies in the Chambará Formation consist principally of crinoidal packstones and bioclastic wackestones. In the intertidal and supratidal facies, evaporite pseudomorphs are common and are generally associated with algal mats and widespread early-diagenetic dolomitization. During Chambará and Condorsinga times, subsidence was typically balanced by carbonate production so that shallow-water environments prevailed; the basin had the characteristics of an over-filled basin. Conversely, the intermediate late Rhaetian-Sinemurian stage of basin subsidence was marked by under-filled deep water conditions. This widespread transgressive inundation of the Pucará basin, recorded in the argillaceous Aramachay stratigraphy, is correlated with similar events in other Andean basins.

Geochemistry of Late Quaternary sediments from Lake Tecocomulco, central Mexico: implication to chemical weathering, provenance and paleo-hydrology

P.D. Roy¹, M. Caballero², R. Lozano³, Teresa Pi³, W. Smykatz-Kloss⁴ & Isabel Israde⁵

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184 Pachuca, México

²Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Mexico city, México

³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México city, México

⁴Institut fuer Mineralogie und Geochemie, Universitaet Karlsruhe, 76131 Karlsruhe, Germany

⁵Instituto de Investigaciones Metalurgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58070, Morelia, México

p_debajyotiroy@yahoo.com

We present mineralogy, Corg, CO₃ and multi-element geochemical data from the late Quaternary sediments of the Lake Tecocomulco (central Mexico) and rocks exposed in its catchments to understand the extents of chemical weathering, provenance of the siliciclastic fractions and reconstruction of the

paleo-hydrological condition during Late Pleistocene-Holocene. Ternary diagrams of A-CN-K, A-C-N and A-CN-K-FM and elemental ratios suggest that most of the lacustrine sediments were derived from mafic volcanic deposits comprising the Chichicuatla and the Apan-Peñon andesites and the Apan-Tezontepec basaltic-andesites. The rhyolitic tephra layer of ca. 50,000 14C yr BP have chemical compositions comparable to the Acochulco volcanic sequences. Dacite to rhyolite air fall tephras pre-date the LGM (ca. 31,000 and 29,000 14C yr BP) and might be from two Plinian eruption events at the Tlálloc volcano located at 60 km in the south-west of the lake. The calculated indices of chemical weathering such as chemical index of alteration (CIA), plagioclase index of alteration (PIA) and chemical index of weathering (CIW) indicate low to extreme chemical weathering for the lacustrine sediments and low chemical weathering for tephra layers. Between the volcanic eruptions, the lake sediments are characterized by higher CIA values and metal contents. During ca. 28,000-25,700 14C yr BP, sediments have lower CIA values and contains easily weatherable amphiboles. Abundant calcite and low CIA suggest arid conditions at ca. 25,000 and ca. 16,000 14C yr BP, respectively. Between 16,000 and 3270 14C yr BP, the sediments show lower CIA and sediments of the last ca. 3270 14C yr BP show highest CIA, Corg and higher metal contents. Given the regional nature of this record, we interpret the geochemical history at Lake Tecocomulco to variable precipitation, inflow and aeolian activities during the late Quaternary.

El recurso agua y su disponibilidad para el año 2020 en Azuero, Panamá

Alberto E. Ruiz De León
 Universidad Tecnológica de Panamá. Azuero
 einstein40@hotmail.com

El agua es un recurso natural presente en sus diversas formas en el universo y sus características excepcionales lo convierten en indispensable para la vida sobre nuestro planeta. Los océanos, corresponden a un 97 %, mientras que el agua dulce a penas el 2~5% restante. De este pequeño porcentaje, la disponibilidad para consumo humano, está sujeta a la cantidad y calidad del recurso en las cercanías de los asentamientos humanos.

En nuestro país Panamá, el agua tiene usos muy bien definidos de acuerdo a los intereses económicos, volúmenes e importancia. Así tenemos que este “recurso” es utilizado principalmente por la actividad de funcionamiento del Canal de Panamá, en la Producción de Energía Eléctrica, en la Producción de Agua Potable y finalmente para la Agricultura, Ganadería y las Industrias varias.

La demanda de agua potable por parte de las poblaciones cada día es más agobiante y los mecanismos para dar solución a estos requerimientos están en constante contradicción con esquemas socioeconómicos y políticos que impiden una correcta administración integral de este vital recurso.

Azuero y principalmente el área denominada Arco Seco, constituye una región del país a la cual hay que prestarle una especial atención, dado que gran número de sus ríos mantienen una tendencia de deterioro en cuanto a cantidad y calidad de sus aguas. Además, porque las condiciones climáticas y ambientales son desfavorables y la naturaleza está perdiendo la capacidad natural de sostener las presiones del desarrollo y el saqueo de los recursos.

El río La Villa es la fuente más grande y de mejor calidad en el sector de Azuero, dentro de su cuenca vive el 4y7 % de la población de Herrera y Los Santos y un 73 % de agua que abastece a estas poblaciones, se extrae del río La Villa. Por lo tanto la disponibilidad de este recurso a mediano y largo plazo constituye un

tema obligado dentro de un ordenamiento y administración integral de este recurso natural. Esta afirmación se sustenta en la proyección del crecimiento poblacional y la oferta que el río en estos momentos tiene para el abastecimiento humano. Es muy posible que para los inicios de la década del año 2020, el agua como recurso indispensable para consumo humano, tenga niveles alarmantes de contaminación y muy bajo caudal, lo que limitaría significativamente la disponibilidad real de este vital líquido a las poblaciones.

El Sistema Mineralizado Bejucosa- Panamá

Alberto E. Ruiz De León

Aurum Exploration Inc.

einstein40@gmail.com; aurum@cablonda.net

La presencia de la mineralización en la región de Azuero, guarda una estrecha relación con los eventos volcánico-magmáticos que se desarrollan durante el período Cretácico; en donde los sedimentos y formaciones volcánicas del antiguo arco de islas que conforma el núcleo de esta región del país (Azuero), son un elemento determinante. Las secuencias tobáceas, de composición intermedia, en especial las andesitas y dacitas que se localizan en las márgenes de los cuerpos intrusivos más prominentes de este sector, han servido de receptáculo y en la actualidad albergan a un número considerable de ocurrencias minerales y prospectos mineralizados que además, mantienen un patrón de orientación y alineamiento, asociado a los eventos tectónicos que afectaron al istmo durante su consolidación.

“El cinturón mineralizado de Azuero”, que corre con orientación Sur Este / Nor Oeste, incluye prospectos como Juan Díaz, cerro Pelado – Oria, cerro Quema, Filo Cabuya, Quebrada Iguana, Quebrada Barro, Torio. Pitaloza, se encuentra dentro de este cinturón y específicamente entre Cerro Quema y Filo Cabuya, además, en las márgenes cercanas al batolito El montuoso, de composición diorítica y cuarzodiorítica (64,87 MY \pm 1,4). Una característica singular tanto de los prospectos como de la mineralización localizada en cada uno de ellos, es la presencia de rocas dacíticas asociadas estrechamente con valores de Au y Cu, en un ambiente de alta sulfidación.

En el caso particular de Pitaloza, no es la excepción y los valores registrados en las exploraciones desarrollada por Cyprus durante 1993 y 1994, indican que en muestras de roca superficial, se han obtenido valores puntuales significativos. De igual forma, en el programa de perforación desarrollado en el sector de Caracucho, se obtuvieron valores de Au y Cu en varios de los pozos. Por ejemplo en el pozo PZD-94-02, en un intervalo de 26,52 m, se muestran valores promedio de 0,7 Au (g/t) en óxidos, también, en el pozo PZD-94-03 en un intervalo de 15,25 m, se muestran valores promedio de 1,80 Au (g/t). Cabe señalar, que en los pozos PZD-94-5; PZD-94-7; PZD-94-8, se registran intervalos con valores mayores de 1,4 Au (g/t), en combinación con valores de hasta 0.61 % de Cu en sulfuros al final de los pozos. De igual manera, en superficie y en muestras a canal de la trinchera # 1, se obtuvieron valores de 2,04 y 1,77 Au (g/t), así mismo en la trinchera # 2 y # 3, se registran valores de 3,73, 2,86 Au (g/t).

El análisis de los datos hasta la fecha disponibles, sobre las actividades de exploración geológica, ha permitido estructurar un concepto básico que se orienta a definir las características de la mineralización identificada en Pitaloza-Bejucosa y a asociar a otras ocurrencias con este sistema mineralizado. Dado que el ámbito de influencia del proceso magmático en la región de Azuero alcanza varios kilómetros en torno a los cuerpos intrusivos existentes; la presencia de numerosas ocurrencias en la periferia de éstos, evidencia una relación entre estos cuerpos magmáticos la formación y el desarrollo de la presencia mineral.

La mineralización de Bejucosa y por consiguiente de aquellos sectores próximos a esta zona como Caracucho, Cementerio, Cañafistulo, proviene de una fuente común asociada a eventos regionales durante la consolidación del arco de islas en Azuero, que afectó a la secuencia de dacitas con fluidos mineralizantes posteriores a la fase de gases magmáticos. Similar a lo que ocurrió en el yacimiento Cerro Quema. Los eventos tectónicos regionales y diferencialmente locales, afectaron la disposición espacial de bloques y por consiguiente los sectores mineralizados. En eventos subsiguientes, la contribución del batolito El Montuoso desde su parte central, aporta nuevas intrusiones de composición dioríticas que se hospedan en forma de “sill” en estratos superiores. Los movimientos tectónicos y fallas locales, acompañadas por las presiones ejercidas desde el Sur, fracturan el cuerpo diorítico y producto de los desplazamientos, se generan contactos de bajo ángulo, contribuyendo a que reductos de este cuerpo intrusivo quedasen sobrepuestos a las dacitas mineralizadas. Hoy, Bejucosa es una ventana, donde solo quedan algunos residuos de este intrusivo y en donde se expone la zona alterada y mineralizada.

La mineralización localizada en Bejucosa, tanto en su característica litológicas, como en su origen, es un complemento del enorme potencial que alberga en su conjunto el “cinturón mineralizado de Azuero”, incluyendo el yacimiento Cerro Quema, con el cual guarda estrecha relación. Graficas y planos regionales de estas apreciaciones se adjuntan, al igual que resultados obtenidos.

Reconstruction of the geologic history of the north side of Poás Volcano

Pablo Ruiz¹, Michael Carr¹, Guillermo E. Alvarado² & Brent Turrin¹

¹Department of Earth & Planetary Sciences, Rutgers University

²Instituto Costarricense de Electricidad

pruiz@eden.rutgers.edu

The Costarrican Institute of Electricity (ICE), has drilled approximately 155 drill cores on the NE and NW sectors of Poás volcano as part of the site characterization study for the construction of the hydroelectric projects Toro 1, 2, 3, Hule and Cariblanco. The deepest drill core is about 200 m in length and samples about 400 ka of eruptive and erosional history of the Poás volcano. In this collaboration between Rutgers University and ICE, we will be able to reconstruct a detailed stratigraphic section of the volcano using the cores and drill logs. Lithologic units within the drill cores will be petrographically and geochemically characterized. The age of the units will be determined by ⁴⁰Ar/³⁹Ar and ¹⁴C geochronology. These data will then be used to correlate the various units across the NE and NW flanks of the Poás volcano. The initial correlations based on these data will be tested and further refined using additional ⁴⁰Ar/³⁹Ar and ¹⁴C geochronology and measurements of the paleomagnetic inclinations of the volcanic lava flow units. The magnetic inclination for the central region of Costa Rica is about 37 degrees. This amount of magnetic inclination is great enough to determine any paleomagnetic polarity changes and/or excursions events that might be recorded in the Poás lavas. The Paleomagnetism can be used to further refine correlate the magnetic deviation with the radiometric ages. The geochemical analyses are going to focus on major and minor elements especially TiO₂ as well as trace elements. These data will be used to constrain the melting mechanism on Poás and determine if the lavas represent a relatively low degree of partial melting produced primarily by mantle decompression, which may be related to the extension generated within the Poás volcano-tectonic fracture. Another possibility is that they represent magmas produced primarily by flux melting derived from the subduction processes. The stratigraphy and geochemistry constructed

from the drills cores on the NW and NE sectors will be used to correlate to units on the south flank of the volcano. The drill cores are located in the ICE camps in Cariblanco and Cachi. We have collected more than 200 oriented samples, from 19-cores from Cariblanco and 8-cores from Toro 3. In addition, the walls of the Toro 3 tunnel have been sampled. Field work is being planned to complete the description of the surface geology and the stratigraphic section of this zone. The sampled units correspond with Paleo-Poás, von Frantzius and Congo. All of the information will be compiled in a Geographic Information System (GIS) to be used to in reconstruct the growth history of the north side of the Poás volcano. In addition, it may be possible to define rates for local faults and rates of soil development on the NE and NW flank of the volcano. Finally, the mass of the volcano will be defined, for both constructive and erosive events to provide a high quality extrusive volcanic flux rate.

Magmatic components of Poás Volcano, Costa Rica

Pablo Ruiz Cubillo, Esteban Gazel & Michael J. Carr
Department of Earth & Planetary Sciences, Rutgers University
pruiz@eden.rutgers.edu

We describe the stratigraphy and geochemistry of tephra and lavas related with 5 cinder cones in a north-south alignment on the southern flank of Poás volcano. The local geologic basement is composed mainly by lava flows, with the northwest dominated by the Achiote basaltic-andesites and the rest of the area by Poasito Andesites, this last cogenetic with the cinder cones. All of these units are generally covered by a thin layer of upper section of the Poás Lapilli Tuff. Field evidence suggests that the cinder cones were not contemporaneous but represent different magmatic pulses. We defined two geochemical magmatic components for Poás: 1) The Sabana Redonda Component ($\text{TiO}_2 > 1.0\%$, and relatively enriched in HFSE and other IE), which is present in the Sabana Redonda Cinder Cones, Paleo-Poas, Poas Lappilli Tuff, and some Botos crater lavas. 2) The von Frantzius component ($\text{TiO}_2 < 0.8\%$), which is present at lavas from the main crater, von Frantzius cone, Hule maar, and in some Botos crater lavas. Both components share the same OIB-like source, although the Sabana Redonda component requires a relative lower degree of partial melting, produced primarily by a decompression mechanism. This decompression melting mechanism is possibly related with the extension generated within the Poás volcano-tectonic fracture. The von Frantzius component represents magmas produced primarily by flux melting relating with the subduction processes. Geochemistry and new radiometric dating obtained from this research will be used to make correlations with the lavas that are being studied in the NE and NW of Poás.

Correlación geoquímica de la Formación Descartes: aplicaciones para la producción de clinker: CEMEX de Costa Rica, Colorado de Abangares

Pablo Ruiz¹ & Jorge Hernán Salazar²

¹Department of Earth & Planetary Sciences, Rutgers University

²Cemex de Costa Rica

pruiz@eden.rutgers.edu

Se realizan mapas de isovalores de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O y álcalis totales con 365 muestras de arcillas recolectadas y analizadas entre el 2005 y 2006. Las mismas fueron tomadas de los Miembros Zapotal y Cerco de Piedra de la Formación Descartes. Se determinan las zonas de mayor concentración de estos elementos para posteriormente probar su factibilidad de uso como componente arcilloso en la fabricación de clinker. Las arcillas ricas en álcalis ayudan en el control químico del proceso de combustión del petcoke, mediante la regulación de la evaporación del SO_2 y el balance del azufre del sistema. Los óxidos de sodio y potasio de las arcillas reaccionan con el azufre del “coke” y forman sales que se incorporan al clinker evitando que el azufre ocasione daños al horno. Se determina que el sector donde aflora el Miembro Cerco de Piedra, corresponde con las anomalías que presentan las mayores concentraciones de Fe_2O_3 , Al_2O_3 y álcalis. Mientras que las rocas del Miembro Zapotal son ricas en K_2O . Esta correlación entre la geoquímica y la geología esta bien definida en los mapas de isovalores y geológico de la zona de estudio. Los perfiles geoquímicos elaborados muestran un comportamiento vertical bien diferenciado entre las arcillas del Miembro Zapotal y las areniscas del Miembro Cerco de Piedra. En las zonas de topografía suave y relativamente plana se da un enriquecimiento de hierro y aluminio especialmente en la superficie, mientras que en los niveles más profundos estos elementos tienden a disminuir su concentración. En el Mb. Zapotal los óxidos de sodio y potasio muestran poca concentración en superficie y mayor acumulación en profundidad. Para los perfiles del Miembro Cerco de Piedra esta variación no es tan clara, posiblemente porque se encuentran dispuestos en un sector donde la topografía es más abrupta. Se plantea que este comportamiento vertical se da por las diferencias topográficas y la facilidad de los elementos de menor radio atómico para lixiviarse y acumularse en zonas más profundas, mientras que los de menor movilidad quedan en los niveles superficiales. También se podría explicar por el estado de meteorización química del material analizado y que la disposición laminar de la litología influya y se vea reflejado en los análisis químicos. La metodología empleada para realizar este trabajo, resultó muy eficaz para determinar las zonas de mayor concentración de los elementos requeridos en arcillas que pueden ser usadas para la fabricación de clinker. Además de mostrar una buena correlación entre la geología y la geoquímica.

La minería aurífera artesanal en Costa Rica: análisis del caso de las Juntas de Abangares, Guanacaste

Sirzabel Ruíz Barrantes¹
Dirección de Geología y Minas
barusi@costarricense.cr

El impacto ambiental de la minería artesanal aurífera en Costa Rica está muy ligado con el alto consumo del mercurio, la ubicación de las rastras, la disposición arbitraria de las colas, así como, la construcción de las pilas de colas sin un diseño técnico apropiado. El cantón de Abangares se localiza entre las coordenadas geográficas 10° 15' 12" latitud norte y 84° 59' 51" longitud oeste. El sector minero artesanal está conformado por hombres, mujeres y menores de edad, siendo la minería artesanal aurífera la única fuente de ingreso y un gran soporte económico para el cantón. Se han identificado 300 coligalleros u oreros, 8 túneles y 90 rastras de las cuales, 54 están debidamente registradas según sus dueños y ubicadas cartográficamente. Las rastras y las pilas de colas están ubicadas en los patios caseros, en colindancia con el río Abangares, condición que genera un alto riesgo sanitario para los oreros y el ambiente. Bajo estas condiciones le propuse a los oreros, la reubicación de las rastras y pilas de colas, propuesta bien acogida por los mineros, también solicité su anuencia; para que se realizaran análisis de mercurio residual en la sangre. Por otra parte también se analizarán mercurio, plomo, zinc, hierro, arsénico, selenio y CN en sedimentos fluviales y análisis de calidad de agua en el río Abangares. Estamos trabajando en coordinación con el Ministerio de Salud y la Secretaría Técnica Nacional Ambiental para reubicar las rastras y con la Escuela de Microbiología de la Universidad de Costa Rica; estamos negociando para realizar los análisis de sangre de toda la población minera y de todos los estudiantes de escuelas y colegios.

Evaluación preliminar del peligro por caída de tefra asociada al volcán Concepción, Nicaragua

J. A. Saballos^{1,2}, M. Diez¹, A. Volentik¹ & C. B. Connor¹
¹University Of South Florida. 4202 E. Fowler Avenue, Tampa, FL 33620
²Centro de Investigaciones Geocientíficas, CIGEO-UNAN, Managua
asaballo@mail.usf.edu

Concepción ha sido el segundo volcán más activo en Nicaragua durante los últimos 120 años. Este constituye la parte NO de la isla de Ometepe, Lago de Nicaragua, donde habitan más de 40,000 personas. Un gran número erupciones con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI) 2 han ocurrido en los últimos 50 años, requiriendo la evacuación temporal de las dos comunidades más afectadas por la caída de tefra volcánica. Los poblados más grandes en la isla radican en un radio menor a 14 km de las faldas del volcán, los cuales han sido afectados de menor manera por la caída de tefra y gases volcánicos. Gran parte de los habitantes de la isla dependen de la agricultura, por lo que un evento volcánico de mayor magnitud (e.g. VEI 3 ó 4) que involucre una emisión sostenida de tefra volcánica por varias horas podría desplomar la economía local. Usamos el programa TEPHRA2 para simular numéricamente erupciones volcánicas con magnitudes VEI 3 y VEI 4 en el volcán Concepción, las que podrían ocurrir en un futuro cercano.

TEPHRA2 es un programa que reproduce la difusión, transporte y sedimentación de las partículas de una nube volcánica en una atmósfera estratificada por medio de un modelo de advección - difusión. Además, este programa modela el tiempo de difusión de las partículas en la pluma ascendente y la velocidad de asentamiento, incluyendo las variaciones de los números de Reynold a lo largo de la trayectoria de caída. Los resultados de las simulaciones muestran que las comunidades ubicadas al oeste, noroeste, y suroeste, del volcán, son las que se encuentran bajo mayor peligro por caída de tefra. Erupciones con un VEI 3, y basados en la probabilidad de excedencia, sugieren que una fina capa (< 1 cm de espesor) de ceniza volcánica alcanzaría la ciudad de San Jorge, ubicada a ~20 Km al SO del volcán. Mientras que en la ciudad de Moyogalpa (la ciudad principal en la isla de Ometepe), a escasos 8 km al oeste del volcán, capas de tefra volcánica mayores a 11 cm podrían depositarse, lo que implicaría que el techo de viviendas débilmente construidas podrían colapsar, y que los efectos en la salud de las personas, plantaciones, y suministros básicos serían de significativa magnitud. Por otro lado, en el escenario de una erupción con un VEI 4, existe la posibilidad de que una capa fina de ceniza se deposite en la ciudad de Rivas, que es la cabecera departamental. Mientras que en la ciudad de San Jorge, una capa de 5 cm de espesor podría ser depositada. Los peores pronósticos son para las comunidades aledañas al volcán, siendo Moyogalapa severamente afectada, ya que una capa de hasta 60 cm de tefra podría caer, lo que traería, sin lugar a dudas, graves consecuencias en esa localidad.

Políticas Mineras en Costa Rica, una nueva alternativa de desarrollo en el país y su proyección en Centro América

Marlene Salazar

Dirección de Geología y Minas, MINAE
Apdo.10104-1000. San José, Costa Rica
msalazar@minae.go.cr

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 y en respuesta al artículo 6 de la Constitución Política que le otorga la potestad al Estado sobre los recursos naturales, se elaboró el Plan Nacional de Gestión Integrada del Subsector Geológico Minero, que entre otros comprende la promulgación de las Políticas Mineras de Costa Rica.

Lo anterior en respuesta a la importancia estratégica para el desarrollo nacional y local del conocimiento del recurso geológico y minero, que constituyen parte sustantiva del desarrollo industrial del país al proporcionar valor agregado a éste, en armonía con los ecosistemas y la salud humana.

Los objetivos fundamentales son:

- Lograr un conocimiento integral de la geología del país, de sus recursos mineros, hídricos y energéticos y su interacción con el desarrollo socioeconómico nacional.
- Instrumentar el papel preponderante del Estado en la investigación aprovechamiento, monitoreo y control de los recursos minerales.
 - Garantizar el abastecimiento racional de los recursos mineros necesarios para el desarrollo integral del país.
 - Establecer condiciones legales que garanticen seguridad política y comercial tanto al inversionista nacional como extranjero.

Estos se han plasmado en un programa a desarrollar a corto, mediano y largo plazo, mismo que tendrá repercusión a nivel centroamericano, en donde aún no existen reglas claras con respecto al aprovechamiento

de los recursos del subsuelo acorde a las necesidades de cada país.

Como ejemplo de la implementación de estas políticas, recientemente se publicó el levantamiento del decreto de moratoria de la minería metálica de oro a cielo abierto, los lineamientos estratégicos de la minería metálicas y las salvaguardas mineras.

Situación de la minería en Costa Rica, desde la perspectiva institucional de control

M. Salazar & A.S. Huapaya
Dirección de Geología y Minas, MINAE
Apdo.10104-1000. San José, Costa Rica
msalazar@minae.go.cr

La Dirección de Geología y Minas se crea en el año 1953 con la promulgación del primer Código de Minería en Costa Rica, razón por la cual además de la investigación geológica le corresponde el control de la actividad minera en todo el territorio nacional.

La producción minera, metálica y no-metálica, es un elemento imprescindible en el desarrollo de la nación, constituye la base para la infraestructura de la sociedad, tanto urbana como rural, principalmente como materia prima para la construcción de carreteras, puentes, viviendas, edificios, represas entre otros. También forma parte de la mayoría de los procesos industriales, tanto como insumo de la producción como uno de sus componentes, constituyéndose en protagonista del desarrollo del país. Esto trasciende las fronteras, lo que se refleja en las exportaciones de agregados para la construcción (piedra, arena y piedra caliza), diatomita y carbonato de calcio, lo cual representa un gran aporte de divisas aunque no se refleje en el PIB.

Actualmente el gran rubro de la minería corresponde a la explotación de recursos no-metálicos, siendo el mayor aporte el material proveniente de las explotaciones en cauces de dominio público (ríos). Lo anterior es consecuencia del auge turístico y urbanístico que se dan en las últimas 2 décadas y del agotamiento de depósitos de agregados en canteras.

La minería metálica quedó rezagada siguiendo la corriente mundial por la caída del precio del oro, por las políticas ambientales establecidas en el país y en particular por el decreto de Moratoria a la Minería de Oro a Cielo Abierto. Sin embargo con la reciente derogatoria de este decreto y el establecimiento de la Salvaguardas Mineras, existe una apertura a la exploración y explotación de minerales metálicos.

No puede pasar inadvertida la extracción ilegal ya que representa una distorsión de la producción y un deterioro ambiental que conlleva a un gasto innecesario de los recursos del Estado. Esta situación es el reflejo, principalmente de la carencia de trámites ágiles para la obtención de concesiones y permisos mineros a corto plazo y de un deficiente sistema de control de la actividad debido al debilitamiento institucional en este campo en los últimos años.

En aras de fortalecer el sector y que la minería cuente con reglas claras, este gobierno ha asumido el reto de establecer políticas mineras y un programa de gestión integrado de dicha actividad a corto, mediano y largo plazo.

Tsunami disaster prevention measures for Masachapa, Nicaragua

Marcia Sánchez¹, Errol Mejía², Emilio Talavera², Martha Herrera² & Wilfried Strauch²

¹Nicaraguan Red Cross

²Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

emilio.talavera@gf.ineter.gob.ni

A pilot project was carried 2006-08 in the area of Masachapa, a bigger fisher village on the Nicaraguan Pacific coast with some tourist facilities. The project included multiple topics of tsunami prevention measures and considering the direct participation of the local population. The area was heavily affected by the 1992 tsunami. In the project participated the local municipality and local stakeholders, Ministry of Education, National Police, Nicaraguan Red Cross, Ministry of Health, Ministry of Tourism, Nicaraguan Geosciences Institute (INETER), National System for Disaster Prevention (SINAPRED), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC). The following activities were carried out:

- Development of a tsunami warning plan;
- Installation of a seismic station and a sea gauge in Masachapa; Reception of tsunami warning from INETER via voice communication by radio; - Installation of a siren at each of the 4 population centers of the area; (Activation of sirens possible by manual switch and wireless telemetry)
- Development of tsunami hazard maps, 1:5,000 scale;
- Investigation of awareness level and information needs for different population groups; - Tsunami awareness measures, brochures, calendars, news paper articles, radio programs, TV spots - Information and education to the population, participative events; - Specific educational measures in the schools; - Installation of tsunami signs, indicating hazardous areas, evacuation routes, safe places; - Integration of local private companies, hotel and restaurant owners; - Evacuation drills.

Many activities were carried out in the Easter week (main holiday season in Nicaragua) of 2006 and 2007 taking advantage of the presence of many tourists and visitors.

Based on the experiences gained in Masachapa similar projects are in preparation for other areas along the Nicaraguan Pacific coast.

Palinología de los ambientes transicionales del Mioceno en Costa Rica

María I. Sandoval¹ & Carlos A. Jaramillo²

¹Universidad de Costa Rica

²Smithsonian Tropical Research Institute

maisandov@geologia.ucr.ac.cr

El registro fósil palinológico del Neógeno de Costa Rica puede ayudar a entender el impacto que tuvo la unión de Centroamérica con Suramérica en la flora de Costa Rica. El presente estudio colectó y analizó muestras de roca de ambiente transicional del Mioceno con potencial palinológico. Las muestras colectadas provienen de distintas formaciones mencionadas a continuación: Miembro Mata Limón, Formación Punta Carballo (Cuenca Nicoya), Formación Punta Judas (Cuenca Parrita), Formación Coris y Peña Negra (Cuenca Candelaria), Formación Curré (Cuenca Térraba), Formación Uscari y Formación Río Banano (Cuenca Limón Sur). La preparación de las muestras se realizó por medio del método estándar, el cual

consiste en la digestión de la muestra en HCl y HF; con un posterior análisis por medio de un microscopio de luz con el objetivo de identificar palinomorfos. Dicho procesamiento del material e identificación de microfósiles se llevaron a cabo en las instalaciones del STRI (Smithsonian Tropical Research Institute) en Balboa, Panamá, los palinomorfos encontrados consisten en esporas, polen y dinoflagelados típicos de ambiente transicional como *Lanagiopollis crassa*.

Este estudio piloto demuestra el potencial palinológico del país y da paso a futuras investigaciones con el objetivo de entender los cambios climáticos y a su vez de flora, durante el levantamiento del istmo centroamericano.

The coarse-grained volcanoclastic units of the Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica: frequently neglected or misunderstood – but important and significant!

André Schwarzer & Hans-Jürgen Gursky

Technische Universität Clausthal, Institut für Geologie und Paläontologie, Leibnizstr. 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany
gursky@geologie.tu-clausthal.de

The geologic basement of southern Central America is composed of Jurassic to Early Tertiary ophiolitic units, traditionally assembled as the Nicoya Complex. It includes different magmatic and sedimentary rocks from various plate tectonic settings. Gabbros, massive and pillow basalts are dominant and associated with heterogeneous sedimentary rocks, such as variable clastics, radiolarian cherts and limestones of mostly deep marine origin. Volcanoclastic breccias make up approximately 10 percent of the Nicoya Complex. In contrast to the magmatic and fine-grained sedimentary rocks, the ophiolite breccias have not yet been investigated in detail.

We are currently studying these breccias focusing on outcrops along the Pacific coastline of Costa Rica (Nicoya Peninsula, Herradura and Quepos areas). Breccias occur as generally irregular lenticular bodies, from few meters to tens of meters in thickness, intercalated within volcanic units and at the top of the ophiolite suite underlying the sedimentary cover sequences. Several structurally and compositionally different breccia types are present:

- coarse-gr. massive monomictic basalt breccias, mostly pillow/pillow-block breccias,
- coarse-grained, massive oligomictic basalt breccias including sedimentary clasts, as results of reworking and redeposition processes,
- fine-grained stratified basalt breccias grading locally into volcarenites, partly intercalated with coarse-gr. breccia beds and exceptionally with pillow basalt units,
- and in places: variable oligomictic breccias composed of basalt, limestone and/or siliceous components, coarse-grained gabbro breccias including mega-breccias, and fine-grained radiolarite breccia.

Basalt-dominated breccias are by far dominant, however the remarkably wide range of breccia types indicates variable reworking and sedimentary processes and points to a relatively large number of different oceanic sedimentary environments controlled by specific volcanic, structural and/or plate tectonic settings. The coarse-grained massive monomictic basalt breccias mostly result from pillow basalt fragmentation, as frequently observed on modern ocean floors (e.g. oceanic ridges), due to autoclastic fragmentation or rock fall and accumulation as talus breccias along the rims of pillow flow units or minor fault scarps. Local

subangular grain shapes and ill-defined bedding may indicate incipient fan development including debris-flow deposition. The presence of radiolarite clasts indicates that high-relief areas existed where, due to tectonic uplift, older stratigraphic units including radiolarite formations were exposed to erosion. The fine-grained basalt breccias and volcarenites are mostly high-concentrated turbidites; places and modes of their relatively good sorting are unclear. The non-basaltic and mixed breccias formed at major fault scarps where deeper crustal units were exposed and in uplifted and strongly eroded ophiolite terrains, the latter especially at the top of the ophiolite units, before the onset of the deposition of the sedimentary cover sequences.

As a perspective, the ophiolite breccias of the Nicoya Complex may help to reconstruct environments, controlled by volcanic and tectonic activities, that are diagnostic for specific deep-sea plate-tectonic settings such as ridges, plateaus, basal island-arcs and sea-mounts.

Characteristics of the seismicity of the calderas of Masaya and Apoyo, Nicaragua

Fabio Segura Mojica
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
fabio.segura@gf.ineter.gob.ni

Based on catalogues collected during the time periods of 1975-1982 and 1992-2006 seismic and tectonic characteristics were investigated for the central part of the Nicaraguan volcanic chain, Southeast of Managua city. The study area corresponds to Masaya and Apoyo volcanic calderas. Seismic ratios frequently bounce when seismic swarms occur. The highest seismic stress is delivered in the first 5 km of the crust. There are three areas of highest seismic density (Southeast of Granada city, Northeast of Masaya lagoon, and North of Masaya volcanic caldera). Damaging earthquakes (5.5 ML) are waited between 20 and 40 years East of Masaya city and South of Granada city. Seismic profiles suggest a good correlation with the volcanic calderas proposed in recent geologic studies.

Some characteristics of the nicaraguan subduction zone

Fabio Segura Mojica
Instituto Ncaragüense de Estudios Territoriales (INERTER)
fabio.segura@gf.ineter.gob.ni

Based on seismic catalog of the period 1992-2007 collected for the Nicaraguan local seismic network we analyze some characteristic of the subduction zone like: seismicity, relevant earthquakes, some differences between subduction segments located in front of north western and south eastern pacific coast of Nicaragua, and stress behaviour along subduction slab.

Results suggests: high stress release between 0-160 km in spite of higher number of seismic events between 0 and 40 km of depth; three stress behaviour: horizontal tension in the depth range 0-40 km; compression between 40 and 80 km, more or less following dipping of subducted slab; and, tension in the subducción dipping.

The application of electrical methods in exploration for underground water sources in the River Malacatoya sub-basin, Nicaragua 2005-2008

Lener Sequeira Gómez¹ & Oscar Escolero Fuentes²

¹Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua. Apartado Postal A-131, Managua-Nicaragua

²Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F., México

lenersequeira@cigeo.edu.ni

Nicaragua is being substantially affected by climate change, whose impact is to be seen in marked seasonal variations of climatic and hydrometric parameters. Rainfall has declined sharply over the last decade within a strip of land that runs parallel to the Pacific Ocean and extends from the extreme northwest of Lake Nicaragua (also known as Cocibolca) to the Departments of Madriz and Nueva Segovia on the border with Honduras. Droughts and water shortages have changed the way of life of local inhabitants along the strip, which includes the Malacatoya sub-basin. Groundwater and surface water levels have been notably reduced. This has increased the need to seek new water sources in the sub-basin from a flow-systems viewpoint, applying hydro-geological, geophysical and hydro-geochemical techniques to create a conceptual model of how the systems operate. This article describes the application of 10 Continuous Vertical Electrical Soundings (CVES) and nine Vertical Electrical Soundings (VES), accompanied by a geological evaluation. Taken together, these techniques permit the identification and characterization – in terms of space and depth – of the aquifer formations present in three sub-areas that favor their circulation.

Piedras semipreciosas, recurso para producción de artesanía en América Central

Josef Sevcik¹ & N. Jarove²

¹GEKON Ltd

²130 00 Praha 3, República Checa

Durante del levantamiento geológico, que se realizó en los años 1997-2008, se registraron los índices de unas materias primas. Entre varios tipos de estos materiales, el grupo interesante representa las piedras, que pueden servir para producción de artesanía para el turismo. Además, una instalación de taller para cortar y pulir las piedras naturales no sería tan cara y la capacitación de los trabajadores tampoco.. Esta producción no tiene impacto en el ambiente natural, puesto que se elabora solo con un volumen limitado del material. La producción eventual podría beneficiar, ante todo, la población de áreas rurales.

Durante de los trabajos del campo fueron estudiadas las áreas siguientes:

Nicaragua: Zona de cadena volcánica Pacífica, parte central del país, área de Ocotal, Somoto, Estelí, Matagalpa, Jinotega, Sebaco y Boaco.

El Salvador: Partes de las provincias Metapán y La Unión.

Costa Rica: Cordillera Tilarán.

Estas materias primas hasta ahora no se han utilizado, excluyendo a los indígenas precolombianos quienes elaboraban, de piedras silíceas sus instrumentos primitivos. Solamente en Nicaragua se aplica muy ampliamente la roca llamada marmolina, que es una roca hidrotermal alterada, suave, con estructura y color muy variable. De este material se confeccionan los suvenirs típicos para el país. El material es cortable por cuchillo, pero no se puede pulir. Se observa en varios lugares del país, sin embargo, la calidad de material es muy variable. Muchas veces se observa marmolina silicificada con estructura y color interesante, que puede servir, por ejemplo, para producción de ceniceros y otros productos de este tipo. Las zonas de silicificación a menudo están acompañados por jaspes que forman los bloques hasta 0,5m³ de volúmen. Además de las partes vesiculares o partes con varios defectos, hace falta eliminar las partes de colores insípidos. Raramente se observan los pedazos de la calidad excepcional con varias estructuras laminadas, oolíticas y multicolores.

Con frecuencia se observan también varios tipos de ágatas. El tamaño de los nódulos varía desde algunos pocos centímetros hasta 20 cm. Generalmente todas las ágatas tienen colores muy claras y predominan los pedazos laminados horizontalmente, donde alteran capas de varias potencias de colores grisáceas, azules y blancas. Las ágatas con diseño concéntrico son raras así como los pedazos de combinación laminado y concéntrico. Con frecuencia, se observan en el centros de ágatas las cavernitas (geodas) con cristales del cuarzo. Según nuestras observaciones, por la calidad buena poseen un 30% de ágatas.

Otra materia prima de calidad alta es la madera petrificada. Fue observada en varios lugares en la zona estudiada. Muchas veces se encuentran solamente fragmentos pequeños pero también se hallan los troncos grandes.

Con frecuencia se hallan varios tipos de los ópalos. Sin embargo, predominan los tipos frágiles que se fracturan durante de pulimiento.

Además de estos minerales semipreciosos, algunas rocas como las ignimbritas, son muy decorativas y usables para producción de artesanías.

Coladas de lava formadoras de abanicos de bloques en el volcán Arenal (Costa Rica): mecanismos, facies e implicación para los estudios aplicados de terrenos volcánicos

Gerardo J. Soto

katomirodriguez@yahoo.com

Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Las coladas de lava eruptadas por el volcán Arenal entre 1968 y el 2008 son andesíticas basálticas blocosas. Habían sido eruptadas con tasas de emisión entre 1,0 y 0,3 m³/s hasta 1997. Desde 1998 y particularmente desde el 2000, han sido emitidas a una baja tasa (0,1 m³/s) sobre pendientes muy fuertes (>35°) en la parte alta del cono activo (cráter C). Las bajas tasas de emisión y las fuertes pendientes, han determinado que los flujos sean más cortos (< 1 km de longitud) en contraposición con los previos, que llegaron a tener hasta 3,2 km de longitud. Debido a esto, la inestabilidad de sus frentes provoca el periódico deslizamiento sobre las laderas del volcán, de modo que los bloques originales son retrabajados y autoerosionados, formando abanicos de bloques decimétricos a métricos soportados por granos o por

una matriz arenosa de autobrechamiento. Estos depósitos están muy engrosados (decenas de m) en la parte media del cono, típicamente entre 1 y 2 km de distancia del cráter activo, y suelen ser heterogéneos, facial y granulométricamente. Esto porque, dependiendo de los volúmenes desprendidos de las coladas, pueden formar deslizamientos de rocas ($102-104 \text{ m}^3$; v.gr., enero 2007-febrero 2008), eventos transicionales entre deslizamientos y flujos piroclásticos ($V \sim 104 \text{ m}^3$; v.gr., 21 marzo 2003) o bien formar flujos piroclásticos (tipo bloques y cenizas) por colapso de frentes de coladas ($>104 \text{ m}^3$; v.gr., 5 setiembre 2003, 18 setiembre 2007). La fuerte pendiente es el primer elemento disparador, así como la exposición de áreas de las coladas más ricas en gases, que provocan despresurización y fragmentación. Una vez generado el colapso frontal de las coladas, hay una despresurización de poros, vesiculación y pulverización del material (y por tanto, generación de nubes de cenizas), y por eso el mecanismo cambia de un deslizamiento rocoso a un flujo piroclástico cuando el volumen colapsado y en consecuencia la cantidad de volátiles despresurizados es alta. Mecanismos similares se han observado en la colada de lava dacítica del Santiaguito (Guatemala) y en el domo dacítico del Unzen (Japón), al generarse flujos piroclásticos. Las características de las coladas formadoras de abanicos de bloques medio-distales y el reconocimiento de sus facies laterales, tienen utilidad en los estudios de terrenos volcánicos antiguos o en áreas distales de volcanes recientes, porque los abanicos son altamente porosos y permeables y facilitan el flujo de aguas subterráneas y fluidos hidrotermales. Por ejemplo, en estudios geoelectrónicos, las características físicas de tales depósitos son más bien similares a las de los depósitos epiclásticos o piroclásticos, lo que puede llevar a subestimar las características como acuíferos de estos depósitos. En estudios de volcanes por imágenes satelitales multiespectrales, la firma espectral de estos depósitos se asemeja más bien a la de los piroclastos de flujo o caída, y por este motivo, los mapeos realizados con tales imágenes, requieren estudios de campo para la comprobación y el remapeo de unidades. Asimismo, reconocer las facies longitudinales y verticales de estos depósitos y su relación con las coladas de lava, son importantes para una correcta evaluación del peligro volcánico.

Los primeros mapas geológicos en América Central (1858-1937)

Gerardo J. Soto

katomirodriguez@yahoo.com

Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Los mapas geológicos son los productos más importantes y útiles de la investigación geológica. Esta se inició en América Central en las décadas de 1840-50 y los primeros mapas geológicos aparecieron en la segunda mitad de la década de 1850. Tres razones principales atrajeron a los científicos a esta región: el trabajo explorador de Humboldt (entre las décadas de 1790-1800), la erupción del volcán Cosigüina (Nicaragua, 1835) y el libro de Stephens, *Incidents of Travel in Central America, Chiapas and Yucatan* (1841). La mayoría de las investigaciones se enfocaron en la búsqueda de yacimientos minerales, la explotación de minas, la búsqueda para una vía apropiada para un canal que conectara el Caribe con el Pacífico, y los fenómenos volcánicos y sísmicos. Humboldt se acercó a Berghaus, con el propósito de colaborar en un atlas geográfico, cuya segunda edición (1852) incluyó tres mapas regionales de volcanismo, uno de ellos de América Central. Luego, von Seebach presentó una descripción regional de los volcanes de América Central (1864, 1892), los primeros estudios de este tipo en el Nuevo Mundo.

Entre las contribuciones más sobresalientes están los mapas geológicos publicados por: 1- Karsten de la Gran Colombia, incluyendo Panamá (1858), el primero que cubría una porción de América Central; 2- los franceses Dollfus y De Montserrat del norte de América Central (El Salvador y Guatemala, 1868), y 3- Gabb, quien trabajó entre 1873-76, y realizó un mapa de una gran área del lado caribe de Costa Rica, mapa que estuvo perdido por largo tiempo y fue rescatado recientemente. Los estudios de factibilidad para un canal a través de Nicaragua generaron mapas geológicos por Whitfield (1874), mientras Hayes y Douville compilaron mapas geológicos en la década de 1890 en el intento de construir el canal en Panamá. Sapper llevó a cabo una enorme labor entre 1888 y los años de 1930, produciendo los primeros mapas regionales en 1905. Romanes investigó en Costa Rica occidental y central, describiendo y haciendo perfiles a través de las rocas que luego serían llamadas ignimbritas (1912). Desde 1915, las compañías petroleras se interesaron en la exploración del sector caribe de Panamá y Costa Rica. Los trabajos de MacDonald (1918), quien previamente se había involucrado en el estudio de la geología del Canal de Panamá, y por Woodring sobre la tectónica del Caribe (1928) están entre los más importantes de esta exploración. En el norte de América Central, las exploraciones geológicas fueron llevadas a cabo en la década de los 1920 por Powers (Guatemala-Honduras), Ower (Belice), Waddel (Guatemala septentrional) y Waibel (Chiapas). Schaufelberger compiló y produjo nuevos mapas y perfiles en Costa Rica en la década de 1930. Este periodo pionero en la historia de la geología en América Central termina con la publicación de dos libros importantes: *Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region* (1935) por Schuchert, y *Mittelamerika* (1937) por Sapper, el cual sintetiza su trabajo geológico en la región. Ambos trabajos puntualizan las diferencias significativas en la historia geológica y la constitución de América Central septentrional y meridional, a partir de mapas geológicos.

Nacimiento y crecimiento del volcán Arenal, Costa Rica

Gerardo J. Soto & Guillermo E. Alvarado

Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A³SV), ICE, San José, Costa Rica
katomirodriguez@yahoo.com

El volcán Arenal se localiza en el término noroeste de la cordillera de Tilarán. Los volcanes más jóvenes de la cordillera son el Complejo de domos andesíticos Los Perdidos (ca. 90 ka), el volcán Chato (38 ka a 3,7 ka), y el Arenal (7 ka al presente), alineados a lo largo de una zona de debilidad cortical orientada NNW-SSE. El Arenal creció dentro de una cuenca tectónica con depósitos lacustres y aluviales, y tobas regionales con una edad ~20 ka (las cuales se especula pueden provenir del Chato). La primera erupción del Arenal sucedió hace 7 ka, es llamada AR-1 y fue freatomagmática, con depósitos ricos en lapilli acrecional y flujos de bloques y cenizas con abundante materia vegetal, que fue datada con 14C. Desde esa erupción, al menos otros 21 episodios de consideración (VEI > 3; llamados AR- 2 a AR-22, de más viejo a más joven, en orden estratigráfico) han sucedido en la historia del volcán hasta el año 1968. Estas erupciones incluyen 4 plinianas con volúmenes de tefras emitidos de hasta 0,44 km³, separadas entre sí por periodos de 750-1080 años; 8 erupciones subplinianas, 7 estrombolianas violentas, y 2 vulcanianas. Además, decenas de otros eventos eruptivos menores similares al de julio de 1968 o más pequeños. Ciclos lávicos del orden de 0,7-1,0 km³ han seguido a las erupciones plinianas, en una o varias erupciones a lo largo de décadas o centurias posteriores a las plinianas, construyendo nuevos y más altos conos sucesivamente, en posiciones muy similares a los cráteres centrales. Antes de la erupción de julio de 1968, el volcán se

asemejaba a un cono simétrico, pero la erupción que aún continúa (40 años), ha construido paulatinamente un cono gemelo, cuyas laderas occidentales son inestables, produciendo deslizamientos de rocas y flujos piroclásticos desde los frentes de las coladas blocosas activas. El nuevo cono ha estado creciendo en altura en las últimas dos décadas a un ritmo de 5-6 m/año, y adosando un volumen entre $3-10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$. A esta misma tasa de crecimiento, el Arenal se convertiría de nuevo en un cono único simétrico dentro de 1-2 décadas, si la tasa efusiva continúa al mismo ritmo sin colapsos importantes del cono. El total del volumen de tefras de caída calculado que ha producido el Arenal a lo largo de toda su historia es de $\sim 4,5 \text{ km}^3$, del cual $\sim 20\%$ está dentro del cono. El cono propiamente dicho está principalmente construido de campos de lavas (andesitas basálticas muy uniformes), mientras que los piroclastos forman principalmente un abanico o cobertura, sobre todo en el flanco oeste del volcán y en áreas distales. Su volumen es de $\sim 10 \text{ km}^3$, que incluye $\sim 7,5 \text{ km}^3$ de lavas, $\sim 1,5 \text{ km}^3$ de piroclastos balísticos y epiclastos y $\sim 1,0 \text{ km}^3$ de los piroclastos de caída mencionados. De tal manera, el total de volcanitas producidas es de $\sim 13,5 \text{ km}^3$, la tasa de producción es $\sim 2 \text{ km}^3/\text{ka}$ ($\sim 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$), la relación volumétrica piroclastos/lavas es de alrededor 45/55. El porcentaje volumétrico de productos es 13% de piroclastos básicos; 25% de piroclastos andesíticos; 7% de piroclastos dacíticos y 55% de lavas. Esto significa que el 80% del volumen de volcanitas producidas por el Arenal son andesitas.

Geología de la península Descartes (Costa Rica), una visión hidrogeológica

Gerardo J. Soto¹, Sandra G. Arredondo² & Alberto Vargas¹

¹Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV), ICE, San José, Costa Rica

²Tecnoambiente Centroamericano S.A., San José, Costa Rica

katomirodriguez@yahoo.com

La península Descartes se encuentra entre la península de Santa Elena y la bahía de Salinas, en el noroeste de Costa Rica, donde afloran rocas sedimentarias de la Formación Descartes. Con base en un mapa de elevación digital híbrido confeccionado con los mapas satelitales de la NASA y la topografía del IGN, así como trabajo de campo, se ha producido un mapa geológico detallado que muestra dos unidades geológicas e hidrogeológicas. La Formación Descartes allí, es una alternancia cíclica de areniscas, conglomerados y brechas volcánicas con cemento carbonatado y tobas intercaladas, depositadas durante el Paleógeno, de unos 2500 metros de espesor. Son turbiditas con una importante contribución de volcanitas (lavas, tobas e ignimbritas) erosionadas del arco volcánico de ese momento. Estas sedimentitas afloran a lo largo de los acantilados, playas rocosas e islotes que rodean la península Descartes, así como en las colinas y en las quebradas que la cortan. En el piedemonte de los cerros se encuentran depósitos coluviales, con espesores métricos que cubren a las secuencias volcánicas, y que se interdigitan en los sectores más bajos y planos, con depósitos aluviales que alcanzan espesores de hasta 15-30 m, según los detalles de los pozos excavados y perforados reportados y mapeados. Las rocas de la Formación Descartes forman pliegues cilíndricos de varios kilómetros de longitud de onda, con flancos no simétricos. El flanco más inclinado del anticlinal de Descartes aflora a lo largo de la costa suroeste de la península, bien visible en los acantilados. El otro flanco se distribuye en todo el resto de la península hacia el noreste, con buzamientos más suaves, que forma asimismo el flanco sur del sinclinal de Salinas. La dirección de los ejes es ESE, y se encuentran desplazados por una falla sinistral perpendicular a los pliegues, con dirección

NNE, así como otras fallas menores que se infieren con base en las direcciones de buzamientos y en la morfología. Todas estas fallas son probablemente del Mioceno, no activas neotectónicamente. Las unidades geológicas definen asimismo dos tipos de acuíferos: uno sedimentario fisurado y otro sedimentario poroso. El primero presenta características estructurales (sobre todo el profuso fracturamiento), que controlan el comportamiento del flujo de agua. En el segundo tipo de acuífero, el coluvio-aluvial, las variaciones en su constitución y espesor son las que controlan el comportamiento del flujo. Según la información obtenida de los pozos que captan agua del acuífero fisurado, este puede considerarse de baja producción (0,3-2 L/s), donde el flujo presenta una dirección predominante hacia el noreste, con una recarga al suroeste y centro (áreas altas y expuestas) y descarga en los materiales coluvio-aluviales y al mar, hacia el noreste de la región. Las aguas poseen cierto grado de dureza, debido a las litologías calcáreas de la Formación Descartes. Por su parte, el acuífero en los depósitos coluvio-aluviales, cuyo espesor disminuye en las áreas cercanas al ápice de los coluvios y aumenta hacia las planicies aluviales, puede rendir caudales de entre 0,1-0,3 L/s, y es muy susceptible a sufrir una baja ostensible de sus niveles durante la época seca, además de ser susceptible a la contaminación.

Lluvia ácida en el volcán Turrialba (Costa Rica): abril 2007 - abril 2008

Gerardo J. Soto¹, José Francisco Fernández², Marian Rojas² & Claudio Paniagua³

¹Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV), ICE, San José, Costa Rica

²Laboratorio Químico, ICE, San José, Costa Rica

³Gestión de Red Región Huetar, ICE, Turrialba, Costa Rica

katomirodriguez@yahoo.com

El volcán Turrialba es el más oriental del arco volcánico costarricense. Su última erupción estromboliana-vulcaniana sucedió entre 1864-66, y desde su final ha presentado actividad fumarólica con altibajos en su intensidad, en los cráteres central y suroeste, sitios de la última erupción. Análisis de los gases del año 2001 (Zimmer et al., 2004) muestran una fuerte influencia del sistema hidrotermal y ninguna influencia mágmática descifrable. Desde el 2003 presenta cambios en sus patrones fumarólicos, de modo que diversos análisis inéditos de gases muestran un incremento en la razón gases mágmáticos / gases hidrotermales, particularmente desde abril del 2007, cuando la actividad fumarólica se ha visto en notable incremento. Aunque no es claro el mecanismo de este cambio (p.ej.: intrusión mágmática vs. ruptura de caparazón hidrotermal somera), la cantidad de bióxido de azufre exhalado parece haberse incrementado 10-100 veces. En consecuencia, la mezcla de gases ácidos (SO₂ y Cl principalmente) con la humedad ambiental y las nubes han promovido la formación de nubes ácidas y su consecuente precipitación como lluvia ácida, sobre todo en el sector occidental, debido a que los vientos regionales soplan desde el sector caribe (de E y ENE a W y WSW). El Instituto Costarricense de Electricidad posee infraestructura en la cima, de modo que se ha preocupado por medir la lluvia ácida. Las observaciones han sido cualitativas y de mapeo desde abril del 2007 y de manera cuantitativa y de mapeo desde agosto del 2007 hasta abril del 2008. Se ha montado una red de medición mensual que consta de 15 estaciones fijas de medición en los alrededores del volcán, en particular los flancos sur, suroeste y oeste. Desde agosto del 2007 se han producido mapas mensuales de isoacidez. A partir de la visualización cartográfica, es evidente que el efecto de la lluvia ácida y su extensión han ido creciendo desde mayo del 2007 (elipsoide trapezoidal en la vecindad de los cráteres) hasta noviembre del 2007 y de allí se mantienen los grados de acidez hasta

abril del 2008. En agosto del 2007 el área con lluvia ácida ($\text{pH} < 5,6$) alcanzaba hasta la finca La Central (2,3 km al SW de la cima) y alrededores, mientras que desde noviembre del 2007 se prolongó mucho más allá hacia el sector suroeste y sur-suroeste, con pH de ~ 5 hasta $\sim 4,5$ km al SW de los cráteres. Los valores absolutos de concentración de sulfatos y cloruros han mostrado un continuado aumento, con el ion sulfato como dominante, tal cual es esperable debido a las emisiones predominantes de SO_2 . Hasta el momento, la influencia de la lluvia ácida sobre la infraestructura del ICE es mínima, debido a las medidas mitigatorias tomadas. El efecto sobre la flora y fauna silvestre y doméstica y en los humanos, por otra parte, ha sido variable, dependiendo de las especies y las variaciones de la lluvia.

¿Cuán extensa y voluminosa es la Formación Tiribí, Costa Rica? Nuevos hallazgos y reinterpretaciones

Gerardo J. Soto¹, Wendy Pérez² & Sandra G. Arredondo³

¹Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica (A3SV, ICE), San José, Costa Rica

²IFM-GEOMAR, Kiel, Alemania

³Tecnoambiente Centroamericano S.A., San José, Costa Rica

katomirodriguez@yahoo.com

La Formación Tiribí, de 322 ka (Pérez et al., 2006), consiste en una capa de pómez pliniana basal y una ignimbrita sobreyacente de gran espesor. Ambas afloran a lo largo de la cuenca del río Virilla, en numerosos tajos y pozos perforados. La capa de caída de pómez pliniana sobreyace sin paleosuelo a las brechas de Colima Superior (330 ka) y se encuentra distribuida desde Paracito hasta Ciudad Colón, mientras que la ignimbrita se encuentra hasta en Orotina. El origen de estas dos unidades es la caldera Barva, una estructura semicircular ubicada en la cúspide del volcán Barva que se encuentra erosionada y cubierta en parte por los productos del Neo-Barva. Recientes análisis químicos sugieren que depósitos aflorantes en otras localidades, pueden ser correlacionados con la ignimbrita de Tiribí, entre ellos depósitos en el escarpe de la Falla de Alajuela, en los ríos Alajuela, Itiquís y Ciruelas (sur del Barva) y en el río Sarapiquí (norte del macizo); así como en pozos perforados en la parte alta sur del Barva. La ignimbrita presenta al menos cuatro litofacies diferentes, según el grado de soldamiento, contenido de líticos y juveniles, fábrica y estructuras. Las facies soldadas afloran en la Falla de Alajuela, donde la ignimbrita se observa plegada, levantada y exhumada y se le ha conocido como la Formación Setillal. Además se encuentra basculada en tajos en Tacacorí e Itiquís y en los ríos Itiquís, Alajuela y Ciruelas. Asimismo se cortan en una perforación previa (520820E-229750N) y una reciente en el río Ciruelas (524310E - 231120N, 140 m de profundidad; 1900 m s.n.m.). El resultado más importante en términos de distribución y volumen del evento volcánico que formó Tiribí es la correlación química y litológica con un depósito ignimbrítico mapeado en el río Sarapiquí cerca de la confluencia con el río María Aguilar (516,5E - 253,75N; 470 m), 20 km al NNW de la caldera del Barva. Esto indica que los flujos piroclásticos también fluyeron hacia la vertiente Caribe, donde no se habían encontrado evidencias hasta ahora por la dificultad de las condiciones climáticas y topográficas. Las correlaciones indican que las ignimbritas fluyeron hacia la parte oriental del Valle Central, donde encontraron la barrera topográfica del Complejo Zurquí, los rodearon y subieron hacia el sureste, donde aparecen engrosadas en los paleovalles. También se encauzaron hacia el oeste a lo largo del paleoVirilla, 75 km hasta la costa pacífica, y hacia el norte hasta al menos 25 km. Esto implica que los profundos cañones de los ríos Virilla, Tárcoles y Sarapiquí han sido excavados en 320 mil años. Las nubes de cenizas finas producidas por la erupción fueron barridas

por los vientos altos regionales hacia el oeste y han podido ser encontradas en el fondo oceánico (Kutterolf et al., 2008). Debe incluirse a la ceniza coignimbrítica distal en la Formación Tiribí, lo que además implica un incremento en el volumen total de 35 km³ a unos 100 km³, tomando en cuenta los depósitos distales y las nuevas localidades reportadas aquí.

Geochemical interpretation of the source of Turrialba volcano, Costa Rica, using aggregated fractional melting and fractional crystallization models

Naya Sou, Esteban Gazel, Michael J. Carr & Mark D. Feigenson
Department of Earth and Planetary Sciences, Rutgers University

Turrialba is the southeasternmost volcano in the Central American volcanic front. It is located in the central Costa Rican segment about 10 km behind the volcanic front axis. It is a young volcano, probably no older than 600 ky. Even though Turrialba lies in a well-studied area, this volcano lacks much of the geochemical and geochronological work done in other “more active” volcanic centers of the arc. The lavas found at Turrialba range from basaltic andesites to dacites with an alkaline component (high K₂O series). The lavas show arc and within-plate OIB signatures. To study the source that produced the lavas, we used aggregated fractional melting and fractional crystallization models. The melting model suggests that the melt fraction (F) is very low (~2-5%) of a mantle peridotite with the following mineral mode: 60%ol+20%opx+18%cpx+2%ga. Fractional crystallization models requires low crystallization (5%,15%, 20%) of the most primitive magma and the following mineral mode: 50%plag+40%cpx+10%ol. Ongoing geochemical and geochronological studies on Turrialba will help to constrain the age and contribute to a better understanding of the magmatic processes in this volcano.

Red GPS “ZFESNET” para el estudio de la evolución del ciclo sísmico de deformaciones y esfuerzos asociado a la zona de falla de El Salvador

A. Staller¹, J.J. Martínez-Díaz², B. Benito¹, D. Hernández³, M. Díaz³, C. Pullinger⁴, C. DeMets⁵, C. Canora², J. A. Álvarez-Gómez² & M. Béjar²

¹Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía, ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid

²Dpto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid

³Servicio de Geología, Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Salvador

⁴Empresa LAGEO, El Salvador

⁵Dept. of Geology & Geophysics, University of Wisconsin-Madison
a.staller@upm.es

El Salvador se caracteriza por la presencia de fallas de desgarre sísmicamente activas subparalelas a la zona de subducción. Estas estructuras han sido las responsables de la mayoría de los terremotos destructivos que han tenido lugar a lo largo de la costa Pacífica en el arco volcánico centroamericano,

desde Guatemala hasta Costa Rica. La Zona de Falla de El Salvador (ZFES) es una de las principales estructuras tectónicas de la región estudiada, y posiblemente la estructura donde se está acomodando la mayor parte del movimiento paralelo a la zona de subducción. En este trabajo se presenta la Red GPS ZFESNET, establecida en 2007 con el fin de cuantificar la deformación que se está produciendo actualmente asociada a la ZFES. La determinación de deformaciones y esfuerzos acumulados a partir de datos GPS permitirá complementar los datos geológicos existentes y contribuir a una correcta evaluación de la peligrosidad sísmica para esta zona, así como al mejor entendimiento de los datos de sismicidad histórica y paleosismicidad.

Registration and processing of seismic network data at INETER, Nicaragua

Wilfried Strauch

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

A hardware and software system was configured for the automatic registration of seismic events, automatic preprocessing and interactive final processing. Earthworm software under Windows OS is used for the registration of the digital data stream coming in permanently, in real time from seismic stations. The Nicaraguan seismic network counts with more than 70 stations and, additionally, around 50 stations from other Central American countries, North and South America and the Caribbean region are recorded in real time. Many stations have 3 components. In total, the system records more than 150 channels with sampling frequencies of 20, 50 or 100 Hz. Seismic data from Nicaraguan stations are transmitted to several institutions in Central America as well GEOFON (Germany) and Puerto Rico Seismic Network. Internet bandwidth dedicated for data exchange of foreign and Nicaraguan stations, also shared for general use of Geophysical Department of INETER is 1000 kbps (Upload and Download). The main parts of the recording and data processing system are doubled to have the redundancy necessary to guarantee the performance of the seismic data center in case of failure of a hardware or software component or during maintenance of parts of the system. That means, for instance, that two identical data streams are transmitted from each of the Nicaraguan seismic stations to feed the two Earthworm systems. All data are recorded continuously and stored in a ring buffer for about 3 days. For broad band stations and one seismic station at each active volcano the continuous data stream is archived permanently in Miniseed format. For other stations only detected events are stored permanently, in Seisan format. Many data channels are bandpass filtered to improve seismic event detection. The total of seismic stations is divided in different groups and detection schemes are used to perform detection according the characteristics of the various station groups of the network and the seismicity expected in different parts of the monitored area, e.g. each of the active Nicaraguan volcanoes, Managua, Western Nicaragua, Eastern Nicaragua, each of the Central American countries. For strong events automatic event detection and location routines from the Early Bird package are used with the data from the regional seismic broad band stations. Final locations and magnitude determinations are obtained by interactive processing carried out by the seismologist on duty using SEISAN software on SUN Workstations (SOLARIS). RSAM and SSAM is calculated continuously for seismic stations located near the active volcanoes to be used for eruption prediction. Results are routinely published on INETER's website a few minutes after the occurrence of the event, in event lists

and maps. Other products available on the website are Helicorder style seismograms for each of the stations of the network and spectrograms for the active volcanoes. In case of strong events or unusual activity in the volcanoes information or warning messages are sent by email and fax to more than 70 recipients in Nicaragua and Central America.

Use of web technology for comprehensive information to the population on natural hazards, disaster prevention and early warning in Nicaragua

Wilfried Strauch

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

INETER's Website (<http://www.ineter.gob.ni/>) can be considered as one of the largest and most comprehensive in Latin America in the field of geosciences, natural hazards, monitoring of dangerous geological and hidro-meteorological phenomena, and early warning. Most part of this site is actually occupied by information related to geological phenomena as provided by Geophysical Department of INETER. The site was launched, in 1999 during the last eruption of Cerro Negro volcano, with the idea to provide, efficiently, first hand information to governmental institutions, local authorities, international institutions, mass media and the population in general about the ongoing eruption. After nearly 10 years of development the site offers now near real time data gathered by INETER's monitoring networks, hundreds of scientific reports, thousands of topographical and hazard maps, basic scientific data, information about ongoing projects, statistical data about INETER. Most popular are the earthquake monitor (www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/monitor.html) which provides earthquake locations in Nicaragua and Central America in near real time, the volcano Webcams with real time images of the Nicaraguan active volcanoes (www.ineter.gob.ni/geofisica/webcam/index.html), and the maps of seismic faults in Managua (<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/f-mana.html>). Access statistics are provided and information about the hardware and software facilities which are used for the website.

Reconocimiento de corrientadas rápidas, inundación desastrosa y deslizamientos en Matagalpa, Nicaragua, ocurridos, el 17 de octubre de 2007, a causa de intensas lluvias

Wilfried Strauch, Antonio Álvarez & Angélica Muñoz

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

En la noche del 17 de octubre de 2007 ocurrió un desborde desastroso de los ríos que atraviesan la ciudad de Matagalpa. Muchas casas fueron inundadas, varias personas murieron y las pérdidas económicas fueron enormes. La inundación fue sorpresiva para la población porque, este día, las lluvias en la propia ciudad no parecían muy intensas. Se analizaron datos meteorológicos, imágenes de satélite y se realizó un reconocimiento del campo sobre impacto y causas que del desastre. Se concluyó que la desastrosa

correntada (inglés: flash flood) fue causada por una muy intensa lluvia de 2 horas de duración localizada sobre las micro cuencas al norte de la ciudad la que provocó que desbordaran los ríos que afluyen al Río Matagalpa al norte de la ciudad. La afectación desastrosa ocurrió por construir en o demasiado cerca del lecho del río. El peligro de inundaciones en Matagalpa ya fue investigado anteriormente mediante simulaciones numéricas (UNOSAT, CIGMAT). Estos resultados como los de otros estudios de amenazas son poco conocidos por la población y los tomadores de decisión en el municipio. Además de la inundación se observaron algunos sitios de deslizamientos. En el barrio Fátima se detectó un deslizamiento activo - una zona de aproximadamente 200 x 300 m está en movimiento lento. La máxima velocidad en el sitio pudo haber alcanzado algunos centímetros al día. Una casa ya esta deteriorada y en otras más se observa fuerte agrietamiento y con nuevas lluvias intensas podrían verse seriamente afectadas hasta su colapso o caída. Sobre el área se ubican aproximadamente 30 casas de las cuales unas cinco pueden estar en mayor peligro. Esta zona fue señalada en estudios anteriores como deslizamiento potencialmente activo. En otras zonas como El Tambor y San Martín se observan afectaciones de algunas casas pero con menor incidencia. Se propone la instalación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones del Río Grande y sus afluyentes. El sistema podría contar de al menos una estación pluviométrica telemétrica en cada una de las micro cuencas, y una estación hidrométrica telemétrica en cada uno de los afluyentes del Río de Matagalpa; además de estaciones hidrométricas en el Río Matagalpa. Se propone una central local de monitoreo y alerta temprana y una o varias sirenas potentes para la alarma. Que se desarrolle un sistema de monitoreo de deslizamientos para las zonas más propensas para este fenómeno, con sensores pluviométricos, de humedad del suelo, distanciómetros y otros. La población debe ser informada para entender las señales de alarma y las medidas de prevención y mitigación. Se debe fortalecer el ordenamiento territorial y el control de construcciones para evitar que se construya en el lecho del río o en las zonas propensas para deslizamientos. Señalar la zona de potencial inundación desastrosa con rótulos.

Mapeo con base en SIG para evaluar amenazas geológicas e hidrometeorológicas para 90 proyectos de viviendas de bajo costo en Nicaragua

Wilfried Strauch¹, Angélica Muñoz¹, Miguel Blanco² & Carlos Collado¹, Alex Castellón¹ & Norwin Acosta¹

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

El Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR) y el Fondo Social de Vivienda (FOSOVI) es encargado para solucionar el problema habitacional del país especialmente para los sectores de la población con bajos ingresos. Para cumplir con su misión el INVUR ha solicitado apoyo técnico al Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) para la ejecución de estudios de evaluación de amenazas geológicas e hidrometeorológicas de sitios seleccionados para la construcción de viviendas. Se apoya también, en entidades auxiliares, unidades mediante las cuales la institución entrega subsidios habitacionales y los ejerce mediante un programa de la vivienda social nicaragüense. El objetivo del mapeo es identificar y evaluar las amenazas y su grado de amenaza sísmica, volcánica, de tsunami, de inestabilidad del terreno e hidrometeorológicas, que puedan impactar en la infraestructura y afectar a los pobladores de las nuevas viviendas. Para la ejecución de los trabajos se encargó a la Dirección General de Geofísica del INETER. Dado la gran cantidad de los sitios se desarrolló una metodología eficiente que se basa en la amplia información existente en los archivos del INETER y en el uso de los métodos

de Sistemas de Información Geográfica. Se formaron grupos de especialistas (geólogo, hidrólogo, SIG). Se revisaron los datos existentes en el archivo técnico del INETER. Se visitaron los sitios y se recopiló información local. Se utilizó el SIG Geo-Riesgos del INETER para elaborar los mapas de amenaza. Se elaboró el informe técnico. Los productos fueron revisados por las áreas técnicas correspondientes del INETER. Tiempo de ejecución - aproximadamente 1 semana por sitio. Resultados: Se estudiaron, de 2004 hasta abril de 2008, las amenazas naturales en más de 90 sitios en toda Nicaragua previstos para la construcción de viviendas en zonas rurales y se aseguró para más de 7,000 familias que sus nuevas casas se construyan en zonas seguras. Productos: Por cada sitio se entregaron alrededor de 10 mapas (1:1000, 1:5000, 1:50,000), un informe técnico y un SIG (ArcGIS) a INVUR. En total resultaron más de 900 mapas, 90 informes y 90 SIG. Informes y mapas fueron entregados en forma impresa y digital a INVUR y las autoridades locales correspondientes del sitio y están accesibles en el sitio Web del INETER: www.ineter.gob.ni/geofisica/proyectos/INVUR/beneficiarios.htm .

Análisis de amenazas geológicas e hidro-meteorológicas para tres zonas propuestas para la construcción de una refinería en la costa del Pacífico de Nicaragua

Wilfried Strauch, Angélica Muñoz, Eduardo Mayorga, Alex Castellón, Norwin Acosta, Isaías Montoya & Mauricio Rosales

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

Como parte de un estudio multidisciplinario de factibilidad para la construcción de una refinería en la Costa del Pacífico de Nicaragua se realizó, en junio de 2007, un análisis de las amenazas naturales para tres posibles sitios conocidos como: Cabo Desolado (El Tránsito), Miramar y El Tamarindo (ENASAL) . Se integró el análisis de amenazas geológicas (sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos) e hidro-meteorológicos (mareadas, inundaciones, corrientadas, huracanes, fuertes lluvias). El análisis se basó en gran medida en los resultados de una gran cantidad de estudios anteriores integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Geo-Riesgos desarrollado y mantenido por INETER. El SIG se utilizó para confeccionar mapas de los tres sitios en cuestión y para analizar las ventajas y desventajas de cada sitio en cuanto al peligro natural. El mayor problema para los sitios representa la amenaza sísmica a causa de los terremotos de gran magnitud que ocurren en la zona de subducción de Nicaragua. El valor pico que la aceleración (PGA) durante un período de 50 años podría alcanzar con 90 % de probabilidad es de alrededor de 4 ms^{-2} . Un mayor tsunami ha afectado, en septiembre de 1992, la zona costera en cuestión con olas de 4 a 10 metros de altura y este fenómeno representa un peligro específico para la infraestructura prevista para el desembarque del petróleo y el embarque de los productos de la refinería proyectada. Otros fenómenos son menos probables o significativos pero deben ser tomados en cuenta en el diseño y

la construcción de la prevista refinería. Los resultados de este estudio se combinaron con otros trabajos dirigidos a la problemática ambiental y del ordenamiento territorial para apoyar el proceso de toma de decisión sobre el sitio más favorable para la construcción de la refinería.

Instalación de una red sísmica en Honduras y primeras experiencias en su uso

Wilfried Strauch¹, Ángel Rodríguez² & Juan José Reyes³

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²Observatorio del Sur Occidente de Panamá (OSOP)

³Comisión Permanente de Contingencias, Honduras (COPECO)

wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

Hasta mayo de 2007, Honduras no disponía de una red sísmica aunque partes del país tienen amenaza significativa por sismos y tsunamis. En caso de sismos fuertes, COPECO, el instituto de geofísica de la Universidad de Honduras (UNAH) y la población en general dependen de la información publicada por INETER u otras agencias. Se identificó que, desde varios años, existía equipo sísmico en las bodegas de COPECO y en la Universidad de Honduras que podía servir para instalar una red sísmica elemental, con muy pocos recursos adicionales. Se propuso a las autoridades hondureñas comprar equipos de bajo costo - tarjetas de digitalización, y computadoras del campo - y completarlos con los sismómetros existentes para ensamblar algunas estaciones sísmicas completas. Del 6 al 12 de mayo de 2007, se logró instalar cuatro estaciones sísmicas digitales en Honduras. Tres estaciones se ubicaron en sedes regionales de COPECO (San Pedro Sula, Santa Rosa de Copán, La Ceiba) y una en la planta hidroeléctrica El Cajón, de la empresa de electricidad (ENEE). Las tres ubicadas en oficinas de COPECO y adicionalmente la estación sísmica de banda ancha instalada por USGS, en octubre de 2006, en Tegucigalpa están ahora disponibles para la vigilancia sísmica del país y de Centroamérica. Los datos se transmiten por el INTERNET. Se visitó también COPECO/Cholutega pero no se pudo instalar una estación porque todavía no hay INTERNET permanente en este lugar. Registro digital y procesamiento de datos se realizan por el momento en INETER, Nicaragua, porque en Honduras todavía no se encontraron las condiciones necesarias para esto. Los sismogramas pueden apreciarse en el sitio Web del INETER, <http://geofisica-ew1.ineter.gob.ni/sismogramas/hon/welcome.html>. Desde mayo de 2007, se demostró que el método barato de transmisión de datos por INTERNET es factible para Honduras y funciona aunque hay también algunos problemas que deben ser resueltos. Se probó que los datos adquiridos pueden integrarse de forma rutinaria en el monitoreo sísmico. Se realizó un curso de capacitación en el software Earthworm para un grupo de 10 personas de la Universidad de Honduras (UNAH) y de COPECO. Se discutió con las autoridades de COPECO y UNAH el futuro de la red sísmica y la necesidad de conformar una unidad específica para su desarrollo y mantenimiento. Se continuará con el desarrollo de la red sísmica con la instalación de otras estaciones y con capacitación y entrenamiento de personal. A raíz de la fuerte actividad sísmica en el centro de Honduras a partir del 15 de septiembre de 2007 con un sismo mayor de magnitud 5.4 se instaló,

en marzo de 2008, otra estación sísmica en la biblioteca de Lorito, que provee transmisión de datos por VSAT. Se obtuvo apoyo financiero de COSUDE y OXFAM para realizar esta actividad.

Nicaraguan Seismic Network – 2008

Wilfried Strauch, Emilio Talavera, Virginia Tenorio, Allan Morales, Martha Herrera & Antonio Acosta
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
wilfried.strauch@gf.ineter.gob.ni

In the last years the network was greatly upgraded and extended. Most seismic stations are now of digital type. The network counts with 15 broad band stations (2 STS-2, 13 Trillium), 50 short period stations, 2 small seismic arrays, and 20 digital accelerographs. In Western Nicaragua, especially in the volcanic chain, a wireless digital communications network was put in place to serve the monitoring and early warning system. Most seismic stations are connected via wireless communication, WAN, LAN or INTERNET to INETER's Monitoring and Early Warning Center. An important progress was the extension of the network towards the Central and Atlantic regions of Nicaragua. Using new communications lines provided by the Nicaraguan electric power distribution company, INTERNET via cellular telephony and VSAT systems of local institutions INETER succeeded to install 5 seismic broad band stations in this part of Nicaragua. Many seismic stations are installed in the Nicaraguan volcanic chain for volcano monitoring and eruption warning. Each of the 6 active volcanoes has at least one broad band station and some additional short period stations near the crater area. Volcanoes Cerro Negro and Telica count now with dense local networks of 10 or 6 stations, respectively. Many of the not active volcanic complexes have also at least one station installed to detect the possible reawakening of activity. A small seismic array is installed in Managua to experiment with array methods for local and regional monitoring and fast processing of strong earthquakes. Another small array at Cerro Negro volcano is in development for volcano monitoring. A regional seismic array is in construction near the Caribbean coast of Nicaragua to further improving the seismic monitoring for Eastern Nicaragua and the Southwestern Caribbean Sea. Seismic recordings are received in real time via INTERNET from around 50 stations in other Central American countries, North and South America and the Caribbean. Data of the INETER's seismic network are made available in real time for seismic observatories of the neighboring countries. The data of the broad band stations are transmitted in real time to GEOFON network (GeoForschungs Zentrum Potsdam). From there, the data are available via INTERNET for any interested user. Several stations are also transmitted online to Puerto Rico Seismic Network (PRSN) which serves as a node for the emergent tsunami warning system for the Caribbean Sea. The Monitoring and Early Warning Center at INETER works on a 24x7 base and processes all registered seismic events in near real time. In case of strong seismic events information or warning messages are transmitted automatically by email, and fax a few minutes after the event occurred to more than 70 institutions in Nicaragua and Central America. Seismic recordings, hypocenter data, epicenter maps and fast information messages are published in near real time on the web site of INETER. INETER publishes monthly and yearly bulletins on the seismic activity in Nicaragua. See <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/monitor.html>

New local seismic networks and disaster prevention measures at volcanoes Cerro Negro and Telica, Nicaragua

Emilio Talavera¹, Allan Morales¹, Martha Herrera¹, Wilfried Strauch¹ & Humberto Castillo²

¹Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

²CARE, Nicaragua

emilio.talavera@gf.ineter.gob.ni

In 2004-2008, the volcano monitoring systems for the volcanoes Cerro Negro and Telica were considerably improved, a communications system for the case of volcano disaster was installed, the organizational level of the population was improved, and measures for education and information on disaster prevention were taken.

Since 2004, CARE, INETER, Civil Defense and the municipal Mayor's offices of León, Telica and Malpaisillo, worked together to improve the disaster prevention in the area of the two volcanoes.

The following main results were achieved until January 2006:

- community leaders of the communities around volcanoes, teachers of school centers, officials of the municipalities of León, Telica and Malpaisillo, officials of national institutions (INETER and Civil Defense) have improved their knowledge and their response capacity in case volcanic eruptions.
- The seismic monitoring system for the volcanoes was considerably improved (8 digital seismic stations and one small seismic array for Cerro Negro; 6 seismic stations for Telica volcano). The system works with digital telemetry to INETER's main offices in Managua. There, a 24x7 duty system monitors the volcanic and seismic activity of Nicaragua and emits warning messages.
- A communication system to the population is working which can be used in case of an eruption in the Municipality of León, Telica and Malpaisillo. The system is in routine use for other needs in the communities. Radio operators were trained.
- Equipments for rescue brigades exist and training was given
- Evacuation routes were defined and signalized, critical points along the routes were improved through small mitigation works, for an appropriate functioning in case of an emergency.
- School security plans were elaborated
- Hazard maps and scale models of the volcano were elaborated with the communities
- Evacuation drills were carried out

Sismicidad en Península de Nicoya y la Cordillera Volcánica de Guanacaste, Costa Rica

Waldo Taylor
Instituto Costarricense de Electricidad

Durante 14 años se ha registrado la actividad sísmica en la Península de Nicoya, usando las estaciones sismológicas del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles (OSIVAM), cuyo número ha variado de 15 a 70 estaciones, dependiendo del estudio a realizar. Con la base de datos obtenida, se ha logrado determinar que la zona de subducción en la Península de Nicoya se caracteriza por ser una zona de transición entre la subducción de alto ángulo frente a las costas de Nicaragua y la zona de ángulo moderado en el pacífico central costarricense. Dando paso a la existencia de dos planos de sismicidad asociados a cada uno de las dos zonas de Benioff. Las áreas de baja velocidad de la onda P y de alta relación de VP/VS, unidas a la existencia de un “gap” sísmico en el manto superior, son un indicador de la presencia de la cuña de hidratación del manto, que se extiende desde la Cuenca de Sandino en Nicaragua, y es casi inexistente en el Norte de Costa Rica, principalmente debido a un cambio en la tectónica regional que va desde un sistema extensivo en Nicaragua, a un sistema compresional en el norte de Costa Rica. Por su parte, la sismicidad en la corteza superior en la Cordillera Volcánica de Guanacaste a aumentado a partir del año 2000, lo que ha permitido identificar más de 15 fallas activas, la mayoría de ellas asociados a sistemas de desplazamiento de rumbo lateral izquierdo. La mayor concentración de actividad sísmica local, se ha presentado en los alrededores del Volcán Tenorio, Tierras Morenas y Bijagua de Upala.

Terremoto de Magnitud $M_L=5,7$ al Sur de la Isla de Ometepe en el Lago de Nicaragua, 3 de Agosto de 2005

Virginia Tenorio, Wilfried Strauch, Emilio Talavera, Alejandro Morales, Eduardo Mayorga, Fabio Segura, Antonio Álvarez & Armando Saballos
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
virginia.tenorio@gf.ineter.gob.ni

Un terremoto destructivo de magnitud $M_L=5,7$ (NEIC: $M_s=6,3$) que ocurrió, a las 06:03 am, hora local. Por su epicentro en el Lago de Nicaragua al Sur de la Isla de Ometepe, el evento no causó daños catastróficos pero destruyó varias casas en la isla. El sismo tuvo intensidad MM de VII en el Sur de Ometepe, VI alrededor del Volcán Concepción y fue sentido fuerte en todo el Pacífico de Nicaragua, en Chontales, Río San Juan y en el norte de Costa Rica. Este evento es el de mayor magnitud ocurrido en la cadena volcánica de Nicaragua después del terremoto de Managua, 1972. A partir de este evento, se dieron réplicas a lo largo de todo el mes de agosto, 2005. El terremoto tuvo dos sismos premonitores de magnitudes M_L 2,4 y 5,1 que ocurrieron dos y una y media hora, respectivamente, antes del evento mayor. El premonitor de magnitud 5,1 fue sentido gran parte de la población en la Isla de Ometepe. Las personas que se encontraban dormidas se despertaron y toda la población se salió de sus casas. INETER emitió un comunicado sobre el sismo y se dio alerta a la Defensa Civil, ya que el sismo se ubicaba en una zona volcánica donde días atrás el volcán Concepción había comenzado con una actividad volcánica de pequeñas explosiones en el cráter y la expulsión de cenizas volcánicas y se temió

una implicación del volcán en esta actividad sísmica. No obstante, horas después se aclaró a la población que la actividad tuvo carácter tectónico concentrándose a una distancia considerable de aproximadamente 15 a 30 km del volcán. No obstante, en los siguientes días se observaron réplicas en la cercanía del Concepción.

Muchas de las réplicas, especialmente entre el 3 y 8 de agosto, fueron sentidas por toda la población de la Isla de Ometepe. Los dos sismos principales fueron sentidos en las ciudades de Rivas, Río San Juan, Carazo, Granada, Masaya, Managua. También fueron sentidos por la mayoría de las personas en las ciudades de Boaco, Bluefields, Matagalpa y por pocas personas en Jinotega y Chinandega.

Se informa sobre observaciones del campo como efectos macrosísmicas en las casas e infraestructuras, agrietamiento del suelo, las características del sismo mayor, de la distribución de las réplicas y la implicancia tectónica, obtenidos con los datos de la red sísmica permanente y de la una red temporal instalado en Nicaragua y Costa Rica por el proyecto TUCAN.

Actividad Sísmica y Eruptiva del volcán San Cristóbal, Nicaragua, en Abril de 2006

Virginia Tenorio, Martha Navarro, Wilfried Strauch & Armando Saballos
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
virginia.tenorio@gf.ineter.gob.ni

El Volcán San Cristóbal, 12.70° N, 87.02° O, Elevación: 1745 msnm un estrato-volcán, localizado a 150 km al Norte de Managua, entró el 21 de abril de 2006, en una nueva etapa de actividad eruptiva. El tremor sísmico del volcán se incrementó desde 10 Unidades (valor normal), alcanzando 400 unidades RSAM, manteniéndose así hasta el 22 de abril, oscilando entre 380 y 440 unidades RSAM, con cortos episodios de 700 unidades RSAM. A partir de la mañana del día 22, se observó una pequeña columna de gas de manera constante. En la tarde del 23 de abril hizo la primera explosión freato-magmática. Las explosiones que hizo el volcán en lo siguiente, fueron pequeñas y la cantidad de material que cayó sobre los poblados al Este del volcán fue tolerable por la población. Después de dos días, el tremor sísmico del volcán San Cristóbal ya no se presentaba de manera casi continua sino en períodos muy pronunciados de aproximadamente una hora de duración. En cada período hubo una fase con tremor alto hasta 800 RSAM y picos hasta 1500 unidades. Esta fase duraba aproximadamente media hora y en ella ocurrieron las explosiones en el cráter. Después el volcán entraba en calma por media hora. Luego iniciaba otro nuevo período con tremor fuerte y explosiones. Este proceso continuó hasta finales del Abril con amplitudes RSAM desminuyendo y explosiones en el cráter cada vez menos prominentes. INETER intensificó las observaciones visuales y revisó el sistema de monitoreo con estaciones sísmicas, meteorológicas, GPS de alta precisión y cámaras Web en esta zona. Se realizaron perfiles de MiniDOAS para determinación de la cantidad de gases arrojados por el volcán. Se analizó el comportamiento histórico del San Cristóbal y los datos geológicos sobre erupciones ocurridas en el volcán. Se llegó a la conclusión que el comportamiento del volcán fue controlado por una interacción del magma presente en el volcán con capas freáticas. Se concluyó que no existiera mayor peligro para la población, en este momento, pero se consideró que en las próximas semanas podrían presentarse: 1) Mayor ocurrencia de lahares durante la época de lluvias, por el material arrojado y depositado en los flancos del volcán. 2) Continuación del avance del magma que causó los fenómenos freato-magmáticos hacia la superficie, y ocurrencia, dentro de algunas semanas o meses, de

una erupción magmática de mayores dimensiones de la cual el episodio freático es solo un premonitor. Por lo tanto, INETER intensificó el monitoreo para el volcán y presentó estas consideraciones ante el Sistema para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). En atención a estas recomendaciones, SINAPRED declaró el nivel de “Alerta Verde” para los Municipios de Chinandega, Chichigalpa y El Viejo, a partir del día 26 de abril del 2006, manteniéndose por cuatro semanas. Afortunadamente el volcán no entró en una mayor actividad, sino permaneció en relativa calma.

Seismic Hazard of an area near San Rafael del Sur, western Nicaragua

Tupak Obando & Ernesto Rivera

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER

tobando_geologic@yahoo.com

This investigation determines the seismic hazard in an area of 80km² Northwest of San Rafael del Sur in Western Nicaragua. The results are intended to be used for physical planning and general use in this important region. The territory was selected due to the availability of data from local surficial earthquakes in an area of economic interest and tourism, which is easily accessible by car, and around which are located civil works horizontal and vertical nature of residential, commercial, educational and industrial significant for their residents and neighboring communities. In the investigation conducted, mapping and library resources were revised available in the country and consultations with Nicaraguans specialists were conducted. geo-structural models of the terrain were interpreted; parameters were measured and interpreted during geological fieldwork and geo-located elements of interest supported seismo-tectonic of electronic equipment in places accessible terrain; historical and instrumentally recorded earthquakes were analyzed using software ArcGis 9.3. Seismic and geological mapping of the study area was conducted at 1:30000 scale. In turn, seismic zoning was achieved by applying predictive numerical models [0015e0, 868M / (R + 0060e0, 7M) 1.09]. Similarly, space and geometry was obtained from sources breaks earthquake-generating software using local SUN-SYSTEM X-WIN 32. Also, profiles were achieved in geological 1:600 scale, vertical and horizontal scale 1:1000, and stratigraphy column at 1:10 horizontal and vertical scale 1:1000 using AutoCad 2006. Finally, iconographic was obtained documentation that showed evidence of activity of telluric sources of local sismogenic incidence. Based on the results, we conclude that the main earthquake-generating source are locally acknowledged faults with what constitutes horizontal and vertical displacement of soil, but their delivery of surface movement are limited to the field observation, 24 earthquakes and perpendicular surface. Eighth recent events under 8km deep with magnitudes between 2.7 to 3.3 Richter- capable of causing damages in local homes of low quality due to earthquake-resistant materials and constructive typology. The site is affected by 3 steering axes of effort. Two northeast-southwest and one north-south whose activity is printed on rock outcrops and terraces of Jesus and Jordan Rivers; the density for the structural area of interest, is 0.52km/km² for geological faults and 0.29km/km² for tectonic fractures; reveal soil texture clay-silts fragile, singly or alluvial not consolidated with seismic intensities between 0.4 - 0.5g in El Tamarindo and Los Jaras with high levels of Seismic Hazard, contrary to sandy soil texture firm and stable in San Rafael South, North and Sanchez Gutierrez The North attenuated with effects from 0.009 to 0.01 g with low levels of Seismic Hazard.

Cavernas y karst de la Zona Sur de Costa Rica: una opción para el desarrollo geo-turístico

Andrés Ulloa^{1,2}, Carlos Goicoechea¹, Gustavo Quesada¹ & Raúl Guevara¹

¹Grupo Espeleológico Anthros

²Universidad de Costa Rica

info@anthros.org

En Costa Rica se encuentran numerosas zonas kársticas a lo largo del país, sin embargo solamente las cavernas Terciopelo en Barra Honda, la Gabinarraga en Venado y la caverna de Damas en Parrita se explotan turísticamente. La región con mayor desarrollo Kárstico en Costa Rica se encuentra en la zona sur, aproximadamente desde el Río Grande de Térraba hasta el límite con Panamá, donde afloran calizas de la Formación Fila de Cal y se conocen más de 100 cavernas. A pesar de que la mayoría de cavernas de esta zona se encuentran aún en formación y presentan un ambiente sumamente frágil, estas zonas no cuentan con un sistema de protección ambiental adecuado. En los alrededores de Ciudad Neily, Río Claro, Fila Zapote Miramar/Abrojo se encuentran cavernas y otros fenómenos kársticos como dolinas, sumideros, quebradas secas, cascadas de travertino que son de gran atractivo geológico y escénico, los cuales podrían ser utilizados para un desarrollo ecoturístico en la zona mediante la creación de algún tipo de Área de Conservación de las reguladas en la Ley de Biodiversidad. No obstante, creemos que las categorías de manejo actualmente existente, no son aptas para la creación y manejo de un parque kárstico. Para ello es necesario que se emita una norma jurídica que regule la conservación elementos geológicos y subsane los vacíos que la presente legislación tiene para la protección de geo elementos. Con un marco jurídico apropiado y con el apoyo de personal capacitado en el tema como un grupo espeleológico, se podría dar un desarrollo geo-turístico en el cual no solo se pretende que el público admire la belleza escénica, sino también que aprenda sobre los tipos de cavernas que existen, cómo se forman y en qué tipo de rocas, cuál ha sido su evolución, cómo circula el agua dentro del sistema kárstico, los patrones estructurales que siguen las cavernas de la zona y la importancia de su conservación. Con esto se podría elaborar un plan de manejo de recursos, en el que se clasifiquen las zonas kársticas en zonas para desarrollo turístico, con una evaluación adecuada de la capacidad de carga de las cavernas; se definan zonas de interés científico y zonas de conservación para captación hídrica, y que permita ser la base para la elaboración de normas urbanísticas por parte de las municipalidades competentes localizadas en zonas kársticas.

Camelidae, Lamini fósiles de la Formación Curré (Hemphilliano temprano cuspidal), cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas, Costa Rica

Ana Lucía Valerio Zamora¹ & César Laurito Mora^{1,2}

¹Museo Nacional de Costa Rica

²Instituto Nacional de Aprendizaje

avalerio@geologos.or.cr

Los Camelidae es una de las dos familias de artiodáctilos selenodontos, evolutivamente más exitosos del Cenozoico de Norte América, representados en la actualidad por las tribus Camelini del Viejo Mundo y la Lamini de América del Sur. Su ingreso en Sudamérica se dio durante el Blancano tardío una vez establecido

el Istmo de Panamá. La localidad de Limoncito, registra el hallazgo más austral y relativamente más antiguo de llamas en América Central meridional, siendo este registro más antiguo que la edad comúnmente aceptada de 3,5 Ma para el establecimiento del istmo y el inicio del GABI. Los elementos recuperados, a lo largo de 5 años de campañas paleontológicas, constituidos por piezas dentales y de postcráneo, permiten la identificación del género *Pleiolama* y dos especies no determinadas aún. El material procede de una secuencia sedimentaria de conglomerados finos, compuesta por intraclastos retrabajados de arcillas azules glauconíticas, depositadas en un ambiente de abanico deltaico subacuático o “fan delta facies”. Esta facies sobreyacen mediante una discordancia erosiva las arcillas azules que corresponden a la unidad superior de la Formación Curré y a su vez el conglomerado fino es sobreyacido por facies sublitorales de arenas gruesas y medias en bancos de estratos decimétricos homogéneos y bien sorteados. La abundante cantidad de restos postcraneales, especialmente de los miembros anteriores y posteriores, considerados claves en la identificación específica, permitieron identificar una especie “grande” afín a *Pleiolama vera* (Matthew, 1909) y otra especie “pequeña”, *Pleiolama* sp., constituyendo una asociación común en los yacimientos hemphillianos tardíos de México y Estados Unidos. La edad establecida para la localidad fosilífera de Limoncito, se asume como Mioceno Superior tardío, específicamente Hemphilliano temprano cuspidal, por su asociación con el mastodonte *Rhynchotherium blicki* y caballos de la tribu Protohippini. Además, se han hallado asociados a restos de *Xenarthras*, lo que permite concluir que nos encontramos ante la evidencia más temprana de intercambio faunístico entre América del Norte y América del Sur.

Fuentes termales y minerales en Costa Rica: Una base digital para SIG

Asdrúbal Vargas, Guillermo E. Alvarado, Gerardo J. Soto, Alberto Vargas, José Francisco Fernández, Jochen Bundschuh, Antonio Yock & German Leandro
 Instituto Costarricense de Electricidad
 avargass@ice.go.cr

Las primeras investigaciones sobre fuentes termales en Costa Rica se realizaron en el siglo XIX por parte del investigador alemán Alexander von Frantzius, quien preparó los primeros catálogos y midió algunas variables físico-químicas de las fuentes. Desde ese entonces y particularmente entre 1960 y el presente, se ha producido gran cantidad de nueva información, pero se encuentra dispersa. Se ha ordenado, normalizado y clasificado la información dentro de una base de datos espacial (entidades y atributos almacenados de forma estructural), que permitirá, mediante un sistema de información geográfica (SIG), el visualizar, manipular y cartografiar dicha información. La base digital preliminar de datos hidrogeoquímicos y termales de todo el país (un total de 130 fuentes termales y minerales), incluye más de 3800 análisis químicos, permitiendo una caracterización básica de los fluidos hidrotermales en función de su temperatura (entre 20 y 94°C), pH (0-10,5), de su composición química, y contexto geológico (volcán activo, dormido, falla, combinación), entre otros. La mayoría de las fuentes termales están localizadas en el arco magmático, y unas pocas entre el espacio fosa-arco. Gran cantidad de manantiales en las zonas volcánicas y no volcánicas están alineadas con fallas neotectónicas. Pocas de ellas se ubican en el sector tras-arco, posiblemente por un reflejo del menor flujo de calor. Se excluyen las aguas minerales por lixiviados ácidos producto de escorrentía superficial o subterránea somera en zonas de alteración hidrotermal. La mayoría de muestras de las áreas

volcánicas de Miravalles y del Rincón de la Vieja tienen un pH neutro y son de tipo bicarbonatadas-sódica-potásicas o mixtas. En los flancos del Poás, las aguas son de carácter neutro y de composición bicarbonatadas-sulfatadas-cálcicas. La composición de las aguas termales de Pocosol y de Arenal (ambos en San Carlos) varían desde cloruro-sódicas hasta carbonatadas. Aguas extremadamente ácidas y con alta concentración de sales minerales se presentan en las salmueras termales de los cráteres activos del Poás y Rincón de la Vieja. Por su parte, las del sureste del Valle Central, son de tipo cloruradas-sulfatadas-sódicas. Las aguas termales se utilizan con fines recreativos y terapéuticos (p.ej., hidroterapia, fangoterapia) en algunas regiones bien definidas de la cordillera de Guanacaste, volcán Arenal, vecindades de Chocosuela-Platanar, valle de Orosi y en Rivas de Chirripó. En la región sureste del Valle Central o en la zona sur, el potencial del agua termal no ha sido explotado en gran medida. Se avanza en una mejor identificación, clasificación, comprensión de la región y de su potencial geotermal, terapéutico y de origen geológico de las fuentes termales y minerales.

Caracterización de las superficies de aplanamiento de la península de Nicoya, Costa Rica

Carlos A. Vargas, Walter Montero, Percy Denyer & Elena Badilla Coto
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

Se han delimitado las superficies de aplanamiento de la península de Nicoya con base en las fotografías aéreas del proyecto Terra. Esta información se ha incorporado en un sistema de información geográfico (SIG) usando la base topográfica generada en el anterior proyecto. Para caracterizar las superficies geomórficas mediante el SIG se han definido una serie de parámetros como son: 1. La elevación mayor, menor y promedio de las superficies tomando como base el DEM y de esta manera establecer rangos de elevación. Esto permite clasificar las superficies por rangos de elevación. 2. Mapa de pendientes y aspecto. 3. El tipo de drenaje predominante en las superficies incluyendo la densidad de drenaje de las superficies y la asimetría de las cuencas. 4. Mapas de porcentaje de erosión de las superficies. Además de la información anterior se realizan análisis pedológicos en varias de las superficies de aplanamiento. Finalmente, con base en la información anterior de características morfométricas y pedológicas de las superficies se realiza un análisis comparativo mediante el SIG y se obtiene un mapa de las superficies geomórficas clasificadas por los índices determinados. Finalmente con base en estudios previos y las características de las superficies geomórficas se elabora un modelo de la evolución neotectónica vertical de la Península de Nicoya.

Caracterización hidrogeológica de la finca Siete Manantiales y de la parte alta de la microcuenca del río María Aguilar, cantón La Unión, provincia de Cartago, Costa Rica

Ingrid Vargas & Gunther Schosinsky
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
iazofeifa@geologia.ucr.ac.cr

A partir del cartografiado geológico, el análisis y correlaciones de los pozos existentes, se define la siguiente columna geológica local para la parte alta de la microcuenca del río María Aguilar: cenizas grises recientes, tobas cineríticas, lahares y lavas andesíticas, las cuales se correlacionan con la formación Reventado. Son comunes en la zona los manantiales de agua debido al flujo de aguas subsuperficiales, en las cenizas y las tobas. Además existen acuíferos colgados de baja producción cerca de los contactos entre las tobas y los lahares, o bien por diferencias de conductividad hidráulica dentro de los lahares. Las condiciones hidrogeológicas cambian en profundidad por la presencia de lavas andesíticas fracturadas. A partir de la realización de pruebas de infiltración utilizando el método de doble anillo se determinaron velocidades de infiltración del orden de 10^{-1} - 10^{-2} m/día en las tobas cineríticas, las cuales son la litología dominante en superficie en la zona. Regionalmente, se identificó una dirección de flujo del agua subterránea hacia suroeste-oeste. Además se realizó un balance hídrico, y los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos indican que la calidad del agua de los ríos principales intermedia, no siendo apta para el consumo humano. Esta caracterización se realiza como parte de las actividades propuestas para el establecimiento de un aula abierta en la finca Siete Manantiales, la cual es utilizada para capacitación en temas de gestión del recurso hídrico y gestión ambiental.

Aplicaciones del espectrómetro Raman dispersivo en los minerales: el caso de Leoben, Austria

Daribeth Villagra Quesada
Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

Espectrómetro Raman es una dispersión inelástica de un fotón, la cual proporciona información química y estructural del mineral en estudio, permitiendo así su identificación.

El análisis se basa en la luz dispersada por un material al incidir sobre el haz de luz monocromático (láser). Los fotones en su mayoría son dispersados elásticamente, por lo tanto tienen la misma energía y longitud de onda que los fotones incidentes, pero una parte muy pequeña son dispersados inelásticamente, debido a la interacción con el mineral, estos experimentan ligeros cambios de frecuencia que son característicos del material en análisis.

Dichos cambios de frecuencia o energía reflejan los estados rotacionales de la molécula. Es decir, la

estructura cristalina del mineral solo acepta determinados fotones. Dando lugar a distintas frecuencias:

-dispersión Raman stokes: transferencia de energía del fotón a la molécula.

-dispersión Raman anti-stokes: transferencia de energía de la molécula al fotón. Estas frecuencias son mostradas en un espectrograma.

Se midieron las distintas frecuencias, en aproximadamente 100 minerales de la colección perteneciente a la universidad de Leoben, las cuales serán utilizadas como estándares para la identificación de los minerales.

Se realiza el estudio de inclusiones fluidas en los minerales y el comportamiento de estas a diferentes temperaturas. Además el análisis de estas en rocas volcánicas con el fin de determinar la presión y temperatura a la cual fueron formadas.

Tsunami hazard maps for the Pacific Coast of Nicaragua based on numerical simulations

Y. Yamazaki¹, I. Katayama², W. Strauch³, M. Traña³ & S. Cordonero³

¹OYO International Corporation

²Association for the Development of Earthquake Prediction, Japan

³Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

yamazaki@oyointer.com

Historical records of tsunami in Nicaragua are documented since mid-19th century. Among them, the 1992 Nicaragua Tsunami earthquake was the largest one causing disastrous distraction and the death of more than 170 people. We elaborated tsunami hazard maps in four areas, covering the largest settlements on the Nicaraguan Pacific coast: Corinto, Puerto Sandino, Masachapa and San Juan del Sur. Each strip had an extension of about 30 km each along Pacific coast of Nicaragua. The maps are based on the observed worst historical tsunami inundation record, which is the one of 1992. It is assumed that future tsunami earthquake with similar magnitude would occur again in these areas as the worst case. Existing bathymetry and topography information and own specific bathymetric studies for the Masachapa area, were used to create topography model using 2700m, 900m, 300m, and 100m sized grid systems. The simulation software was based on the program developed by Tohoku University, published by UNESCO (1997). The methodology was verified using tide gauge records, inundation records, and inundation areas observed during the 1992 Nicaragua Tsunami. Further, “the worst case scenario” for each one of the four study areas was estimated moving the same dimension of the fault along the coast. Finally, a tsunami hazard map was made that visualizes the spatial distribution of simulated maximum wave height, maximum inundation depth, and elevation of non inundated area. The resulted maps have already served as basic reference for the development of more detailed hazard and evacuation maps developed by INETER for Masachapa area and for tsunami disaster prevention measures by related Nicaraguan governmental institutions, local governments, and communities etc. This is a part of the result obtained by the technical cooperation “The Study for Establishment of Base Maps for GIS in the Republic of Nicaragua” executed from 2004 to 2006 by Japan International Cooperation Agency with INETER as a counterpart agency upon request by the government of the Republic of Nicaragua.

Resultados preliminares del levantamiento geológico de la hoja Miramar, escala 1:50 000. Cooperación geológica Costa Rica - República Checa

Vladimír Záček¹, Petr Kycl¹, Sofia Huapaya², Zoltán Pécskay³, Tomás Vorel¹, Petr Mixa¹, Radomír Grygar¹, Václav Metelka¹, Petr Hradecký¹ & Josef Sevcík¹

¹Servicio Geológico Checo (CGS), Klárov 3, CZ-11821, Praha 1 República Ceca

²Dirección de Geología y Minas (DGM), MINAE, San José, Costa Rica

³Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences (ATOMKI), Debrecen, Hungary
vladimir.zacek@geology.cz

A partir del año 2006 el Servicio Geológico Checo y la Dirección de Geología y Minas realizan estudios de investigación geológica en las hojas Miramar, Chapernal y Juntas a una escala 1:50 000 y en una extensión aproximada de 1700 Km². Los resultados, además del mapa geológico, serán los mapas de inestabilidad de laderas, de amenazas y de índices minerales. El área de estudio se ubica en las pendientes de los Montes del Aguacate y la Cordillera de Tilarán, comprenden las provincias de Alajuela, Puntarenas y Guanacaste.

La base del levantamiento geológico son hojas más detalladas, escala 1:25 000. Hasta el momento se cuenta aproximadamente con 800 puntos de referencia, de las cuales se obtuvieron 100 muestras para láminas delgadas, 40 para análisis químicos y 10 para dataciones.

La geología de la hoja Miramar es compleja y está compuesta por diferentes unidades discordantes entre sí. Las rocas más antiguas las constituyen los sedimentos de la Formación Punta Carballo que afloran en el cuadrante SO de la hoja (Mioceno Inferior hasta Superior). La mayor parte de la hoja están conformadas por las rocas del Grupo Aguacate. Nuestras dos recientes dataciones hechas con el método K/Ar determinaron que la parte superior de este grupo, que corresponde a la Formación Grifo Alto tienen edades de 4,41(± 0,15) y 4,99 (± 0,36) Ma, lo que está conforme con estudios recientes como por ej. el Mapa Geológico de Costa Rica escala 1:400 000 (Denyer & Alvarado, 2007). Además este grupo se caracteriza por la presencia de alteración hidrotermal con mineralización aurífera.

En el sector septentrional de la hoja sobreyacen las rocas de la Formación Monteverde, que según dos dataciones K/Ar realizadas por el proyecto, tienen edades de 1,77(± 0,11) y 1,71(± 0,22) Ma.

En toda el área de estudio existen cuerpos intrusivos e ignimbritas de composición riolítica y dacítica siendo sus principales exponentes un sector del Cerro La Cruz y el Cerro San Miguel. Las rocas de las que están constituidos dichos cerros presentan composiciones mineralógicas y estructurales muy parecidas. Una nueva datación de las dacita-riolita que conforman el Cerro La Cruz indican edades de 1,13(± 0,06) Ma para "whole rock" y 1,71(± 0,14) Ma para minerales máficos. Otra datación hecha de la dacita (biotita separada de la roca) del Cerro San Miguel determinó la edad de 1,59 (± 0,12) Ma, para este intrusivo. Todas las dataciones citadas serán publicadas (Záček et al, in prep.).

Las manifestaciones del cuaternario se ubican principalmente en el sector SO del área mapeada y se trata de depósitos fluviales y aluviales recientes, incluyéndose las terrazas del río Barranca, además de los abanicos aluviales del pleistoceno.

En las zonas montañosas con fuertes pendientes predominan los depósitos formados por deslizamientos.

El “Gran Cañón de Somoto, Nicaragua”- Fenómeno geológico de potencial turístico

Vladimir Záček¹, Petr Kycl¹, Petr Hradecký¹, Josef Sevcík¹, Václav Metelka¹, Ivo Baron¹ & Zoltán Pécskay²

¹Servicio Geológico Checo, Klárov 3, CZ-11821, Praha 1 República Checa

²Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences (ATOMKI), Debrecen, Hungary

vladimir.zacek@geology.cz

El Cañón de Somoto es un fenómeno geológico y geomorfológico que en poco tiempo alcanzó ser uno de los atractivos turísticos de mayor popularidad en Nicaragua y fue “descubierto” por los geólogos del Servicio Geológico Checo en marzo del 2004.

Este se ubica al NE de Nicaragua cerca de la frontera con Honduras entre las coordenadas 13-14° N y 86-87° W al SW de la región somontana de la Cordillera de Dipilto y Jalapa, cerca de Somoto, provincia de Madriz.

El límite occidental del Cañón está en la confluencia de los ríos Tapacali y Comali, donde nace el río Coco conocido como “Wanks o Segovia” con 700 km, siendo el más largo de Centroamérica.

El Cañón propiamente tiene una longitud de 3,5 km y atraviesa un cuerpo ignimbrítico de composición riolítica que conforma la llamada “Fila El Alto” a 800-900 m s.n.m.

Nuestra datación (muestra de ignimbrita, método K-Ar) indica una edad de 13,89 ($\pm 0,47$) Ma (Mioceno Medio).

La sección mas estrecha tiene un ancho de 4-10 m y las paredes presentan alturas hasta de 190 m. En aproximadamente 3,5 km de su curso, el lecho descende de 700 a 600 m s.n.m, y se observan geformas únicas pseudocársticas y cataratas. Aguas arriba de la confluencia, la profundidad disminuye y está conformada por rocas basalto-andesíticas oscuras y por aglomerados con acumulaciones y vetillas de opalo multicolor.

La morfología está controlada por fallas con orientaciones N-S, NE-SW y NW-SE, también por algunos sistemas de fracturación intensiva que esta relacionada a la alta actividad tectónica del terciario superior.

Geológicamente, la región forma parte de la placa Caribe y estructuralmente esta conformada por tres unidades mayores y discordantes:

a) Grupo Nueva Segovia, formada por rocas metamórficas y un cuerpo intrusivo granítico del cretáceo llamado “Plutón de Dipilto” el cual es afectado por diferentes fases de deformación y un metamorfismo regional hasta la facie de esquistos verdes. El espesor del grupo alcanzar hasta 1 km.

b) Formación Totogalpa, conformada por sedimentos clásticos de color rojo, probablemente Oligoceno hasta Mioceno y en el área de estudio alcanza un espesor de 150 m.

c) Vulcanismo del terciario, donde predominan las andesitas e ignimbritas miocénicas. La parte inferior constituida por andesitas del grupo Matagalpa (Oligoceno al Mioceno Inferior), con espesores que pueden alcanzar hasta 1 km.

La parte superior esta formada por ignimbritas de composición riolítica y dacítica con subordinaciones de basaltos, rocas piroclásticas y lahares. El espesor de éste, varía desde pocos metros hasta 500 m, depende de su predisposición tectónica y la erosión.

Los sedimentos pleistocénicos y holocénicos cubren extensas planicies “llanos” y áreas de inundación, especialmente al NE de Somoto y en la región de Ocotol y Mosonte. Están conformados por arenas y gravas de origen fluvial, aluvial y coluvial. Su espesor máximo varía entre los 20-30 m.

